

М.И. Атлас, Н.М. Литвишков

**Справочник по водоснабжению
и канализации
предприятий нефтяной
промышленности**

ПРЕДИСЛОВИЕ

Решениями XX съезда КПСС и шестым пятилетним планом развития народного хозяйства СССР предусмотрен рост добычи нефти в 1960 г. до 135 млн. т, что превысит в 4,5 раза уровень добычи, достигнутый в 1940 г.

Повышение добычи нефти, запланированное на 1956—1960 гг., требует введения в строй новых, мощных нефтепромыслов и нефтеперерабатывающих заводов.

Предприятия нефтяной промышленности, особенно нефтеперерабатывающие заводы, будучи крупнейшими потребителями производственной воды, являются также и источниками сброса большого количества сточных вод в водоемы. Их стоки могут вызывать загрязнение природных водоемов и губительно отражаться на рыбном хозяйстве, культурном, санитарно-гигиеническом и питьевом состоянии водоемов.

XX съезд КПСС поставил важнейшую задачу—обеспечить охрану водных источников от загрязнения их промышленными сточными водами. В целях защиты водоемов общественного пользования от загрязнения производственными сточными водами Министерство нефтяной промышленности СССР 11 декабря 1956 г. ввело в действие „Исходные данные и основные положения для проектирования водоснабжения и канализации отдельных технологических установок и нефтеперерабатывающих заводов“, которые являются обязательными при проектировании водоснабжения и канализации строящихся и подлежащих реконструкции предприятий нефтяной промышленности.

В указанных „Исходных данных и основных положениях“ предусматривается проведение ряда мероприятий, направленных на сокращение количества сбрасываемых в водоемы сточных вод, путем возможного использования их в системах оборотного водоснабжения нефтезаводов и промыслов. Вместе с тем намечается улучшение технологических процессов и приемов эксплуатации, направленных на сокращение количества нефтепродуктов, попадающих в производственные сточные воды.

Для сточных вод, не подлежащих, по технологическим соображениям, возврату в системы оборотного водоснабжения предприятий, намечается организация отдельных очистных установок и процессов очистки применительно к качественным особенностям различных категорий производственных сточных вод с отдельным их сбором и отводом. При этом предусматривается углубление процессов очистки до степени, допускающей спуск в водоемы общественного пользования.

Водо-канализационным сооружениям предприятий нефтяной промышленности присущи существенные технические и конструктивные особенности в части подготовки воды, организации сбора и отвода сточных вод и их очистки.

Эти особенности вызывают необходимость проектирования специальных конструкций водоканализационных установок и разработки специфических технологических процессов. Ряд существенных вопросов, особенно связанных с очисткой и обезвреживанием сточных вод, остается до настоящего времени недоработанным. Принятые решения во многих случаях являются условными и подлежащими дальнейшему научно-исследовательскому изучению и проверке в производственных условиях на заводских установках.

В отечественной неперпериодической литературе отсутствуют труды, обобщающие современные научно-исследовательские материалы и конструктивные решения по многочисленным вопросам производственного водоснабжения и канализации предприятий нефтяной промышленности. Это обстоятельство и привело к целесообразности включения в настоящий справочник обзоров по указанным вопросам. В текстовом изложении освещено их современное состояние по данным научно-исследовательских (ВОДГЕО, БашНИИ, АЗНИИ НП, НИИСГ им. Эрисмана и др.) и проектных институтов (Гипро-нефтезаводы, Гипроспецнефть, Водоканалпроект, Гипрогазнефть и др.).

Главы I—VI справочника написаны инж. Н. М. Литвишковым, глава VII—инж. С. И. Ляшенко, главы VIII, XI—XIV и XVIII—доц. М. И. Атлас, главы IX, X, XV—XVII—доц. М. И. Атлас и инж. Н. М. Литвишковым совместно.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1. Краткие сведения о предприятиях нефтяной промышленности и условиях их производственного водоснабжения и канализации

Нефтяная промышленность—одна из важнейших отраслей тяжелой индустрии. Она включает в себя добычу нефти и газа, их переработку, производство искусственного жидкого топлива, транспорт и хранение нефти, газа и нефтепродуктов.

Нефтяная промышленность имеет огромное значение для всех отраслей народного хозяйства, а также для военных нужд. Основными отраслями нефтяной промышленности являются: нефтедобыча, нефтепереработка и нефтесбытовая сеть.

В табл. 1 приведены данные об основных отраслях нефтяной промышленности и характеристика условий их водоснабжения и канализации.

В табл. 2, 3 и 4 содержатся данные об основных производственных процессах и установках, потребляющих воду, а также краткие сведения о назначении воды и об относительном количестве образующихся производственных стоков. Данные табл. 2 относятся к нефтепромыслам, табл. 3—к нефтеперерабатывающим заводам, включающим химическую переработку газов, табл. 4—к нефтебазам.

2. Основные требования, предъявляемые к производственным водопроводу и канализации на предприятиях нефтяной промышленности

Специфичность производственных процессов на предприятиях нефтяной промышленности требует бесперебойной подачи воды на предприятия. Основные мероприятия, гарантирующие бесперебойность водоснабжения, сведены в табл. 5.

Все стоки на предприятиях нефтяной промышленности в большей или меньшей степени загрязнены нефтью и нефтепродуктами, сероводородом (при сернистых нефтях) и различными реагентами, применяемыми при переработке нефти. Поэтому к производственной канализации предприятий нефтяной промышленности и в частности к качеству сбрасываемых в водоем стоков в настоящее время предъявляются весьма жест-

Таблица 1
Данные об основных отраслях нефтяной промышленности и характеристика условий их водоснабжения и канализации

Наименование отраслей нефтяной промышленности	Основное назначение	Наименование основного предприятия	Условия водоснабжения и канализации
1. Нефтедобыча.	Осуществляет извлечение нефти и сопровождающего ее газа из недр с помощью буровых скважин, шахт и др. горных выработок.	Нефтяные промыслы.	Характеризуется значительным водопотреблением (1500 м ³ /час и более) и образованием стоков за счет водопотребления, извлечения пластовых вод и атмосферных осадков.
2. Нефтепереработка.	Осуществляет при помощи применения совокупных технологических приемов получение товарных продуктов из сырой нефти.	Нефтеперерабатывающие заводы.	Характеризуется огромным водопотреблением (50 000 м ³ /час и более) и соответствующим образованием стоков за счет водопотребления, конденсации технологического пара, отступлений в резервуарах воды и атмосферных осадков.
3. Нефтебывтовая сеть.	Осуществляет сбыт потребителям нефти и нефтепродуктов.	Нефтебазы.	Характеризуется относительно незначительным водопотреблением (200—300 м ³ /час) и образованием стоков за счет водопотребления, отступлений в резервуарах воды и атмосферных осадков.

Таблица 2
Данные об основных производственных процессах и установках, потребляющих воды на нефтепромыслах

Наименование производственных установок, потребляющих воду	Назначение воды	Образование стоков
1. Структурное бурение: а) ручное вращательное и ударно-вращательное; б) колонковое.	Для периодического подливания в скважину в целях улучшения рыхления пород и образования пластичности массы. Для непрерывной промывки скважин.	Практически стоки не образуются. Значительное.
2. Понсково-разведочное бурение: а) вращательное.	Для приготовления промывочного раствора.	Незначительное.
3. Эксплуатационное бурение: а) вращательное.	То же.	То же.
4. Глинозаводы.	Для приготовления глинистого раствора и обмывки глиномешалок и инструментов.	.
5. Торпедирование скважин.	Для приготовления глинистого раствора малой вязкости.	.
6. Цементировка скважин.	Для приготовления цементного и глинистого растворов, а также непосредственной закладки в скважину.	.
7. Скважины в эксплуатации: а) промывка скважин;	Для промывки песчаных пробок.	Весьма значительное.

Наименование производственных установок, потребляющих воду	Назначение воды	Образование стоков
б) заливка скважин.	Для приготовления цементного и глинистого растворов, а также для непосредственной закачки в скважину.	Незначительное.
8. Нефтяной комбайн.	Для добавки в комбайн в случае отсутствия ее в добытой нефти.	Весьма значительное.
9. Водосепаратор.	То же.	То же.
10. Компрессорная станция.	Для охлаждения машины.	"
11. Установки для деэмульсации нефти.	Для охлаждения нагретой нефти.	"
12. Установки для десульфации газа:		
а) по сухому способу;	Для увлажнения газоочистительной массы и газа.	Незначительное.
б) по мокрому способу;	Для орошения абсорберов, охлаждения аппаратуры и промывки серной пасты.	Значительное.
13. Дизельные установки.	Для охлаждения машины.	То же.
14. Паровые машины и котлы.	Для приготовления пара.	Незначительное.
15. Сооружения по заводнению нефтяных пластов.	Для закачки в пласты и на собственные нужды водоочистных установок.	Значительное.
16. Резервуарные парки.	Для промывки резервуаров, лотков и труб.	То же.

Таблица 3

Данные об основных производственных процессах и установках, потребляющих воду на нефтеперерабатывающих заводах

Наименование производственных установок, потребляющих воду	Основное назначение воды	Водопотребление и образование стоков
1. Подготовка нефти к переработке: а) термохимическая деэмульсация; б) ЭЛОУ.	Для промывки нефти, охлаждение нагретой нефти.	Незначительное.
2. Перегонка нефти на атмосферных установках.	Для охлаждения нефтепродуктов и конденсации паров.	Значительное.
3. Перегонка мазута на вакуумных установках.	То же; для создания вакуума в барометрическом конденсаторе.	"
4. Термический крекинг.	Для охлаждения нефтепродуктов и конденсации паров.	"
5. Каталитический крекинг.	То же	"
6. Контактная переработка тяжелых остатков.	"	"
7. Каталитический риформинг.	"	Незначительное.
8. Гидроочистка топлива.	"	Значительное.
9. Деспарафинизация топлива.	"	Незначительное.
10. Газофракционирующая установка.	Для охлаждения газов.	Весьма незначительное.
11. Алкилирование ароматики и изопарафинов непредельными с применением различных катализаторов (серная кислота, фосфорная кислота и пр.).	Для охлаждения нагретых продуктов.	"
12. Полимеризация непредельных.	"	Незначительное.
13. Селективная очистка масел (дистиллятов и остаточных).	"	"
14. Деасфальтизация остатков пропаном.	"	Значительное.

Наименование производственных установок, потребляющих воду	Основное назначение воды	Водопотребление и образование стоков
15. Депарафинизация с селективными растворителями и нефтью.	Для охлаждения нагретых продуктов.	Незначительное.
16. Кислотно-кислотная и кислотно-щелочная очистка масел.	"	"
17. Производство многофункциональных присадок к маслам (АзНИИ-5, АзНИИ-7, ЦИАТИМ-339 и др.).	Для растворения реагентов, промывки и охлаждения продуктов.	Весьма незначительное.
18. Производство битума.	Для охлаждения битума, газов и компрессоров.	То же
19. Регенерация отбеливающей глины в кипящем слое.	Для охлаждения.	"
20. Производство парафина.	Для охлаждения нефтепродуктов.	Незначительное.
21. Производство консистентных смазок.	Для охлаждения и приготовления реагентов.	Весьма незначительное.
22. Получение из парафинов жирных кислот.	Для охлаждения нефтепродуктов.	Незначительное.
23. Производство мощных средств (сульфанола, азолита).	"	"
24. Пиролиз дистиллятного сырья и газа.	"	"
25. Серочистка газов.	"	"
26. Синтез этилового спирта.	"	"
27. Ректификация спирта.	"	"
28. Производство водорода.	Для отмывки углекислоты.	Значительное.
29. Производство серной кислоты из отходов нефтепереработки.	Для охлаждения.	Незначительное.
30. Производство катализатора.	Для приготовления катализатора и промывки.	Значительное.

Таблица 4
Данные об основных производственных процессах и установках, потребляющих воду на нефтебазе

Наименование производственных операций, связанных с потреблением воды	Назначение воды	Образование стоков
1. Прием нефтепродуктов, доставляемых на нефтебазу.	Для промывки лотков и проч.	Незначительное.
2. Хранение нефтепродуктов.	Для промывки резервуаров, лотков, труб и пр.	Весьма значительное.
3. Отпуск нефтепродуктов.	Для промывки лотков и пр.	Незначительное.
4. Подогрев нефтепродуктов в цистернах, нефтепроводах и пр.	Для приготовления пара.	"
5. Обезвоживание нефтепродуктов, смешение и компаудирование масел и топлива.	Для промывки аппаратуры, лотков и пр.	"
6. Регенерация отработанных масел.	Для охлаждения масел, приготовления щелочного раствора и промывочных нужд.	Значительное.

Таблица 5
Данные о мероприятиях, гарантирующих бесперебойность водоснабжения

Наименование мероприятия	Характеристика
1. Надежность источника водоснабжения.	Расходы воды в источнике в сухое время маловодного года превышают потребность в воде предприятия.
2. Доброкачественность воды.	В воде отсутствуют примеси, способные нарушить нормальную работу установок.
3. Дублирование водозахватных сооружений и насосных станций.	Каждое водозахватное сооружение и насосная станция должны быть рассчитаны на подачу аварийного расхода воды.
4. Дублирование водоводов.	То же.
5. Кольцевание водопроводных сетей.	Авария на любом участке сети не должна нарушать бесперебойной подачи воды.
6. Устройство аварийного запаса воды.	Запас воды должен обеспечивать работу установок на время, потребное для безаварийной их остановки.
7. Надежность энергоснабжения насосных станций.	Питание электромоторов от двух источников энергии или наличие теплового резерва.

кие требования. Эти требования сводятся, в основном, к доведению количества производственных стоков, сбрасываемых в водоем, до минимума, а качества их—до состояния, при котором они не могут оказать вредного влияния на водоемы.

Основные мероприятия, обеспечивающие выполнение упомянутых выше требований, сведены в табл. 6.

Таблица 6

Наименование мероприятия	Характеристика
1. Перевод на оборотную систему водоснабжения максимального числа производственных процессов и установок.	Создание ряда оборотных циклов для производственных процессов, допускающих различное качество воды, создает условия для резкого уменьшения сброса стоков в водоем.
2. Раздельная канализация.	Раздельные сбор и обработка стоков в зависимости от рода загрязнений создают условия, облегчающие очистку стоков и извлечение из них ценного сырья.
3. Применение наиболее совершенных и экономичных методов очистки стоков.	Современные методы очистки стоков (отстаивание, флотация, фильтрация, коагуляция и т. п.), позволяют довести качество стоков до приемлемого для сброса их в водоем.

ЧАСТЬ I ВОДОСНАБЖЕНИЕ

ГЛАВА I

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ, КОЭФФИЦИЕНТЫ НЕРАВНОМЕРНОСТИ, РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ И СВОБОДНЫЕ НАПОРЫ

Различают четыре вида водопотребления на предприятиях нефтяной промышленности:

- а) производственное;
- б) противопожарное;
- в) хозяйственно-питьевое самого предприятия;
- г) хозяйственно-питьевое поселка при предприятии.

Ниже приводятся данные о каждом виде водопотребления.

§ 1. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ

По режиму производственного водопотребления предприятия нефтяной промышленности и их производственные процессы разделяются на две группы.

Характеристика каждой группы, принадлежность предприятия к той или иной группе и методология определения количества потребляемой воды приведены в табл. 7.

Нормы водопотребления и коэффициенты неравномерности для предприятий первой группы приведены в табл. 8, а пример определения водопотребления для нефтепромысла на расчетный период и по годам пятилетки—в табл. 9.

Удельные расходы для основных производственных процессов и установок предприятий второй группы приведены в табл. 10. Данными табл. 10 следует пользоваться только для ориентировочных расчетов. Расход производственной воды на предприятиях второй группы зависит от многих технологических условий, различающихся между собой не только на разных заводах, но иногда на одном и том же заводе.

Уточненные удельные расходы в каждом случае устанавливаются по данным технологического проекта.

Характеристика предприятий нефтяной промышленности по режиму водопотребления

Таблица 7

Наименование групп	Наименование предприятия	Характеристика	Способ определения количества потребляемой воды	Способ определения расхода
1. Первая.	Нефтяные промыслы, нефтебазы.	Общий расход воды не пропорционален количеству выпускаемой продукции.	В соответствии с выработкой практикой методологией определения мощности нефтепровода за единицу времени (с.м. ниже).	При определении количества воды получается непосредственно расход за единицу времени.
2. Вторая.	Нефтеперерабатывающие заводы.	Общий расход воды пропорционален количеству выпускаемой продукции.	Вычисляется путем умножения удельных деления полученного количества воды на тонны перерабатываемой соответствующее время. нефти.	Вычисляется путем деления полученного количества воды на тонны перерабатываемой соответствующее время.

Таблица 8

Нормы водопотребления и коэффициенты неравномерности для предприятий первой группы

Наименование водопотребителя	Единица измерения	Норма водопотребления, м³			Коэффициент часового неравномерности, K _{час}	Максимальный часовой расход, м³	Примечания
		среднего	средне-суточного	суточного			
1. Скважина в бурении: а) при централизованном способе приготовления глинистого раствора на глинозаводе; б) то же при индивидуальном способе.	1 скв. 1 "	25 35	1,04 1,46	—	1,0 2,6*	1,04 3,08	* При одновременном бурении 1—2 скважин. При одновременном бурении от 3 до 5 скважин K _{час} =2; от 5 до 10 скважин K _{час} =1,7. Нормы определены из условия потребности 0,83 м³ воды на приготовление раствора и 10 % от этого количества на обмывание глиношалак, инструмента и пр.
2. Приготовление глинистого раствора.	1 м³	0,9	—	—	1,0	—	—
3. Скважина в промывке.	1 скв.	200	8,34	5,27	—	44,0	Процесс заливки скважины прилит продолжительностью 1 час.
4. Скважина в заливке.	1 "	100	—	—	—	100	При недостаточном количестве или отсутствии воды в продукции.
5. Нефтяной комбайн.	1 комб.	60	2,5	1,33	1,33	3,32	То же.
6. Водогепаратор.	1 водосеп.	250	10,4	1,18	1,18	12,5	То же.

1	2	3	4	5	6	7
7. Компрессоры:						
8ГК;	1 компр.	144	6,0	1,0	6,0	При работе на морской воде в условиях нефтепромыслов Азербайджана—12 м³/час. То же 16 м³/час.
2СГ-50.	1	250	10,4	1,0	10,4	То же 0,067 м³/час.
8. Дизельные установки.	1 л.с./час	0,552	0,023	1,0	0,023	
9. Установка для дезмульсации нефти:						
а) при погружных холодильниках.	1 м	1,50	—	1,0	—	В числителе показана норма расхода воды при термомеханическом, в знаменателе при электрическом способах дезмульсации.
б) при оросительных холодильниках	1 м	1,13 0,75	—	1,0	—	
10. Установка по десульфации газа:		0,56	—	—	—	
а) по сухому способу;	100 000 м³	400	—	1,0	—	При давлении газа 1 ат. При уменьшении или увеличении давления газа нормы пропорционально изменяются.
б) по содово-мышьяковому способу;	100 000 "	210	—	1,0	—	
в) по этаноламиновому способу.	100 000 "	2500	—	1,0	—	

11. Паровые машины:

ТМЗ-1
ТМЗ-2
ТМЗ-3
НПГ-1

При частичном использовании отработанного пара норма уменьшается на 20%.

12. Приготовление пара при бурении скважин

13. Промывка резервуаров лопков в резервуарных парках и на нефтебазах:

резервуарные парки и нефтебазы общей емкостью до 10 000 м³

б) то же от 10 000 до 30 000 м³
в) то же свыше 30 000 м³

0,030
0,047
0,034
0,049

4,0

1,0

4,0

0,030
0,017
0,034
0,049

1,0

18,0

36,0
72,0

Принято, что промывка производится одной струей с расходом 5 л/сек в течение двух часов.
То же двумя струями.
То же четырьмя струями.

Примечания. 1. Для учета прочих нужд нефтепромысла следует применять коэффициент $K=1,2$ для всех водопотребителей, исключая компрессорные станции, работающие на прямомтоке.

2. Коэффициент суточной неравномерности расхода равен 1.

Определение водопотребления

Наименование водопотребителя	Единица измерения	Среднесуточная норма водопотребления, м³	Среднечасовая норма водопотребления, м³	Развитие			
				1956			
				Колич. одновременно производящих операций	Суточн. водопотребление, м³	Коэфф. часовой неравномерности	Расчетный расход, м³/час
1. Скважины в бурении с учетом приготовления глинистого раствора индивидуальным способом	1 скв.	25	1,04	2	50	2,6	5
2. Скважины в промывке	"	200	8,34	1	200	5,27	44
3. Скважины в заливке	"	100	—	1	100	—	100
4. Водосепараторы.	1 водосеп.	250	10,5	1	250	1,18	13
5. Компрессорные станции на 16 компрессоров 2СГ-50 при работе на прямом токе	1 комп.	250	10,4	16	4000	1,0	166
6. Резервуарные парки емкостью каждый 10 000 м³	1 парк	36	18	1	36	—	18
Итого:	—	—	—	—	4636	—	346
Прочие нужды—20% от общепромышленного расхода, без расхода на компрессорные станции	—	—	—	—	128	—	36
Всего:	—	—	—	—	4764	—	382

Таблица 9

нефтепромыслов на расчетный период

нефтепромысла по годам

1957		1958		1959		1960	
Колич. одновременно производящих операций	Суточн. водопотребление	Коэфф. часовой неравномерности	Расчетный расход, м³/час	Колич. одновременно производящих операций	Суточн. водопотребление	Коэфф. часовой неравномерности	Расчетный расход, м³/час
2	50	2,6	5	3	75	2	6
1	200	5,27	44	2	400	5,27	88
1	100	—	100	2	200	—	200
1	250	1,18	13	2	500	1,18	25
16	4000	1,0	166	32	8000	1	332
1	36	—	18	2	72	—	36
—	4636	—	346	—	9247	—	687
—	128	—	36	—	250	—	71
—	4764	—	382	—	9497	—	758

нефтепромыслового управления, выдаваемым вместе с плановым заданием
П подсчет производится с точностью до единицы.

Примечания. 1. Графы 5, 9, 13, 17, 21 заполняются по данным на проектирование. 2. Остальные пункты заполняются по данным табл. 8.

Удельные расходы воды для основных производственных процессов на предприятиях второй группы

Наименование производственных установок, потребляющих воду	Единица измерения исходного сырья, к которому отнесен расход воды	Удельный расход воды, л/з				барометрический конденсатор смешения АВТ	свежей
		общий	условно чистой	чистой	В том числе		
1. Комбинированная установка ЭЛОУ с АВТ	1 м	7-8,5 15-18 14-18	4-5 10-12 12-14	1-1,5 5-6 1-1,5	2	—	—
2. Каталитический крекинг	"	—	—	—	—	—	1-2,5
3. Контактное коксование	"	—	—	—	—	—	—
4. Термический крекинг (с абсорбцией жирного газа)	"	29-34	11-14	18-20	—	—	—
5. Сернокислотная очистка ароматики	"	49-52 12-13	14-15 —	35-37 12-13	—	—	—
6. Каталитический риформинг	"	18-22	10-12	8-10	—	—	—
7. Гидроочистка дизельного топлива	"	33-35 39-45	33-35 4-5	—	—	—	—
8. Депарафинизация дизельного топлива раст.-ром карбомидов	"	31-36	30-35	1	—	—	—
9. Деасфальтизация гудрона	"	51-55 52-58	50-55 50-55	1 2-3	—	—	—
10. Селективная очистка (ди-стильного сырья)	"	—	—	—	—	—	—
11. Селективная очистка (остаточного сырья)	"	24-30	4-5	20-25	—	—	—
12. Селективная очистка	"	—	—	—	—	—	—
13. Депарафинизация МЭК: Б:Т (смесь метил-этил-кетона со смесью бензол-толуола)	"	—	—	—	—	—	—
14. Депарафинизация МЭК: Т (смесь метил-этил-кетона с толуолом)	1 м	35-41	5-6	30-35	—	—	—
15. Контактная очистка	"	3-5	2-4	1	—	—	—
16. Производство парафина	"	60-72	45-50	10-12	—	—	5-10
17. Производство присадок (ЦИАТИМ-336, ЦИАТИМ-339)	"	50-65 2	40-45 1	10-15 1	—	—	—
18. Битумная установка	"	—	—	—	—	—	—
19. Производство синтетических жирных кислот из твердых парафинов	"	163-188	150-170	7-10	—	—	6-8
20. Газофракционирующая установка	"	20-25	—	20-25	—	—	—
21. Алкилирование изобутана олефинами	"	180-200	—	180-200	—	—	—
22. Получение изопропилбензола (катализатор-фосфорная кислота)	"	125-135	80-85	45-50	—	—	—
23. Экстрактивно-азеотропная перегонка	"	70-80 33-45 23-28	— 8-10 —	70-80 25-35 23-28	—	—	—
24. Дегидрирование бутана	"	210-240 106-20	40-50 —	170-190 106-120	—	—	—
25. Полимеризационная установка	"	45-49	—	45-49	—	—	—
26. Производство сульфанола, в том числе:	"	14-15 34-45	— 30-40	14-15 4-5	—	—	—
а) полимеризация	"	1	—	1,0	—	—	—
б) ректификация	"	—	—	—	—	—	—
в) алкилирование бензола	"	9-11	7-8	2-3	—	—	—
г) сульфирование алкилбензола	"	—	—	—	—	—	—
д) осушка и смешение с на- полнителем	"	—	—	—	—	—	—
27. Производство консистентных смазок	"	—	—	—	—	—	—

Наименование производственных установок, потребляющих воду	Единица измерения исходного сырья, к которому отнесен расход воды	Удельный расход воды, м ³			
		общий	В том числе		
			условно чистой	чистой	барометриче- ский кон- денсатор смешения АВТ свежей
28. Вторичная перегонка масел	1 т	8—70	4—5	0,5—1	3,5—4
29. Регенерация глины	"	22—28	2—3	20—25	—
30. Плавление фенола	"	5—6	5—6	—	—
31. Производство синтетических жиров спиртов из легких парафинов	"	250—295	250—280	7—10	3—5
32. Сернокислотная очистка твердых парафинов	"	2—3	—	1—1,5	1—1,5
33. Сернокислотная очистка мягких парафинов	"	3—4,5	—	2—3	1—1,5
34. Производство серной кислоты	"	54—57	53—56	—	1
35. Сероочистка для газифракционирующей установки	"	50—55	—	50—55	—
36. Установка пиролиза этана	"	33—36	—	33—36	—
37. Установка пиролиза пропана	"	33—37	—	33—37	—
38. Газофракционирующая установка для газов пиролиза	"	10—13	—	10—13	—
39. Ректификация спирта	"	60—70	—	60—70	—
40. Производство водорода	"	3500	—	3500	—
41. Гидроочистка бензинов	"	13—18	3—4	10—14	—
42. Установка синтеза этилового спирта	"	160—180	—	160—180	—
43. Вторичная перегонка фракции НК—140° (в пределах от начала кипения до 140°)	"	5—7	1—2	4—5	—
44. Очистка газа дигидроламинам	"	28—30	—	28—30	—
45. Катализаторная фабрика	1 т катализатора	220—260	—	120—150	100—110

Примечание. Коэффициент часовой неравномерности во всех случаях равен единице.

Ориентировочный расход воды на нефтеперерабатывающих заводах в целом на 1 т нефти при температурном перепаде подаваемой и отводимой воды 25°С приведен в табл. 11.

Таблица 11

Назначение завода	Количество потребляемой воды на 1 т нефти, м ³
1. Заводы прямой перегонки нефти	10—15
2. Крекинг-заводы	15—35
3. Нефтеперерабатывающие заводы с переработкой газа	50—80
4. То же, с учетом водопотребления ТЭЦ	110—120

В табл. 12 приведены усредненные данные использования производственной воды между основными водопотребителями на нефтеперерабатывающих заводах.

Таблица 12

Наименование водопотребителей	Производственные процессы, при которых расходуется вода	Процент от общего расхода (в среднем)
1. Конденсаторы и холодильники поверхностного типа, компрессорные и насосные станции.	Конденсация и охлаждение нефтепродуктов через стенку, охлаждение отдельных элементов конструкций.	84
2. Барометрические конденсаторы и другие конденсаторы смешения.	Конденсация пара, а также конденсация и охлаждение нефтепродуктов путем непосредственного соприкосновения с водой.	8
3. Установка для подготовки нефти к переработке (обессоливание и др.), очистные установки (сернокислотные и др.).	Промывка нефти, нефтепродуктов, аппаратуры и резервуаров.	5
4. Прочие водопотребители.	Разные	3
Итого:	—	100

Предприятия нефтяной промышленности имеют в своем составе подсобные хозяйства (механические заводы и мастерские, автогаражи, тракторные базы и т. п.), нормы расхода воды для которых приведены в табл. 13.

Таблица 13

Наименование предприятия	Единица измерения	Расход воды, м³	Коэффициент часовой неравномерности
1. Механо-ремонтные заводы и мастерские:			
а) литейные цехи	На 1 т продукции	2—3	1
б) кузнечные цехи	То же	1—2	1
в) термические цехи	"	10—15	1
г) механические цехи.	"	0,5—1	1
2. База турбобуров среднего по величине нефтепромысла.	На 1 объект в сутки	200	1
3. Глубинная база среднего по величине нефтепромысла.	То же	100	1
4. Автогаражи и тракторные базы:			
а) грузовая машина	1 маш. за 10 мин. мойки	0,5—0,7	—
б) трактор	То же	0,2	—
в) легковая машина	"	0,30—0,5	—
г) мытье пола.	1 м² пола в сутки	1—1,5	—

Примечания. 1. Учитывая специфичность производства на предприятиях нефтяной промышленности, нормы расхода воды в гаражах и на тракторных базах приняты на 20 % выше обычных.

2. Меньшие нормы расхода воды принимаются для автомашин, работающих на нефтеперерабатывающих заводах и нефтебазах, большие — для работающих на нефтепромыслах.

3. При хранении в гаражах до 25 автомашин следует принимать ежедневную мойку всех машин, а при хранении более 25 автомашин — 90 % от общего числа машин.

4. Количество одновременно моющихся машин принимается по количеству моечных мест.

Нормы расхода воды для строительных работ приведены в табл. 14.

Таблица 14

Вид расхода	Единица измерения	Средняя норма, м³
1. Промывка гравия или щебня ручным способом в желобах при среднем загрязнении.	м³	1—1,5
2. То же при значительном загрязнении	"	2—2,75
3. Промывка гравия или щебня машинным способом в барабанах	"	0,5—1
4. Промывка песка в пескомойках	"	1,25—1,5
5. Приготовление холодного бетона	"	0,225—0,275
6. Приготовление теплого бетона	"	0,3—0,4
7. То же, пластичного бетона	"	0,25—0,3
8. То же, литого бетона	"	0,275—0,325
9. Приготовление и укладка бетона без поливки конструкций	1 м³ бетона в деле	1,5—3
10. Поливка бетона в летнее время	На 1 м² за один раз	0,05
11. То же	На 1 м² за сутки	0,2—0,4
12. Кирпичная кладка на холодном растворе	1000 кирп.	0,09—0,18
13. То же, на теплом растворе	"	0,115—0,23
14. Бутовая кладка	м³	0,1—0,2
15. Приготовление цементного раствора	"	0,5—0,3
16. То же, известкового раствора	"	0,18—0,22
17. Гашение извести	т	1,8—2,3
18. Штукатурные работы за весь период строительства	м²	0,002—0,004
19. Расход воды на объект в целом:		
а) производственные здания	1 м³ объема здания по наружн. обмеру	0,2—0,25
б) то же, с учетом бытовых расходов воды строителями	То же	0,22—0,27
в) жилые кирпичные здания	"	0,115—0,14
г) то же с учетом бытовых расходов	"	0,15—0,18

§ 2. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ
(по Н102—54, ПТУСП МНП 02—55, ПТУСП МНП 01—51, Н108—53
и приказу МНП № 1397)

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение через гидранты на предприятиях, обслуживающих нефтепромышленное хозяйство, механические мастерские, гаражи и т. п., а также в зонах 3, 4 и 5 нефтеперерабатывающих заводов (на 1 пожар) надлежит принимать по тем зданиям, для которых согласно табл. 15 требуется наибольший расход.

Таблица 15

Степень огнестойкости зданий	Категория производства по пожарной опасности	Расход воды на 1 пожар в л/сек при объеме здания в тыс. м³				
		до 3	3—5	5—20	20—50	свыше 50
I и II	Г, Д	5	5	10	11	15
I и II	А, Б, В	10	10	15	20	30
III	Г, Д	5	10	15	25	35
III	В	10	15	20	30	40
IV и V	Г, Д	10	15	20	30	—
IV и V	В	15	20	25	—	—

Примечания. 1. Для производственных зданий, разделенных на части брандауерами, расход воды принимается по части здания, для которой требуется наибольший расход воды.

2. При расчете отдельных участков водопроводной сети промышленных предприятий следует учитывать категорию производства и степень огнестойкости зданий, обслуживаемых этими участками водопроводной сети.

Степень огнестойкости зданий принимается согласно табл. 16.

Классификация производств по категории пожарной опасности приводится в табл. 17 и 18.

Планировка нефтеперерабатывающих заводов производится с учетом выделения следующих зон, указанных в табл. 19.

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение на территории нефтегазразведок и нефтепромыслов, 1-ой и 2-ой зон нефтеперерабатывающих заводов и нефтебаз приведен в табл. 20.

В зависимости от общей емкости склада, т. е. суммарного количества всех емкостей, находящихся на нефтебазе, склады разделяются на три категории, указанные в табл. 21.

Таблица 16

Степень огнестойкости зданий

Степень огнестойкости зданий	Группа возгораемости частей зданий						
	Минимальные пределы огнестойкости, часы						
	Несущие стены и стены лестничных клеток	Заполнение факелка каркасных стен	Колонны и столбы	Междужелобные и чердачные перекрытия	Бесчердачные покрытия	Перегородки	Брандауеры
I	Несгораемые 4	Несгораемые 1	Несгораемые 3	Несгораемые 1,5	Несгораемые 1,5	Несгораемые 1	Несгораемые 5
II	Несгораемые 3	Несгораемые 0,25	Несгораемые 3	Несгораемые 1	Несгораемые 0,25	Несгораемые 0,25	Несгораемые 5
III	Несгораемые 3	Несгораемые 0,25	Несгораемые 3	Трудногораемые 0,75	Сгораемые —	Трудногораемые 0,25	Несгораемые 5
IV	Трудногораемые 0,4	Трудногораемые 0,25	Трудногораемые 0,4	Трудногораемые 0,25	Сгораемые —	Трудногораемые 0,25	Несгораемые 5
V	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Несгораемые 5

Примечание. Сопротивление строительных конструкций воздействию огня до потери или несущей способности и устойчивости, или до образования сквозных трещин, или до достижения температуры на противопожарной от огня поверхности до 150°, называется пределом огнестойкости и определяется в часах.

Классификация производств по категории пожарной опасности на нефтепромыслах

Категория производств по пожарной опасности	Характеристика пожарной опасности технологического процесса	Наименование производств и установок нефтедобывающей промышленности
1	2	3
А	Производства, технологически связанные с бурением, эксплуатацией нефтепромыслов, сбором, транспортировкой, хранением и первичной обработкой нефти и нефтепродуктов с температурой вспышки паров 28°C и ниже, а также сбором, транспортировкой и хранением попутного газа.	Эксплуатационные скважины по добыче нефти с температурой вспышки 28°C и ниже; сооружения по сбору и транспортировке нефти и попутного газа; нефтесборные пункты, товарные, газгольдерные парки, нефтеналивные эстакады; насосные по перекачке нефти, газокомпрессорные, цехи первичной обработки нефти (деэмульсация, стабилизация) и т. п.
Б	Производства, технологически связанные с бурением на нефть, эксплуатацией нефтепромыслов, сбором, транспортировкой, хранением и первичной обработкой нефти и нефтепродуктов с температурой вспышки паров от 28 до 120°C .	Эксплуатационные скважины по добыче нефти, с температурой вспышки выше 28 до 120°C , сооружения по сбору и транспортировке нефти, нефтесборные пункты, товарные парки, нефтеналивные эстакады, насосные до перекачки нефти, цехи деэмульсации по термохимическому и химическому методам и т. д.

Окончание табл. 17

1	2	3
В	Производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов, а также жидкостей с температурой вспышки паров выше 120°C .	Лесопильные, деревообделочные, столярные, бондарные, лесотарные цехи и цехи регенерации, смазочных масел, базы смазочных масел, трансформаторные и др. помещения с маслянонаполненным электрооборудованием; насосные станции по перекачке жидкостей с температурой вспышки паров выше 120°C , пакгаузы и склады смешанных грузов, гаражи, лаборатории по исследованию нефти и газа и т. д.
Г	Производства, связанные с обработкой негорючих веществ и материалов в горячем раскисленном состоянии и сопровождающейся выделением лучистого тепла, систематическим выделением искр и пламени, а также производства, связанные со сжижением твердого, жидкого и газообразного топлива.	Цехи горячей обработки металлов, кузнечные, котельные, моториспытательные станции, депо моторов и паровозов, помещения двигателей внутреннего сгорания, машинные залы электростанций и т. п.
Д	Производства, связанные с обработкой негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.	Механические цехи холодной обработки металлов (кроме магневых сплавов), воздушные и компрессорные станции воздуха и др. негорючих газов, цехи регенерации кислот, депо электродов и электровозов, инструментальные цехи, цехи холодной штамповки и прокатки металлов, насосные станции для перекачки негорючих жидкостей, градирни, цехи с мокрыми процессами производства и т. п.

Классификация производств по категории пожарной опасности на нефтеперерабатывающих заводах

Категория производ- ства по по- жарной опасности	Характеристика пожарной опасности технологического процесса	Наименование производств	
		1	2
А	Производства, связанные с применением или переработкой нефти, нефтепродуктов, производством искусственного жидкого топлива и др. жидкостей с температурой вспышки паров 28°С и ниже или с температурой нагрева продукта (жидкости) 250°С и выше, а также горючих газов, нижний предел взрываемости которых 10% и менее к объему воздуха, при применении этих жидкостей и газов в количествах, которые с воздухом могут образовывать взрывоопасные смеси.	Помещения установок по обезвоживанию и обессоливанию нефти. Трубочные перегонные установки. Установки деструктивной переработки нефти, крекинги и риформинги термические и каталитические, простые и комбинированные, пиролизные трубчатые установки. Установки по производству высокооктановых компонентов. Газофракционирующие установки. Бензиноалкогоноочистные установки. Газолиновые и газоперерабатывающие установки. Цехи гидрирования, дистилляции и газифракционирования, цехи рекуперации и ректификации органических растворителей с температурой испарения паров 28°С и ниже. Резервуарные парки и хранилища нефти, нефтепродуктов и др. жидкостей с температурой вспышки паров 28°С и ниже.	
		Газгольдеры горючих газов. Сливно-наливные устройства (эстакады). Технологические насосные нефтепродуктов и др. жидкостей с температурой вспышки паров 28°С и ниже. Горячие насосные по перекачке любого продукта с температурой нагрева продукта 250°С и выше. Сырьевые насосные по перекачке нефти с температурой вспышки паров 28°С и ниже. Насосные по перекачке и разливу жидких газов. Насосные установки для деаэсальтации масел пропаном и для депарафинизации масел метилэтилкетонем, ацетоном и др. Помещения фильтров и кристаллизаторов установок	

Продолжение табл. 18

Категория производ- ства по по- жарной опасности	Характеристика пожарной опасности технологического процесса	Наименование производств	
		1	2
А	Производства, связанные с применением или переработкой нефти, нефтепродуктов, производством искусственного жидкого топлива и др. жидкостей с температурой вспышки паров 28°С и ниже или с температурой нагрева продукта (жидкости) 250°С и выше, а также горючих газов, нижний предел взрываемости которых 10% и менее к объему воздуха, при применении этих жидкостей и газов в количествах, которые с воздухом могут образовывать взрывоопасные смеси.	Помещения установок по обезвоживанию и обессоливанию нефти. Трубочные перегонные установки. Установки деструктивной переработки нефти, крекинги и риформинги термические и каталитические, простые и комбинированные, пиролизные трубчатые установки. Установки по производству высокооктановых компонентов. Газофракционирующие установки. Бензиноалкогоноочистные установки. Газолиновые и газоперерабатывающие установки. Цехи гидрирования, дистилляции и газифракционирования, цехи рекуперации и ректификации органических растворителей с температурой испарения паров 28°С и ниже. Резервуарные парки и хранилища нефти, нефтепродуктов и др. жидкостей с температурой вспышки паров 28°С и ниже.	
		Газгольдеры горючих газов. Сливно-наливные устройства (эстакады). Технологические насосные нефтепродуктов и др. жидкостей с температурой вспышки паров 28°С и ниже. Горячие насосные по перекачке любого продукта с температурой нагрева продукта 250°С и выше. Сырьевые насосные по перекачке нефти с температурой вспышки паров 28°С и ниже. Насосные по перекачке и разливу жидких газов. Насосные установки для деаэсальтации масел пропаном и для депарафинизации масел метилэтилкетонем, ацетоном и др. Помещения фильтров и кристаллизаторов установок	

Б

Производства, связанные с применением или переработкой нефти, нефтепродуктов, производством искусственного жидкого топлива и др. жидкостей с температурой вспышки паров свыше 28°C включительно, горючих газов, нижний предел взрываемости которых более 10% к объему воздуха, при применении этих газов и жидкостей в количествах, которые могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси.

Производства, в которых выделяется во взвешенном состоянии горючая пыль в таком количестве, что может образовывать взрывоопасные смеси с воздухом.

расположении газовой аппаратуры в здании. Цехи улавливания газа бензина и нафталина. Цехи осушки газа, экстрактерные, газодувные и газосмесительные установки, отделения циркуляционных вентиляторов. Цехи очистки швельгаза, конденсации смолы и охлаждения газа.

Цехи обработки и применения металлического натрия и калия.

Стационарные кислотные и щелочные аккумуляторные помещения электростанций.

Технологические насосные по перекачке нефтепродуктов и др. жидкостей с температурой вспышки паров свыше 28°C включительно. Сырьевые насосные по перекачке нефти с температурой вспышки паров свыше 28°C до 120°C включительно. Цехи и помещения, перечисленные в категории А, но с применением или переработкой жидкостей с температурой вспышки паров свыше 28°C до 120°C включительно. Керосиноочистные установки.

Помещения для разлива жидкого дорожного битума, установок перколяции без применения растворителей; для плавления фенола.

Газогенераторные станции отопительного и водяного газа (за исключением печных отделений), помещения газодувок и дезинтеграторов отопительного и водяного газов. Газовые цехи под давлением, электрофильтры, цехи полукоксования твердых топлив. Отделения сепараторов и насосных цехов конденсации продуктов синтеза. Цехи пастовых насосов, цехи приготвления контактной пасты, цехи приготвления угольной пасты. Цехи центрифугирования смолы и масел с температурой вспышки выше 28°C до 120°C включительно.

11

В

Производства, связанные с применением или переработкой нефти, нефтепродуктов, искусственного жидкого топлива и других горючих жидкостей с температурой вспышки паров свыше 120°C , а также связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов.

Цехи полукоксования шлама. Цехи дистилляции экстрагированного парафина. Цехи осернения масла твердой серой. Смолоперегонные цехи. Компрессорные станции водяного газа среднего давления. Цехи сероочистки газогенераторного и водяного газа. Цехи конденсации СО под нормальным давлением. Цехи медноаммиачной очистки газа от СО (отделения регенерации растворов), отделения выкумной отгонки этаноламина из раствора (цехи очистки газа от сероводорода этаноламином). Цехи камерных печей газосжигающих заводов: загрузочные мосты, обслуживающие площадки печи, площадки обслуживания газоподводящих клапанов. Смоло-насосные. Машинный зал и главный корпус цехов газогенераторных швельпечей. Печные цехи заводов полукоксования. Цехи приготвления и транспортировки угольной пыли и фрезерного торфа; размольные, сортировочные, сушильные и транспортные цехи, транспортные галереи. Мазутное хозяйство электростанций.

Насосные станции по перекачке нефти, нефтепродуктов и др. жидкостей с температурой вспышки паров свыше 120°C . Помещения для разлива масел, битума, парафина. Помещения установок для очистки масел фенолом. Помещения установок контактной очистки масел. Помещения для производства масел, смазок и присадок. Производства битума и асфальта. Склады хранения масел в таре. Различные битума. Помещения КИПов. Цехи регенерации смазочных масел, смолоперегонные цехи и пекарни. Цехи шлагоотстойников, маслоотстойников. Цехи очистки масел с температурой вспышки свыше 120°C . Цехи очистки газа от сероводорода мажляковосодовым и этаноламиновым способом в случае выноса газовой аппаратуры вне здания и отключения ее от оборудования, стоящего в цехе, гидрозатворами. Цехи при-

топления и транспортировки кускового и измельченного угля и сланца, приемные устройства, дробильные и сортировочные цехи, транспортные галереи.

Лесопильные, деревообделочные, столярные, модельные, бондарные и лесогарные цехи.

Склады горючих и смешанных материалов.

Открытые склады масла и масляное хозяйство электро-станций, трансформаторные мастерские, распределительные устройства с выключателями и аппаратурой, содержащей более 60 кг масла в единичные оборудование и т. п.

Главный корпус. Песчаные отделения газогенераторных цехов (станций), кузнцы, мотовозные и паровозные депо, гаражи, моториспытательные станции (цехи), помещения двигателей внутреннего сгорания, котельные.

Главные корпуса электростанций, распределительные устройства с выключателями и аппаратурой, содержащей 60 кг и менее масла в единичное оборудование и т. п.

Механические цехи (мастерские) холодной обработки металлов (кроме магниевых сплавов), воздухоподувающие и компрессорные станции воздуха и др. негорючих газов, цехи регенерации кислот, дымососные, цехи химводоочистки, холодной обработки минералов, руд, солей и др. негорючих материалов, насосные станции для перекачки негорючих жидкостей, депо электрокаров и электровозов, цехи с мским процессом производства, градирни, склады негорючих материалов.

Щиты управления, волоочистка, багерная насосная, золошлакоотстойник, насосные и водоприемные устройства электростанций. Углекислотные и хлораторные установки и т. п.

Примечания. 1. Склады подразделяются на категории в соответствии с пожарной опасностью находящихся в них материалов, применительно к указаниям настоящей таблицы.

2. Помещения лабораторий подразделяются на категории в соответствии с пожарной опасностью находящихся в них веществ и ведущихся работ, применительно к указаниям настоящей таблицы.

Г
Производства, связанные с применением или обработкой негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии и сопровождающихся выделением лучистого тепла, систематическим выделением искр и пламени, а также производства, связанные со сжиганием твердого жидкого и газообразного топлива.

Данные о планировке нефтеперерабатывающих заводов

Таблица 19

Наименование зон	Здания, сооружения и установки, размещаемые в пределах зоны
1	2
1. Зона производственных зданий, сооружений и установок.	а) технологические установки, цехи и связывающие их нефте- и продуктопроводы, газопроводы и галереи; б) технологические насосные и компрессорные; в) приемные и промежуточные резервуары (парки); г) газгольдеры приемные; д) цехи приготовления и транспортировки угля, горючих сланцев, торфа и сажки; е) трансформаторные подстанции напряжением до 10 кв и распределительные устройства; ж) подсобные цехи, помещения и сооружения; цеховые лаборатории, ремонтные мастерские (с рабочей площадью пола до 100 м²), душевые, цеховые конторы, материальные кладовые, инструментальные, буфеты, раздевалки, пункты первой помощи, контрольные и сторожевые будки, пожарные посты, помещения для кочегаров, водонасосные, градирни, водосемы, нефтеловушки, цеховые котельные и т. п. з) хранилища нефтепродуктов в таре.
2. Зона сырьевых и товарных резервуарных парков, сливно-наливных устройств и причалов.	а) сырьевые и товарные резервуарные парки; б) сырьевые и товарные насосные; в) газгольдеры товарного газа; г) железнодорожные сливно-наливные устройства и насосные при них; д) сливно-наливные причалы и насосные при них; е) котельные, обслуживающие объекты 2-й зоны.
3. Зона подсобных цехов и сооружений.	а) механические и ремонтные мастерские и кузнцы, плотничные, столярные, термические и литейные цехи и т. п.; б) электростанции, ТЭЦ, трансформаторные подстанции напряжением более 10 кв и распределительные устройства;

1	2
4. Зона аварийных и расходных складов твердого топлива и лесоматериалов	в) заводские (центральные) лаборатории; г) склады оборудования и материалов; д) паровозные и мотовозные депо.
5. Зона административных, хозяйственных и бытовых зданий.	а) склады бурого и каменного угля и кокса; б) склады торфа кускового и фрезерного; в) склады горючих сланцев; г) склады дров; д) склады лесоматериалов.
	а) заводоуправления (конторы), столовые, душевые (центральные), торговые ларьки; б) гаражи, профилактории, авторемонтные мастерские, заправочные пункты; в) пожарные депо, караульные помещения, охрана.

Расчетные расходы воды на пожаротушение на предприятиях нефтяной промышленности

Таблица 20

Наименование предприятий	Расчетный расход воды, л/сек
1. Нефтеразведки и территории нефтепромыслов, на которых располагаются эксплуатационные вышки, групповые установки, станки-качалки, вышки бурящихся скважин и т. п.	20
2. 1 и 2 зоны нефтеперерабатывающих заводов.	80
3. Нефтебазы III категории при емкости наибольшего резервуара не более 700 м ³ :	
при емкости нефтебазы до 1500 м ³ .	15
при емкости нефтебазы от 1500 до 6000 м ³	25

Классификация нефтебаз по категориям в зависимости от их емкости

Таблица 21

Категория склада	Общая емкость склада, м ³
I	от 30001 и более
II	от 6001 до 30 000
III	до 6000

На нефтебазах I и II категорий, а также на нефтебазах III категории при емкости наибольшего резервуара более 700 м³, в районе резервуарных парков, сборных пунктов и отдельно стоящих резервуарах с нефтепродуктами, расход воды на тушение пожара определяется специальным расчетом в зависимости от вида огнегасительных средств, интенсивности подачи средств огнетушения, расчетной площади пожара и пр.

В табл. 22 приведены данные о существующих видах огнегасительных средств и области их применения.

Таблица 22

Наименование огнегасительных средств	Область применения
1. Химическая пена	Применяется как универсальное средство пожаротушения всех нефтепродуктов. Наиболее целесообразно применение химической пены для тушения пожаров нефтепродуктов с температурой вспышки 40° С и ниже.
2. Воздушно-механическая пена	Рекомендуется к применению для тушения пожаров всех нефтепродуктов, хранящихся в резервуарах до РВС-1000 включительно, за исключением авиабензинов. В резервуарах более РВС-1000 воздушно-механическая пена применяется для тушения пожаров нефтепродуктов с температурой вспышки выше 45° С.
3. Распыленная вода	Применяется только для тушения пожаров мазутов с температурой вспышки 60° С и выше и др. нефтепродуктов с температурой вспышки выше 120° С.
4. Сжатый воздух или инертный газ	Применяется только для жидкостей, имеющих высокую температуру вспышки. Температура вспышки нефти должна быть не меньше, чем на 5° выше температуры самой жидкости в нормальном состоянии до пожара.

Примечание. РВС-1000 — резервуары водяные объемом 1000 м³.

Количество средств пожаротушения, подаваемых в единицу времени на единицу расчетной площади пожара (расчетная интенсивность подачи средств пожаротушения) в л/сек на 1 м² для резервуаров всех объемов, приведено в табл. 23.

Воздушно-механическая пена образуется путем перемешивания водного раствора пенообразователя с воздухом в воздушно-пенном стволе (ВПС), работающем на принципе водоструйного насоса. Рабочие режимы воздушно-пенных стволов приведены в табл. 27.

Т а б л и ц а 27

Тип смесителя	Напор перед смесителем	Напор за смесителем,	Напор ствола,	Расход воды, л/сек	Производитель- ность на пену, м³/мин	Примечание
	ат					
ПС-2,5	4,5	3,1	3	5,5	3,7	Работа смеси- теля со стволом ВПС-5
	5,8	4,1	4	8,1	4,1	
	7,5	5,2	5	6,9	4,3	
	8,9	6,2	6	7,7	5,0	
ПС-5-10	4,1	3,2	3	7,4	5,0	Работа смеси- теля со стволом ВПС-10
	5,8	4,3	4	8,5	6,6	
	7,2	5,3	5	9,5	7,5	

При оборудовании резервуаров стационарными или полустационарными системами воздушно-пенного или химического тушения на резервуарах устанавливаются универсальные пенные камеры. Они позволяют подавать в резервуар как воздушно-механическую, так и химическую пену. Универсальные пенные камеры при работе на химической пене исполняют роль пеносливной камеры, так как пенообразующими аппаратами для них являются пеногенераторы. При тушении пожаров воздушно-механической пеной универсальная пенная камера является не только пеносливной, но и пенообразующей.

Рабочий режим универсальной пенной камеры приведен в табл. 28.

Т а б л и ц а 28

Напор у камеры, ат	Расход воды	Производительность на пену	Кратность пены	Содержание пенообразователя, % (к воде)
	л/сек			
6,0	~17,0	~150	~8,5	~4

✓ Тушение пожаров нефтепродуктов распыленной водой производится стационарно установленными распылителями щелевого (бортового) или дефлекторного типа при резервуарах до РВС-1000 включительно посредством ручных и лафетных стволов.

Рабочие режимы распылителей приведены в табл. 29.

Т а б л и ц а 29

Тип распылителя	Напор у распылителя, ат	Расход воды, л/сек	Радиус действия, м (при высоте распылителя над поверхностью горящего 0,3 м)
1. Щелевой (бортовой); ширина щели 2 мм	4	6,53	5,5
	5	7,05	5,3
2. Дефлекторный типа Безуглова (размер щели 10 мм)	4	6,4	2
	5	7,3	2

Секундный расход пены на тушение пожара определяется по формуле

$$Q_n = f \cdot Q_p \text{ л/сек,}$$

где Q_n — расход пены, л/сек,

f — расчетная площадь пожара, м²;

Q_p — расчетная интенсивность подачи средств пожаротушения в л/сек на 1 м².

Количество пеногенераторов, обеспечивающих подачу потребного расхода пены, определяется по формуле

$$n = \frac{Q_n}{K_n},$$

где n — количество пеногенераторов;

K_n — производительность [пеногенераторов на пену, л/сек.

Общий расход воды на пенообразование будет равен

$$Q_v = n \cdot K_v \text{ л/сек,}$$

где K_v — потребный расход воды на один пеногенератор.

В табл. 30 приведены результаты расчетов по определению количества воды, потребной для тушения горящих резервуаров различными средствами пожаротушения.

Таблица 30

Количество воды, потребной для тушения горящих резервуаров, л/сек

Емкость резервуара, м ³	Диаметр резервуара, м	Площадь зеркала горящего, м ²	Нефтепродукты с температурой вспышки, °С						
			ниже 28		выше 28 до 45		выше 45		
			пожаротушение						
			химической пеной	воздушно-механической пеной	химической пеной	воздушно-механической пеной	химической пеной	воздушно-механической пеной	распыленной водой
100	4,74	17,6	6	17	6	17	6	17	7
200	6,63	34,6	6	17	6	17	6	17	7
300	7,59	45,1	12	17	6	17	6	17	14
400	8,54	57,5	12	17	6	17	6	17	14
700	10,44	85,5	18	17	12	17	6	17	21
1000	12,37	120,0	18	17	12	34	12	17	28
2000	15,25	182,0	30	34	20	34	20	34	43
3000	19,06	285,0	50	51	30	51	20	34	63
5000	22,88	412,0	70	68	40	68	30	51	85

Примечания. 1. Размеры резервуаров приняты по типовому проекту, разработанному Министерством строительства предприятий тяжелой промышленности (Промпроект).

2. При составлении таблицы приняты:

а) система пожаротушения-полустационарная;

б) в качестве пенообразующих аппаратов при тушении пожаров химической пеной пеногенераторы ПГ-25 (для резервуаров до РВС-1000 включительно) и ПГ-50 (для резервуаров свыше РВС-1000), работающие при напоре перед ними, равном 6 ат;

в) в качестве пенопроизводящих аппаратов при тушении пожаров воздушно-механической пеной—универсальные пенные камеры, работающие при напоре перед ними, равном 6 ат;

г) в качестве распыляющих аппаратов при тушении пожаров распыленной водой—целевые (бортовые) распылители, работающие при напоре перед ними, равном 5 ат.

Определение расходов воды, потребной для охлаждения резервуаров, должно производиться из расчета охлаждения горящего резервуара и соседних, расположенных на расстоянии одного диаметра и ближе от этого резервуара. Нормы расхода воды на охлаждение горящего и соседних с ним резервуаров приведены в табл. 31.

Таблица 31

Наименование расхода	Единица измерения	Норма расхода воды, л/сек
1. Охлаждение горящего резервуара	1 м длины окружности резервуара	0,5
2. Охлаждение резервуаров соседних с горящим	1 м 1/2 длины окружности резервуара	0,2

Примечания. 1. При полуподземных резервуарах, указанные в табл. 31 расходы уменьшаются на 50%.

2. При подземных резервуарах расходы воды на охлаждение резервуаров не учитываются.

Расход воды на охлаждение резервуаров определяется по формуле

$$Q_v = L \cdot q + m \left(q_1 \cdot \frac{L'}{2} \right),$$

где Q_v —общий расход воды на охлаждение резервуаров, л/сек;

L —длина окружности горящего резервуара, м;

L' —длина окружности резервуара соседнего с горящим, м;

q —норма расхода воды на охлаждение горящего резервуара, л/сек;

q_1 —норма расхода воды на охлаждение резервуара, соседнего с горящим, л/сек;

m —число соседних резервуаров.

Общий расход воды, потребной для тушения и охлаждения резервуаров, определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_v + Q'_v.$$

В табл. 32, 33 приведены результаты расчетов по определению количества воды, необходимой для охлаждения горящего и соседних с ним резервуаров.

Таблица 32

Расчетный расход воды, л/сек, для охлаждения горящего и соседних с ним резервуаров

Емкость резервуара, м³	Длина окружности, м	На охлаждение				На охлаждение горящего резервуара + на охлаждение		
		горящего резервуара	одного соседнего резервуара	двух соседних резервуаров	трех соседних резервуаров	одного соседнего резервуара	двух соседних резервуаров	трех соседних резервуаров
100	15,0	7,5	1,5	3,0	4,5	9,0	10,5	12,0
200	21,0	10,5	2,1	4,2	6,3	12,6	14,7	16,8
300	24,0	12,0	2,4	4,8	7,2	14,4	16,8	19,2
400	27,0	13,5	2,5	5,0	7,5	16,0	18,5	21,0
700	33,0	16,5	3,3	6,6	9,9	19,8	23,1	26,4
1000	39,0	19,5	3,9	7,8	11,7	23,4	27,3	31,2
2000	48,0	24,0	4,8	9,6	14,4	28,4	33,6	38,4
3000	60,0	30,0	6,0	12,0	18,0	36,0	42,0	48,0
5000	72,0	36,0	7,2	14,4	21,0	43,2	50,4	57,6

Примечание. Полный пожарный расход воды при наличии пенных установок, установок с лафетными стволами или установок для подачи, распыленной воды должен приниматься в размере, потребном на эти установки, с добавлением 25% расхода воды от гидрантов согласно табл. 15, 20 или 21. Суммарный расход воды должен быть не менее расхода воды указанного в этих таблицах.

Таблица 33
Расчетные расходы воды на пожаротушение и охлаждение горящего и соседних резервуаров

Емкость резервуара, м³	Огнетушительные средства											
	Нефтепродукты с температурой вспышки, °С											
	ниже 28			выше 28 до 45			выше 45					
	Расход воды на пожаротушение и охлаждение горящего и соседних резервуаров при количестве последних											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
100	15,0	16,5	18,0	15,0	16,5	18,0	15,0	16,5	18,0	15,0	16,5	18,0
	26,0	27,5	29,0	26,0	27,5	29,0	26,0	27,5	29,0	26,0	27,5	29,0
200	18,6	20,7	22,8	18,6	20,7	22,8	18,6	20,7	22,8	18,6	20,7	22,8
	29,6	31,7	33,8	29,6	31,7	33,8	29,6	31,7	33,8	29,6	31,7	33,8
300	26,4	28,8	31,2	20,4	22,8	25,2	19,6	21,7	23,8	19,6	21,7	23,8
	31,4	33,8	36,2	31,4	33,8	36,2	31,4	33,8	36,2	31,4	33,8	36,2
400	—	—	—	—	—	—	28,4	30,8	33,2	28,4	30,8	33,2
	28,0	30,5	33,0	22,0	24,5	27,0	22,0	24,5	27,0	22,0	24,5	27,0
700	33,0	35,5	38,0	33,0	35,5	38,0	33,0	35,5	38,0	33,0	35,5	38,0
	—	—	—	—	—	—	30,0	32,5	35,0	30,0	32,5	35,0
1000	45,0	41,1	44,4	31,8	35,1	38,4	25,8	29,1	32,4	25,8	29,1	32,4
	36,8	40,1	43,4	36,8	40,1	43,4	36,8	40,1	43,4	36,8	40,1	43,4
	—	—	—	—	—	—	40,8	44,1	47,4	40,8	44,1	47,4
2000	41,4	45,3	49,0	35,4	39,3	43,2	35,4	39,3	43,2	35,4	39,3	43,2
	40,4	44,3	48,2	57,4	61,3	65,2	40,4	44,3	48,2	40,4	44,3	48,2
	—	—	—	—	—	—	51,4	55,3	59,2	51,4	55,3	59,2
3000	58,4	63,6	68,4	48,4	53,5	58,4	48,4	53,6	58,4	48,4	53,6	58,4
	62,4	67,6	72,4	62,4	67,6	72,4	62,4	67,6	72,4	62,4	67,6	72,4
	—	—	—	—	—	—	71,4	76,6	81,4	71,4	76,6	81,4
5000	86,0	92,0	98,0	66,0	72,0	78,0	56,0	62,0	68,0	56,0	62,0	68,0
	87,0	93,0	99,0	87,0	93,0	99,0	70,0	76,0	82,0	70,0	76,0	82,0
	—	—	—	—	—	—	99,0	105,0	111,0	99,0	105,0	111,0
	113,2	120,4	127,6	83,2	94,4	97,6	73,2	80,4	87,6	73,2	80,4	87,6
	111,2	118,4	125,6	111,2	118,4	125,6	94,2	101,4	108,6	94,2	101,4	108,6
	—	—	—	—	—	—	128,2	135,4	142,6	128,2	135,4	142,6

§ 3. ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Нормы расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды в производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий, а также коэффициенты часовой неравномерности водопотребления, надлежит принимать согласно табл. 34.

Таблица 34

Виды цехов	Норма расхода воды на 1 человека в смену, л	Коэффициент часовой неравномерности
1. В цехах со значительными тепло-выделениями (более 20 ккал на 1 м³/час)	35	2,5
2. В остальных цехах	25	3,0

Примечания. 1. Нормы расхода воды могут снизиться до 15 л на каждого работающего в смену на предприятиях, где отсутствуют хозяйственно-фекальная канализация.

2. Нормы водопотребления не включают расход воды на поливку территории предприятия.

3. Нормы расхода воды на поливку проездов, площадей и зеленых насаждений расположенных на территории предприятий, следует принимать в зависимости от типа покрытий проездов, климатических и грунтовых условий в количестве 1,5—4 л на 1 м²/сут.

Определение расчетного расхода на хозяйственно-питьевые нужды на предприятии за смену в 8 часов производится по формуле

$$Q = \frac{q \cdot n \cdot K_{\text{час}}}{8 \cdot 3600} \text{ л/сек},$$

где Q —расчетный расход, л/сек;

q —норма водопотребления по табл. 34;

n —наибольшее число работающих в смену;

$K_{\text{час}}$ —коэффициент часовой неравномерности по табл. 34.

Нормы расхода воды на пользование душем приведены в табл. 35.

На предприятиях нефтяной промышленности, связанных непосредственно с добычей нефти и получением нефтепродуктов, следует принимать норму расхода воды на пользование душем 60 л на одного человека, пользующегося душем.

Определение расчетного расхода на пользование душем производится по формуле:

$$Q = \frac{q \cdot n}{45 \cdot 60} \text{ л/сек},$$

здесь: Q —расчетный расход, л/сек; q —норма расхода воды (по табл. 35, л); n —число пользующихся душем.

Таблица 35

Род производства	Нормы расхода воды на разовое пользование душем, л
1. Производства, связанные с загрязнением тела или требующие особого санитарного режима для обеспечения надлежащего качества продукции	40
2. Производства, связанные с выделением большого количества загрязняющей пыли или пыли и влаги, а также производства, связанные с обработкой ядовитых веществ или зараженных материалов	60
3. Полудуши	25

Примечание. Продолжительность действия душей принимается 45 мин. после каждой смены.

Нормы расхода воды и коэффициенты неравномерности ее потребления для общественных зданий на предприятиях приведены в табл. 36.

Таблица 36

Вид здания	Единица потребления	Нормы наибольшего расхода воды, л	Коэффициент часовой неравномерности
1. Административно-хозяйственные	на 1 работающего	от 6 до 15	2
2. Столовые	на 1 обедающего	от 18 до 25	1,5
3. На обслуживающий персонал административно-хозяйственных зданий (дополнительно к п. 1)	на 1 чел. в смену	25	2

Примечание. Выбор норм водопотребления в пределах указанных в каждом из пунктов таблицы должен производиться в зависимости от климатических и других местных санитарно-гигиенических условий.

Определение расчетного расхода в административно-хозяйственных зданиях и столовых производится аналогично определению расхода на хозяйственно-питьевые нужды на предприятиях.

§ 4. ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ В ПОСЕЛКАХ ПРИ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления и коэффициенты неравномерности расхода воды на поселках промышленных предприятий приведены в табл. 37.

Таблица 37

Характер оборудования зданий санитарно-техническими устройствами	Водопотребление на 1 жителя, л/сут		Кoeffи- циент часовой неравно- мерности
	средне- су точное (за год)	в сутки наиболь- шего водопотреб- ления	
1. Внутренние водопровод, канализация и централизованное горячее водоснабжение.	160—210	185—240	1,25—1,15
2. Внутренние водопровод, канализация и ванны с газовыми колонками.	140—170	160—190	1,3—1,2
3. То же, с дровяными колонками.	85—120	100—140	1,4—1,25
4. Внутренние водопровод и канализация без ванн, но при газификации.	65—110	80—130	1,5—1,3
5. Внутренние водопровод и канализация без ванн.	50—90	65—110	1,6—1,4

Примечания. 1. Нормами предусмотрено водопотребление в жилых домах и общественных зданиях. Расход воды на поливку улиц и зеленых насаждений в приведенные нормы не входит.

2. Расход воды на поливку улиц, проездов, площадей и зеленых насаждений на поселках при промышленных предприятиях следует принимать в зависимости от типа покрытия проездов, климатических и грунтовых условий, в количестве 1, 5—4,0 л на 1 м²/сут.

3. Для засушливых районов, а также при необходимости массовой поливки зеленых насаждений на большой площади, норма на поливку может устанавливаться исходя из местных условий.

4. Выбор норм водопотребления в пределах, указанных в каждом из пунктов таблиц, должен производиться в зависимости от климатических и др. местных условий.

5. При водоснабжении из водоразборных колонок расход воды на одного жителя в сутки наибольшего водопотребления следует принимать в количестве 40—60 л при коэффициенте часовой неравномерности равном 2,0—1,6.

6. При учете перспективного развития водопровода нормы водопотребления могут быть повышены не более чем на 15%.

При необходимости определения сосредоточенных расходов воды в отдельных жилых, общественных и др. зданиях, нормы расхода воды (вошедшие в нормы водопотребления, указанные в табл. 38) и коэффициенты неравномерности водопотребления следует принимать по табл. 38.

Таблица 38

Вид здания	Единица потребления	Нормы наи- большего расхода воды, л	Кoeffи- циент часо- вой нерав- номерности
1. Дома жилые, квартирного типа с водопроводом и канализацией, без ванн.	на 1 жителя в сутки	от 60 до 100	2
2. То же, с газификацией.	"	от 75 до 120	1,9
3. Дома жилые, квартирного типа, с водопроводом и канализацией, с ванными и дровяными колонками.	"	от 90 до 130	1,8
4. То же, с газификацией.	"	от 150 до 175	1,7
5. То же, с централизованным горячим водоснабжением	"	от 175 до 225	1,6
6. Общежития без душевых.	"	от 50 до 75	2,5
7. Общежития с душевыми.	"	от 75 до 100	2,5
8. Гостиницы с общими ванными комнатами.	"	от 100 до 120	2,5
9. То же, с ванными в отдельных номерах (25%).	"	от 200 до 250	1,7
10. То же, с ванными во всех номерах.	"	от 250 до 350	1,5
11. Поликлиники.	на 1 посети- теля	15	1
12. Детские сады без душевых	на 1 ребен- ка в сутки	75	3
13. Детские сады с душевыми и детские ясли	"	100	3
14. Столовые и рестораны	на 1 "обеда- ющего	от 18 до 52	1,5
15. Прачечные немеханизирован- ные	на 1 кг су- хого белья	40	1
16. Прачечные мех анизированные	"	от 60 до 90	1
17. Бани (без плавательных бас- сейнов)	на 1 посе- тителя	от 125 до 180	1
18. Общественные здания:			
а) административно-хозяйствен- ные	на 1 работ- ника	от 6 до 15	2
б) кинотеатры, клубы	на 1 зри- теля	от 3 до 5	2
в) учебные заведения	на 1 уча- щегося и преподава- теля	от 15 до 20	2
г) общественные здания. На об- служивающий персонал (дополни- тельно к п. п. а, б, в)	на 1 чело- века в смену	25	2

Примечания. 1. Выбор норм водопотребления в пределах, указанных в каждом из пунктов таблицы должен производиться в зависимости от климатических и др. местных санитарно-гигиенических условий.

2. В жилых зданиях квартирного типа, имеющих центральное горячее водоснабжение, оборудованных мойками и сливами, допускается принимать наибольший суточный расход до 400 л на 1 человека с коэффициентом часовой неравномерности 1,5.

3. Нормы расхода не включают расход воды на поливку дворов, проездов и газонов.

§ 5. СВОБОДНЫЕ НАПОРЫ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ВОДОПРОВОДЕ

Свободный напор в наружной сети производственного водопровода надлежит принимать не менее величин, указанных в табл. 39.

Т а б л и ц а 39

Наименование предприятий	Минимальный напор над поверхностью земли, м
1. Нефтяные промыслы	20
2. Нефтеперерабатывающие заводы	20—25
3. Нефтебазы	20

Примечание. При отдельных производственных процессах, когда необходим более высокий напор (цементировка и промывка скважин и т. п.), последний создается теми же агрегатами, с помощью которых эти процессы осуществляются или же для повышения напора (при заводнении нефтяных пластов и т. п.) предусматриваются местные насосные установки.

§ 6. СВОБОДНЫЕ НАПОРЫ В ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОМ ВОДОПРОВОДЕ

Свободный напор в наружной сети хозяйственно-питьевого водопровода на предприятии и поселке при нем, при хозяйственно-питьевом водопотреблении надлежит принимать не менее величин, указанных ниже.

Этажность застройки	1	2	3	4	5
Минимальный напор над поверхностью земли, м	10	12	16	20	24

Примечания. 1. Свободный напор в сети у водоразборных колонок должен быть не менее 10 м.

2. Отдельные высокие здания, а также здания или группы их, расположенные в повышенных местах, могут не учитываться при исчислении необходимых напоров в водопроводной сети. В этих случаях для указанных зданий следует предусматривать местные установки для повышения напора.

ГЛАВА II

НОРМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ СЕТЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

По целевому назначению на предприятиях нефтяной промышленности различают следующие виды водоснабжения:

- 1) производственное;
- 2) противопожарное;
- 3) производственно-противопожарное;
- 4) хозяйственно-питьевое;
- 5) противопожарно-хозяйственно-питьевое.

В табл. 40 приведена характеристика каждого вида водоснабжения.

Производственное водоснабжение по характеру использования воды подразделяется на:

- 1) прямоточное;
- 2) прямоточное со ступенчатым использованием воды;
- 3) обратное;
- 4) обратное со ступенчатым использованием воды;
- 5) смешанное.

В табл. 41 приведена характеристика производственного водоснабжения.

Из всех предприятий нефтяной промышленности нефтеперерабатывающие заводы являются объектами, потребляющими наибольшее количество воды.

Вода на заводе употребляется в весьма многочисленных процессах. В зависимости от того или иного процесса отработанные воды загрязняются различно и различаются от совершенно чистых и условно чистых до сильно загрязненных нефтепродуктами, солями, кислотами, щелочью и пр.

Расположенные во многих районах Советского Союза нефтеперерабатывающие заводы вследствие указанных выше причин относятся к основным источникам загрязнения водоемов. К водоснабжению этих заводов в настоящее время предъявляются особые требования.

Характеристики систем водоснабжения предприятий нефтяной промышленности

Наименование водоснабжения	Основное назначение	Область применения	Основания к применению
1	2	3	4
1. Производственное	Для обслуживания лишь производственных нужд предприятий.	На нефтеперерабатывающих заводах нормальной и крупной производительности.	Белствия, вызываемые пожарами на нефтеперерабатывающих заводах, и убытки, ими причиняемые, всегда очень велики. Поэтому противопожарная система за- вода должна быть приведена в полную готовность в возможно короткий срок. Та- кому требованию в наибольшей мере удов- летворяют водопроводы высокого давления. В случае объединения противопожарного водопровода с производственным на по- малых и крупных заводах (потребля- ющих для своих производственных нужд огромное количество воды) для повышения давления до пределов, требуемых нормами, потребовалась бы установка повыситель- ных пожарных насосов соответственно от- ромий производительности. Повышение давления в производственном водопроводе вызвало бы непроизводительное увеличе- ние производственных расходов. Потребо- валось бы также устройство чрезмерно больших емкостей для хранения производ- ственно-противопожарного расхода воды
2. Противопожарное	Для обслужи- вания лишь про- тивопожарных нужд предприятий.	То же. В ряде случаев задача решается путем объединения проти- вопожарного водопровода с частью производственного, имеющей боль- шую разветвленность и малую про- изводительность (например, с водо- проводом, подающим производствен- ную воду к резервуарным паркам, с поливочным водопроводом, а также с водопроводом свежей воды).	

3. Производ- ственно-противо- пожарное.	Обслуживает как производ- ственные, так и противопожарные нужды.	На небольших нефтезаводах, нефте- промыслах и нефтебазах за исклю- чением случаев, когда объединение производственного водопровода с про- тивопожарным нецелесообразно.	Требования Н102—54, § 64. Примеча- ние 1.
4. Хозяйствен- но-питьевое.	Обслуживает лишь хозяйствен- но-питьевые нуж- ды предприятия и поселка при нем.	На всех нормальных и крупных нефтезаводах и нефтепромыслах.	Объединение хозяйственно-питьевого во- допровода с противопожарным на нефте- заводах нецелесообразно. Обычно источ- ник его питьевого водопровода, вследствие недостаточной мощности, не может обеспе- чить получение непосредственно из сети полного расчетного расхода для тушения пожара. После же истечения расчетного срока пожара, когда запас воды оказы- вается израсходованным, дальнейшая ликви- дация и ликвидация пожара становится невозможной.

и т. д. Экономия труб в результате объ- единения водопроводов была бы невелика, так как производственный водопровод, ок- ватывающий блоки производственных уста- новок мало разветвлен. Наоборот, пожа- рный водопровод, кроме производ- ственных установок обслуживает все объ- екты завода и, главным образом, резерву- арные парки.

1	2	3	4
5. Противопожарно-хозяйственно-питьевое.	Обслуживает противопожарно-хозяйственно-питьевые нужды предприятия или поселка при нем.	На всех предприятиях нефтяной промышленности, за исключением нормальных и крупных нефтезаводов и нефтепромыслов, а также в случаях, когда объединение противопожарного водопровода с хозяйственно-питьевым целесообразно.	В тех случаях, когда хозяйственно-питьевой водопровод обслуживает и жителей поселка объединение противопожарного водопровода с хозяйственно-питьевым становится желательным ввиду возможности ухудшения качества воды в запасных резервуарах. При соотношениях необходимого противопожарного запаса воды и суточного расхода хозяйственно-питьевой воды, весь запас воды в резервуаре будет обновляться только лишь в течение 10 и более суток. Требования Н102—54, § 64. Примечание 1.

Характеристики систем производственного водоснабжения предприятий нефтяной промышленности

Таблица 41

Наименование водоснабжения	Характеристика водоснабжения	Область применения	Достоинства и недостатки
1	2	3	4
1 Прямоточной	Все объекты на предприятии питаются свежей водой, подаваемой из источника.	Прямоточное водоснабжение может быть рекомендовано для тех предприятий, где производственная вода в процессе ее использования так загрязняется посторонними примесями, что очистка для доведения качества ее до соответствующих норм становится на данном этапе развития науки невозможной. Это может иметь место, например, на нефтяных промыслах или в отдельных технологических процессах нефтезаводов (подготовка нефти и др.). С другой стороны прямоток возможен для предприятий, где по технологическим условиям требуется подача воды с более низкой температурой, чем этого можно достичь в других системах водоснабжения (напр., на некоторых установках по переработке газов и др.).	Основными достоинствами прямоточной системы водоснабжения являются ее простота и более низкая температура подаваемой воды. Однако вред, причиняемый водоёмам при спуске в них использованных вод, содержащих нефтепродукты и др. по-прежнему велик. Поэтому следует всегда, где это возможно, переходить на другие системы водоснабжения (даже более сложные и дающие более высокую температуру воды), если эти системы прекращают совершенно или значительно уменьшают спуск использованных вод в водоёмы.

1	2	3	4
2. Прямоточное со ступенчатым использованием воды.	Часть объектов питается свежей водой. Использующаяся при этом нагревшаяся вода подается на др. объекты, технологический режим которых допускает применить ее для своих производственных целей.	Такая система встречается, например, на нефтепромыслах. Здесь свежая вода сначала подается на охлаждение агрегатов в компрессорных станциях, а затем нагнетается в общепромысловую сеть производственного водопровода. Бывают двух- и более ступенчатые системы водоснабжения. Подобные системы водоснабжения возможны и на других предприятиях нефтяной промышленности.	Достоинством такой системы водоснабжения является резкое сокращение потребности в свежей воде из источника и, следовательно, ответственное уменьшение количества стускаемых в водосмысловые загрязненных вод.
3. Обратное.	Все объекты предприятия питаются использованной водой после ее очистки или охлаждения или того и другого вместе.	На предприятиях нефтяной промышленности обратного водоснабжения, в полном смысле этого слова, до настоящего времени нет. На нефтеперерабатывающих заводах обратной системой водоснабжения принято называть такую систему, когда одна часть установок со сравнительно небольшим расходом потребляет свежей водой, а другая, потребление которых составляет основной расход, питается использованной очищенной и охлажденной водой.	Основными достоинствами полного обратного водоснабжения являются: 1) отсутствие использованной воды, подлежащей спуску в водоемы (не считая периодическую «продавку»); 2) при большой потребности воды в источнике водоснабжения сооружения по осветлению воды получают более простыми и дешевыми, так как количество воды резко уменьшается; 3) наличие водоснабжения увеличивает, так как блоки оборотного водоснабжения могут определить период времени работы без добавки свежей воды. При проектировании следует стремиться к применению полной системы оборотного водоснабжения даже в тех случаях, когда экономические подсчеты показывают в пользу других систем водоснабжения. Только

4. Обратное со ступенчатым использованием воды.	Объекты предприятия питаются использованной водой после ее очистки и охлаждения. При этом часть используемой нагревшейся воды до очистки передается с одних объектов на другие, технологический режим которых допускает использовать такую воду для своих производственных целей.	Такая система встречается на нефтезаводах, где оборотная вода после очистки и охлаждения ее, сначала подается в холодильники, расположенных на постаментках, а затем из них самотеком поступает в холодильники, расположенные на более низких отметках и дальше в сеть горячей воды.	при применении полного обратного водоснабжения можно гарантировать незагрязнение водоема нефтепродуктами. Эта система водоснабжения является наиболее современной. Обладая всеми достоинствами оборотной системы, она приводит к тому же к значительному сокращению водопотребления на заводе.
5. Смешанное.	Часть объектов предприятия питается свежей водой, другая часть получает воду от переиспользованных других систем водоснабжения.	Такая система встречается на предприятиях, где часть технологических процессов требует обязательного применения свежей воды из источника водоснабжения.	При возможности использования богатой «свежей» воды для водоснабжения других объектов предприятия, эта система имеет те же достоинства, что и система, указанная в п. 4.

Наименование системы водоснабжения	Наименование основной технологической аппаратуры	Наименование основных технологических установок	Характеристика отработанной воды	Состав сооружений блока оборотного водоснабжения
1	2	3	4	5
1-я система (оборотная система водоснабжения условно чистых вод 1-й категории)	Поверхностные холодильники и конденсаторы установок, перегревающие нефть и продукты.	1. Атмосферно-вакуумные трубчатые (кроме барометрических конденсаторов смешения). 2. Каталитический крекинг (кроме компрессоров). 3. Термический крекинг. 4. Каталитический риформинг. 5. Селективная очистка масел. 6. Деасфальтизация (кроме конденсаторов пропана). 7. Депарафинизация (кроме холодильного отделения). 8. Контактная очистка масел.	Температура отработанной воды в среднем 40—45° С. Вода загрязнена тяжелыми нефтепродуктами и минеральными веществами, попадающими в систему из источника водоснабжения вместе со свежей водой.	1. Нефтеотделитель с временем пребывания в нем воды 30 минут, оборудованный скребковым механизмом. 2. Сооружения по сбору и откачке уловленного нефтепродукта в разделочные резервуары. 3. Сооружения по сбору и откачке шла, осевшего в нефтеотделителе. 4. Сооружения по стабилизации и хлорированию воды. 5. Сооружения по охлаждению отработанной воды и закачке ее в водопроводную сеть системы оборотного водоснабжения.

9. Вакуумная установка (масляная).

10. Контактное коксование.

11. Битумная установка.

12. Гидроочистка дизельного (топлива).

13. Вторичная перегонка.

14. Насосные общеобменные (по месту их расположения).
Примечание. Установки, перерабатывающие одновременно как нефть и тяжелые нефтепродукты, так и легкие

дистилляты и газы, следует отнести к той или иной системе водоснабжения, исходя из потребления отдельных аппаратов установок. В этих случаях одна и та же установка одновременно может получать питание водой от нескольких систем и, следовательно, должна относиться к нескольким системам водоснабжения.

1	2	3	4	5
2-я система водоснабжения (оборотная система очистки воды 2-й категории).	Поверхностные и подземные источники воды, а также холодные и горячие воды.	1. Каталитический крекинг (компрессоры). 2. Ацилированная установка. 3. Деаэрация (пропановые конденсаторы). 4. Деаэрация (холодное отделение). 5. Паровая установка (отработанные воды холодно-го отделения повторно используются в аппаратах установок и сбрасываются в отводящую сеть 1-й системы водоснабжения). 6. Газофракционирующие установки. 7. Полимеризационная установка. 8. Аэротропная очистка. 9. Волокнистая установка. 10. Каталитическая фабрика (охлаждающие устройства). 11. Цех синтетического спирта. 12. Насосные общезаводские (по месту). 13. Компрессорные общезаводские. Примечание. См. примечание к I категории водоснабжения.	Температура отработанной воды в среднем 40—45° С. Вода загрязнена легкими нефтепродуктами в весьма небольшом количестве и минеральными веществами, попадающими в систему из источника водоснабжения вместе со свежей водой.	1. Нефтеотделитель с временем пребывания в нем воды 20 минут, оборудованный скребковым механизмом. 2. Сооружения для сбора и откачки ила, осевшего в нефтеотделителе. 3. Сооружения по стабилизации и хлорированию воды. 4. Сооружения по охлаждению отработанной воды и закачке ее в водопроводную сеть системы оборотного водоснабжения. Примечание. Уловленный нефтепродукт сбрасывается в общезаводскую канализацию.

3-я система водоснабжения (водоснабжение барометрического смещения атмосферного конденсатора смещения АВТ).	Барометрический конденсатор смещения атмосферного конденсатора смещения АВТ.	Атмосферно-вакуумная трубка (только барометрический конденсатор смещения).	Температура отработанной воды в среднем 40—45° С. Вода загрязнена нефтепродуктами, минеральными веществами и 2 часа. сероводородом (при переработке сернистых нефтей).	1. Нефтеловушка, оборудованная скребковым механизмом с временем пребывания воды в ней 2 часа. 2. Сооружения по отбору и откачке уловленного нефтепродукта в разделочные резервуары. 3. Сооружения по сбору и откачке ила, осевшего в нефтеловушке. 4. Сооружения по отдувке сероводорода из воды. 5. Сооружения по извлечению сероводорода из воздуха, полученного при отдувке. 6. Сооружения по охлаждению отработанной воды и закачке ее в водопроводную сеть оборотной системы водоснабжения. Примечание. Сооружения по п. 5 предусматриваются только при переработке сернистых нефтей.
---	--	--	--	--

1	2	3	4	5
4-я система оборотного водоснабжения.	Поверхностные холодильники и конденсаторы.	Цех по химической переработке парафина.	Температура отработанной воды 40—45° С.	Точный состав сооружений в данное время не установлен. Ориентировочно состав сооружений такой же, как и в 1-й системе оборотного водоснабжения.
Система водоснабжения "свежей" водой.	Восполнение потерь в оборотных системах водоснабжения и различные производственные нужды.	1. Блоки оборотного водоснабжения. 2. Резервное хозяйство. 3. Производство серной кислоты и промывка продуктов. 4. Этпосмесительная установка. 5. Катализаторная фабрика (технологический процесс). 6. Химическая водоочистка. 7. Различные машины, установка для разлива парафина (сброс в 1-ю систему оборотного водоснабжения). 8. Насосные общеаводские (по месту). 9. Ремонтно-механические мастерские. 10. Прочие.	Температура отработанной воды соответствует температуре воды в источнике водоснабжения.	В зависимости от качества воды в источнике.

Согласно этим требованиям в основу проектов водоснабжения нефтеперерабатывающих заводов должны быть положены принципы устройства максимального оборотного водоснабжения со ступенчатым (последовательным) использованием воды.

В целях обеспечения оптимальных условий эксплуатации технологической аппаратуры на нефтеперерабатывающих заводах должны предусматриваться, как минимум, четыре системы оборотного водоснабжения (кроме пятой — „свежей“ водой). Каждая из систем должна содержать в своем составе комплекс сооружений по очистке и охлаждению отработанных вод, скомпонованных в так называемые блоки оборотного водоснабжения. Число блоков оборотного водоснабжения в каждой системе определяется местными условиями (рельефом местности, количеством оборотной воды и т. д.).

В табл. 42 приводится характеристика каждой из указанных выше систем водоснабжения.

§ 7. НОРМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА УСТРОЙСТВО ВОДОВОДОВ И ВОДOPPOBODНЫХ СЕТЕЙ

Нормы и технические условия на устройство водоводов и водопроводных сетей приведены на основании Н и ТУ 126—55 в табл. 43.

Таблица 43

Наименование	Требования	Пп. Н и ТУ 126—55
1	2	3
Начертание водоводов и сети в плане и профиле.	1. Водоводы, обслуживающие промышленные предприятия, которые не допускают перерыва в подаче им воды и при этом не имеют запасной емкости (резервуаров), достаточной для снабжения водой предприятия на время ликвидации аварии на водоводе, должны проектироваться не менее чем в две линии. Диаметр водоводов и число переключений на них (длина выключаемого при аварии участка) должны обеспечивать при одной аварии на водоводе подачу воды в количестве, необходимом для работы предприятия по аварийному технологическому графику. 2. Водоводы, обслуживающие хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды, должны проектироваться не менее чем в две линии. Диаметр водоводов и число переключений на них должны при одной аварии на водоводе обеспечивать подачу не менее 70% количества воды, требуемого для пожаротушения и хозяйственных нужд, в соответствии с пп. 20 Н и ТУ 126—55 технических условий.	181 Из п. 182

1	2	3
	3. Водопроводные сети, как правило, должны быть кольцевыми. Тупиковые линии водопровода разрешается устраивать к объектам, не требующим бесперебойной подачи воды к ним. Прокладка тупиковых противопожарных линий допускается к отдельно стоящим зданиям или сооружениям, если длина этих линий не превышает 200 м и если будут приняты меры против замерзания воды в указанных линиях. При длине противопожарных тупиковых линий более 200 м должны предусматриваться пожарные водоемы или резервуары. Тупиковые разводящие линии водопроводов, обслуживающих противопожарные нужды, по согласованию с органами Государственного пожарного надзора разрешается устраивать для первой очереди развития водопровода без ограничения длины. 4. Водопроводные линии должны располагаться на проездах, как правило, прямолинейно и параллельно линиям застройки. Пересечение проездов трубопроводами следует производить под прямым углом к оси проезда. 5. Расположение водопроводных линий по отношению к другим подземным сооружениям и зданиям должно: а) обеспечивать возможность производства работ по укладке и ремонту сетей; б) не допускать возможности подмыва фундаментов зданий и сооружений при повреждениях труб и попадания сточных вод в сети водопровода. 6. Расстояние в плане от водопроводных сетей до параллельно расположенных зданий, сооружений, дорог, а также других сетей, следует назначать в зависимости от конструкций фундаментов зданий, типа дорог, глубины заложения, диаметра и характера сетей, напора в них, размеров колодцев и т. п. и принимать не менее: 1) до оси ближайшего железнодорожного пути — 4 м, но не менее, чем на глубину траншеи от подошвы насыпи;	184 192 193 194

1	2	3
	2) до бордюрного камня автомобильных дорог — 1,5 м или 1 м от бровки кювета или подошвы насыпи; 3) до линии застройки зданий — 5 м; 4) до газопроводов: низкого давления — 1 м; среднего давления — 1,5 м; высокого давления — 2 м. Примечание. В стесненных условиях указанные в настоящем пункте расстояния могут быть уменьшены при специальном обосновании. 7. Расстояние в свету между водопроводными линиями при пересечении их между собой, а также с другими трубопроводами, за исключением канализационных и прочих, транспортирующих ядовитые или пахучие жидкости или газы, должно быть не менее 0,15 м. При пересечении водопроводных линий с железной дорогой расстояние от подошвы рельса до верха трубы или футляра трубы должно быть не менее 1 м. При пересечении водопроводных линий с автомобильной дорогой расстояние от дна корыта проезжей части до верха трубы должно быть не менее 0,5 м (при условии обеспечения трубы от раздавливания). При пересечении водопроводных линий с электрокабелями и кабелями связи расстояние в свету должно быть не менее 0,5 м. Примечание. При пересечении водопроводных линий с газопроводами или трубопроводами, транспортирующими горючие или легковоспламеняющиеся жидкости, водопроводные линии, по возможности, должны проходить под ними. 8. Трасса водопроводных линий хозяйственно-питьевого водоснабжения должна иметь санитарную оценку территории на ширину не менее чем по 40 м в обе стороны от оси трассы при прохождении по незастроенной территории и по 10—15 м — при прохождении по застроенной территории.	195 196

1	2	3
	9. Трасса водопроводных линий хозяйственно-питьевого водоснабжения не должна проходить по территории свалок, кладбищ и скотомогильников. При наличии на глубине укладки труб водонепроницаемых грунтов, а также водонасыщенных фильтрующих грунтов с движением грунтового потока в сторону свалок, кладбищ и прочих мест загрязнения расстояние между трассой и перечисленными выше территориями должно быть не менее 10 м. При движении грунтовых вод в сторону трассы водопроводных линий это расстояние, как правило, должно быть не менее 30 м. В отдельных случаях, учитывая давность закрытия кладбищ, рельеф местности и гидрогеологические условия, указанные расстояния могут быть по согласованию с органами санитарного надзора уменьшены. 10. Водопроводные линии хозяйственно-питьевого водоснабжения при пересечении с канализационными линиями, как правило, надлежит укладывать выше канализационных труб, при этом расстояние между стенками труб по вертикали должно быть не менее 0,4 м. Указанное требование можно не соблюдать при условии укладки водопроводной линии из металлических труб в кожухах. Длина таких участков должна быть: в глинистых грунтах — не менее 5 м в каждую сторону от места пересечения, а в фильтрующих грунтах — 10 м в каждую сторону от места пересечения. При этом пересечения должны осуществляться под углом, близким к прямому. Примечание. При проектировании дворовых водопроводных сетей допускается предусматривать укладку их ниже канализационных линий без выполнения указанных мероприятий. В этом случае расстояние между стенками труб по вертикали должно быть не менее 0,5 м. 11. При параллельной прокладке труб хозяйственно-питьевого водопровода в одном уровне с канализационными трубами расстояние между стенками трубопроводов, как правило, должно быть, не меньше 1,5 м при укладке водопроводных труб диаметром до 200 мм и не меньше 3 м при укладке труб диаметром более 200 мм.	197 198 199

1	2	3
	12. При параллельной прокладке труб хозяйственно-питьевого водопровода ниже канализационных на 0,5 м и более расстояние между стенками трубопроводов в фильтрующих грунтах, как правило, должно быть не менее 5 м. В стесненных условиях указанное расстояние между стенками труб может быть уменьшено до пределов, указанных в п. 199 Н и ТУ 126—55. При этом укладку водопроводных линий следует выполнять из металлических труб. Примечание. Указания, изложенные в настоящем пункте, а также в пп. 196, 197, 198 и 199 Н и ТУ 126—55 распространяются и на трубопроводы производственных водоснабжений, когда к подаваемой воде в естественном ее состоянии или после очистки предъявляются требования ГОСТа «Вода питьевая. Нормы качества». 13. При разработке проектов прокладки водопроводных линий на территории промышленного предприятия следует прорабатывать вопрос целесообразности размещения трубопроводов разного назначения в общем тоннеле. При решении этого вопроса необходимо учитывать загруженность проезда трубопроводами, грунтовые условия и пр. 14. Глубина заложения водопроводных труб должна определяться на основании опыта работы водопроводов, находящихся в данной местности, а при отсутствии таковых — по данным о глубине заложения водопроводных труб, находящихся в аналогичных условиях. Уменьшение глубины заложения труб против принятой в данном районе допускается при обосновании теплотехническим расчетом. При определении глубины заложения труб необходимо учитывать диаметр трубопровода, режим его работы, температуру воды, характер грунтов по трассе, верхнее покрытие ее, наличие снежного покрова, удобство пересечения с другими подземными сооружениями, внешние нагрузки от транспорта и др. местные условия. Для водоводов глубина их заложения должна обосновываться теплотехническим расчетом. 15. Водопроводные линии во всех грунтах за исключением скальных, плавучих и болотистых, как правило, следует укладывать непосредственно на выровненное и, при необходимости, утрамбованное дно траншеи, без устройства искусственного основания.	200 201 190 210

1	2	3
	В скальных грунтах трубы в траншеях следует укладывать на подушку толщиной не менее 10 см, устраиваемую из местного песчаного грунта или щебня. В болотистых и других слабых грунтах трубы необходимо укладывать на искусственное основание, конструкция и размеры которого в каждом отдельном случае должны определяться проектом.	
2. Материалы труб водопроводов и сетей.	1. Выбор материала труб водоводов и разводящих сетей должен производиться с учетом рабочего внутреннего давления, внешних нагрузок, грунтовых условий, санитарных условий, условий эксплуатации и требований к надежности трубопроводов. Применение деревянных клепочных труб не допускается для разводящих сетей при необходимости подачи воды питьевого качества после очистки, а также при прокладке труб под проездами. Стальные трубы следует применять при пересечении рек, оврагов, железнодорожных путей и во всех случаях, когда от трубопровода требуется повышенная надежность. Толщина стенок стальных труб должна определяться расчетом в зависимости от внутреннего давления и внешних нагрузок. 2. Для напорных сетей и водоводов с рабочим давлением до 10 атм рекомендуется взамен чугунных и стальных труб применять, в зависимости от расчетного давления, асбестоцементные трубы, фанерные напорные трубы и железобетонные напряженно армированные. Для безнапорных трубопроводов следует применять керамиковые, бетонные, железобетонные и асбестоцементные трубы. Применение асбестоцементных труб в разводящих сетях противопожарных, хозяйственно-питьевых, противопожарных и производственно-противопожарных водопроводов допускается при расходе воды на наружное пожаротушение не более 25 л/сек на один пожар. 3. Заделка растрескивания труб, как правило, должна производиться асбестоцементом.	202 203 204

1	2	3
	4. Фланцевые соединения для фасонных частей, укладываемых в земле, как правило, применять не допускается. При соединении стальных трубопроводов с фланцевыми фасонными частями вблизи колодцев или в самих колодцах должны устанавливаться растрескивания или надвижные муфты. Примечание. При безколодезной установке задвижек вблизи от задвижки следует устанавливать растрескивания, а фланцевые болты тщательно защищать от коррозии.	205
3. Защита труб от коррозии.	1. Наружная поверхность металлических труб и фасонных частей должна быть защищена от коррозии. Тип изоляции должен устанавливаться в зависимости от степени агрессивности грунтов. Бетонные, железобетонные и асбестоцементные трубы надлежит защищать с наружной или внутренней стороны от коррозии при наличии агрессивности грунтовых вод или подаваемой воды, определяемой в соответствии с действующим стандартом. Внутренняя поверхность металлических труб должна быть защищена от коррозии в случае агрессивности подаваемой воды. 2. При прокладке водопроводных линий вблизи от электрифицированных железнодорожных линий металлические трубопроводы должны предохраняться от действия блуждающих токов.	189
4. Оборудование водоводов и сетей.	1. Водоводы должны разделяться задвижками на ремонтные участки. Сети противопожарных водопроводов должны разделяться задвижками на отдельные участки с таким расчетом, чтобы количество отключаемых гидрантов составляло не более пяти. Кроме того, расстановка задвижек на разводящей сети должна обеспечивать подачу воды к цехам при условии выключения аварийных участков на ремонт. Примечание. Допускается установка на водопроводных сетях задвижек без колодцев при условии применения защитной конструкции, обеспечивающей возможность пользования задвижкой в любое время года. 2. Размещение водоразборных колонок надлежит производить, исходя из радиуса действия колонок не более 100 м. Вокруг водоразборных колонок должны устраиваться отстойники, обеспечивающие отвод от колонок воды.	206 185 191

1	2	3
	3. В высших точках на перегибах профиля водоводов должны устанавливаться вантузы. На стальных и деревянных водоводах диаметром более 400 мм в местах возможного образования вакуума кроме вантузов должны устанавливаться клапаны для автоматического выпуска воздуха. В пониженных местах, в целях опорожнения трубопроводов, следует устраивать выпуски для сброса воды в ближайший водосток, канаву, овраг и т. п. Диаметр выпускного трубопровода должен обеспечивать опорожнение обслуживаемого им участка в течение не более 2 час. При невозможности по местным условиям отвода всей выпускаемой воды или части ее допускается выпуск в колодец с последующей откачкой. 4. При технико-экономической целесообразности в оправданных условиях допускается на водоводах диаметром более 300 мм устанавливать задвижки и обратные клапаны меньшего диаметра: а) при диаметре труб до 700 мм включительно — меньше диаметра труб не более чем на один диаметр по сортаменту; б) при диаметре труб более 700 мм — меньше диаметра труб не более чем на два диаметра по сортаменту. 5. На поворотах трубопроводов в вертикальной или горизонтальной плоскостях, когда возникающие усилия не могут восприниматься стыками труб, должны устанавливаться упоры. Размеры упоров должны определяться расчетом на давление, возникающее в период испытания трубопроводов при условии полной их засыпки. 5. Расчет водоводов и сетей. 1. Определение потерь напора в стальных, чугунных и асбестоцементных трубах производится по таблицам, предназначенным для гидравлического расчета указанных водопроводных труб, составленным по формулам Всесоюзного научно-исследовательского института водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной геологии — ВОДГЕО.	207 208 209 Из 213

1	2	3
	2. При расчете сети и водоводов необходимо учитывать как полное развитие водопровода, так и отдельные очереди его развития. Сеть должна рассчитываться на случай максимального расхода, а также проверяться на другие случаи, могущие влиять на выбор диаметра трубопроводов, выбор насосов или на определение емкости резервуаров. 3. Водоводы должны проверяться на возможность возникновения гидравлического удара в них; при необходимости следует предусматривать мероприятия по борьбе с гидравлическим ударом. 6. Пересечения трубопроводами железнодорожных линий и автомобильных дорог трубопроводов, при наличии возможности, должны прокладываться по мостам или в трубах под насыпями. При невозможности или нецелесообразности использования этих сооружений в указанных целях трубопроводы следует прокладывать: а) под магистральными железнодорожными путями нормальной колеи на перегонах, под автомобильными дорогами I и II категорий общего пользования, а также под промышленными автомобильными дорогами I категории, как правило, в футлярах с установкой задвижек по обе стороны от перехода; при надлежащем обосновании допускается прокладка трубопроводов в проходных или непроходных галереях; б) под станционными, подъездными и внутризаводскими железнодорожными путями, а также под автомобильными дорогами за исключением перечисленных выше — из стальных труб без футляров или галерей. Проект пересечения трубопроводами железнодорожных путей и автомобильных дорог, а также проект организации работ по устройству пересечения должны быть согласованы с управлением автомобильных или железных дорог. 2. При переходе трубопроводов через реки дюкерами верх трубы должен располагаться не менее чем на 0,5 м ниже дна реки, а в пределах фарватера на судоходных реках — не менее 1 м. При переходе через водоемы дюкерами общее количество ниток переходов должно быть не менее двух.	186 183 211 Из 212

§ 8. НОРМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА УСТРОЙСТВО НАРУЖНОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА

Н и ТУ приводятся в табл. 44 по данным Н102—54, ПТУСП МНП 02—55, ПТУСП МНП 01—51, Н108—53 и приказу МНП № 1397 от 30/III 1951 г.

Таблица 44

Наименование	Требования основных пожарных норм	Основание	Дополнительные требования предприятий нефтяной промышленности	Основание
1	2	3	4	5
1. Система противопожарного водопровода.	1. Противопожарный водопровод должен устраиваться в населенных местах и на промышленных предприятиях и объединяться с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом. Примечание. 1. Устройство самостоятельного противопожарного водопровода допускается только в том случае, когда объединение его с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом экономически нецелесообразно. 2. Для предприятий с площадью территории не более 20 га и категориями производств Г и Д, со зданиями I, II и III степеней огнестойкости и с пожарным расходом 10 л/сек и менее, а также для населенных мест с количеством жителей не более 5000 чел. допускается обеспечение противопожарного водоснабжения из водоемов или резервуаров с подачей воды мотопомпами или автонасосами. 3. Для отдельных производственных зданий I и II степеней огнестойкости объемом не более 1000 м³ и производствами категории Д, а также для населенных мест с числом жителей до 100 чел. и с застройкой в I—2 этажа противопожарное водоснабжение может не предусматриваться. 4. Противопожарный водопровод может устраиваться высокого или низкого давления. В водопроводе высокого давления напора, необходимый для тушения пожара непосредственно от гидрантов, создается при возникновении пожара специально установленными стационарными и пожарными насосами. Стационарные пожарные насосы должны быть оборудованы устройством, обеспечивающим пуск насосов не позднее чем через 5 мин. после подачи сигнала о возникновении пожара.	Н102—54, § 64	1. На предприятиях нефтяной промышленности, противопожарный водопровод, как правило, объединяется с производственным водопроводом. Обязано на нефтеперерабатывающих заводах противопожарный водопровод объединяется с водопроводом, подающим воду на производственные нужды резервуарных парков; на нефтепромыслах — с общепромысловым производственным водопроводом или водопроводом для заводского водоснабжения. На нефтебазах — с производственным водопроводом. 2. Устройство противопожарного водопровода обязательно:	ПТУСП МНП 01—51, § 174 § 175

лених мест с количеством жителей не более 5000 чел. допускается обеспечение противопожарного водоснабжения из водоемов или резервуаров с подачей воды мотопомпами или автонасосами.

3. Для отдельных производственных зданий I и II степеней огнестойкости объемом не более 1000 м³ и производствами категории Д, а также для населенных мест с числом жителей до 100 чел. и с застройкой в I—2 этажа противопожарное водоснабжение может не предусматриваться.

4. Противопожарный водопровод может устраиваться высокого или низкого давления. В водопроводе высокого давления напора, необходимый для тушения пожара непосредственно от гидрантов, создается при возникновении пожара специально установленными стационарными и пожарными насосами. Стационарные пожарные насосы должны быть оборудованы устройством, обеспечивающим пуск насосов не позднее чем через 5 мин. после подачи сигнала о возникновении пожара.

а) на территории нефтеперерабатывающих заводов;

б) на территории сборных пунктов, резервуарных парков и промышленных предприятий нефтепромыслов;

в) на нефтебазах I и II категории.

3. На нефтеразведках и территориях нефтепромысла, на которой располагаются эксплуатационные вышки, грушевые установки, стайки-чалки, вышки бурящихся скважин и т. п., допускается взамен противопожарного водопровода устраивать индивидуальные водохранилища, рассчитанные на хранение трехчасового запаса воды для целей пожаротушения.

4. На нефтебазах III категории допускается взамен противопожарного водопровода устраивать противопожарные водоемы или резервуары с подачей воды мотопомпами или автонасосами.

Количество водоемов или резервуаров должно быть не менее двух.

ПТУСП МНП 02—55

ПТУСП МНП 01—51, § 177

Н108—53

ПТУСП МНП 01—51, § 178

Н108—53

Н102—54, § 65

1	2	3	4	5
2. Свободные напоры.	В водопроводе низкого давления необходимый для тушения пожара напор создается передвижными пожарными насосами (автонасосами или мотопомпами), подающими воду от гидрантов к месту пожара. 1. Свободный напор в сети противопожарного водопровода низкого давления (на уровне поверхности земли) при пожаротушении должен быть не менее 10 м. Свободный напор в сети противопожарного водопровода высокого давления должен обеспечить высоту компактной струи не менее 10 м при полном пожарном расходе воды и расположении ствола на уровне наивысшей точки самого высокого здания. Примечания. 1. При расчете принимается, что вода подается по непрорезиненным пожарным (пенковым — <i>ред.</i>) рукавам длиной 100 м диаметром 66 мм, со spraysми диаметром 19 мм и при расчетном расходе каждой струи 5 л/сек.	Н1102—54, § 66	Емкость каждого должна быть не менее 100 м³. Водоемы или резервуары должны размещаться от обслуживаемого объекта на расстоянии не менее 200 м при наличии автососов и не менее 150 м при наличии мотопомп. 1. При устройстве противопожарных водопроводов на предприятиях нефтяной промышленности обычно принимаются: а) противопожарный водопровод низкого давления должен обеспечивать свободный напор не менее 10 м; б) противопожарный водопровод высокого давления на всех предприятиях, за исключением территорий, занятых нефтебазами и резервуарными парками, должен обеспечивать высоту компактной струи не менее 10 м при полном пожарном расходе воды и расположении ствола на уровне наивысшей точки самого высокого здания или сооружения; в) противопожарный водопровод высокого давления на территориях нефтебаз и резервуарных парков дол-	Приказ МНП № 1397 от 30/VIII 1951 г.

3. Расчетное количество одновременно работающих пожаров на территории предприятия.	2. В населенных местах и промежуточных железнодорожных станциях для отдельных особо неблагоприятных точек допускается снижение свободного напора до 7 м. 1. Расчетное количество одновременно работающих пожаров на территории предприятия надлежит принимать: а) при площади территории предприятия менее 100 га — 1 пожар; б) при площади территории предприятия 100 га и более — 2 пожара, с расчетом расхода воды по двум зданиям, для которых требуется наибольший расход воды, согласно табл. 17 Н102—54 (табл. 15 настоящего справочника). 2. Расчетное количество одновременно работающих пожаров для объединенного водопровода, обслуживающего промышленное предприятие и поселок при нем, надлежит принимать: а) при площади территории пред-	Н1102—54, § 69	жен обеспечивать минимальный напор, необходимый для нормальной работы пелюгераторов, универсальных камер и распылителей, т. е. иметь свободный напор от 40 до 60 м в зависимости от выбранного типа огнетушащих средств и аппаратов. 1. Для нефтепромыслов разрешается принимать для расчета один пожар. При наличии на промыслах резервуарных парков емкостью свыше 40 000 м³ или других производственных сооружений (газопроводы, воды и др.) разрешается принимать для расчета один пожар при условии дополнительного проектирования индивидуальных водохранилищ на трехчасовой пожарной запас, устанавливаемых у резервуарных парков, газопроводных заводов и других предприятий.	ИТУСП МНП 01—51 § 79
--	---	-------------------	--	-------------------------------

1	2	3	4	5
4. Расчетная продолжительность тушения пожара	принятия до 100 га и числе жителей в поселке до 10000 — 1 пожар (на предприятии или в поселке — по наибольшему расходу); то же, при числе жителей в поселке от 10 до 25 тыс. — 2 пожара (один на предприятии и один в поселке); б) при площади территории предприятия 100 га и более и при числе жителей в поселке до 25 тыс. — 2 пожара (оба на предприятии или оба в поселке — по наибольшему расходу); в) при числе жителей в поселке 25 тыс. и более расчетное количество одновременных пожаров принимается по табл. 16 для поселка и по подпунктам «а» или «б» п. 69 Н102 — 54 для промышленного предприятия; при этом расход воды определяется как сумма потребного большего расхода (на предприятии или в поселке) плюс 50% от потребного меньшего расхода (на предприятии или в поселке).	Н102—54, § 71	1. На нефтебазах, а также в районе резервуарных парков и отдельно стоящих резервуаров с нефтепродуктами, расчетная продолжительность тушения пожара определяется в зависимости от принятых средств пожаротушения.	Приказ МНП № 1397 от 30/VIII 1951 г. § 26

5. Неприкосновенный противопожарный запас воды	Подача полного расчетного расхода воды на тушение пожара должна быть обеспечена при наибольшем часовом расходе воды на другие нужды. При этом расход воды на поливку территории, мытье полов в производственных зданиях и мойку технологического оборудования не должен учитываться, а расход воды на души должен приниматься в размере 15% от расчетного. 1. Хранение неприкосновенного противопожарного запаса воды должно предусматриваться в тех случаях, когда получение необходимого для тушения пожара количества воды непосредственно из источника водоснабжения технически невозможно или экономически нецелесообразно. Объем неприкосновенного противопожарного запаса воды должен быть определен из расчета подачи воды в течение 3-часового периода наибольшего водопотребления. Неприкосновенный противопожарный запас воды в объеме 1000 м³ и более должен храниться в двух резервуарах.	Н102—51, § 75	1. Для нефтепромыслов, имеющих источники водоснабжения недостаточной мощности, обязательно устройство трехчасовым пожарным запасом воды в зависимости от наибольшего установленного расхода, за исключением расхода воды на товарные парки и сборные пункты. Этот водоем должен быть установлен как напорно-регулирующий подземного типа или включен через задвижку во всасывающую линию насосов, подающих воду в водопроводную сеть промысла. В водоеме должно быть устройство, гарантирующее хранение пожарного запаса.	ПТУСП МНП 01—51 § 182
--	---	------------------	---	-----------------------

1	2	3	4	5
	Примечание. 1. Неприкосновенный противопожарный запас воды может храниться в резервуарах, используемых также для хозяйственного и производственного водоснабжения. 2. Для предупреждения возможного использования неприкосновенного противопожарного запаса воды на другие нужды должны быть приняты специальные меры. 3. При определении емкости резервуаров для неприкосновенного противопожарного запаса воды допускается учитывать пополнение их водой за время тушения пожара (3 часа), если при этом гарантируется бесперебойная подача воды [1]. 4. Для промежуточных железно-дорожных станций, не имеющих производственных зданий или товарных устройств суммарной площадью более 1000 м ² , неприкосновенный противопожарный запас воды допускается принимать на 1 час тушения пожара. 5. В тех случаях, когда наружные пожаротушение осуществляется		2. На нефтеперерабатывающих заводах в дополнение к противопожарному водопроводу на территории 1-й и 2-й зон предприятия должны быть сооружены пожарные водоемы, каждый емкостью 200 м ³ , на расстоянии один от другого не более 500 м. При этом расстояние от места забора воды из водоема до резервуаров должно быть не менее 40 м, а до зданий и прочих сооружений с производствами категорий А, Б и В — не менее 20 м и во 2-й зоне должен быть утеплен и иметь подводящий трубопровод для наполнения водой от водопровода и подъезд от дороги с площадью размером не менее 12×12 м для пожарных автомобилей. Уровень воды в водоемах должен обеспечивать возможность всасывания пожарными насосами. На территории 1-й зоны предприятия взамен водоемов емкостью по 200 м ³ допускается сооружение нескольких водоемов (типа колодца) каждый емкостью 3—5 м ³ , питаемых от сети производственного водопровода через ответвления от нее диаметром не менее 200 мм. Указан-	ПТУСП МНП 02—55, § 282.

средством водоемов, а в здании требуется устройство хозяйственно-питьевого-противопожарного водопровода, емкость бака принимается из расчета хранения в нем неприкосновенного противопожарного запаса воды, необходимого для обеспечения работы одного внутреннего пожарного крана в течение 1 часа, при одновременном расходе воды на тушение пожара. При этом расход воды на души принимается в размере 15% от расчетного, а расход воды на мытье полов в производственных зданиях не учитывается.	2. Водонапорные и водяные баки пневматических установок должны содержать объем воды для регулирования неравномерности водопотребления и при обслуживании противопожарных нужд, кроме того, неприкосновенный противопожарный запас воды, рассчитанный: а) для промышленных предприятий на 10-минутную продолжительность тушения пожара (внутренними пожарными кранами, а также sprinkлерами и дренчерами при их наличии);	1110.2—54, § 77	3. При наличии градирни к ней должен вестись подъезд от дороги с площадью размером не менее 12×12 м для пожарных автомобилей и возможности использования бассейна градирни для подачи из него воды на пожаротушение. 4. На нефтебазах I и II категории, в районах резервуарных парков и сборных пунктов, а также отдельно стоящих резервуаров с нефтепродуктами, при невозможности получения в любое время потребного для тушения пожара количества воды непосредственно из водосточника в системе водоснабжения предусматриваются запасные резервуары или водоемы, имеющие постоянный запас воды, определенный из условия пятикратного расчетного времени тушения пожара (табл. 31) и охлаждения горящих и смежных резервуаров (табл. 33) струями в течение:	ПТУСП МНП 02—55 § 83
				Приказ МНП № 1357 от 30/III 1951 г. § 34

1	2	3	4	5
	б) для населенных мест — на 10-минутную продолжительность тушения 1 внутреннего и 1 наружного пожара при одновременном наибольшем расходе воды на другие пульты согласно п. 71 Н102—54;			а) для резервуаров до РВС-1000 включительно — 6 часов; б) для резервуаров свыше РВС-1000—10 час. При размещении водоемов следует исходить из условия прокладки рукавных линий длиной не более 200 м. При этом минимальная емкость каждого резервуара должна составлять не менее 250 м ³ .
	в) для отдельно стоящих зданий с установленными в них водонапорными и водяными баками пневматических установок — на 10-минутную продолжительность тушения пожара при одновременном наибольшем расходе воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды в этих зданиях с учетом требований, указанных в примечании к п. 91 Н102—54.			
	Резервуары и водонапорные башни, предназначенные для пожаротушения, должны быть оборудованы указателями уровня воды и устройствами для передачи их показаний на насосные станции или диспетчерские пункты.			
	Водонапорные башни при наличии пожарных насосов, повышающих давление в водопроводной сети, должны быть оборудованы устройствами,			

8

обеспечивающими выключение башни при пуске в действие пожарных насосов.
Примечания. 1. При наличии пожарных насосов, автоматический включаемых при падении уровня воды в баке, указанный в п. 77 Н102—54 объем испаряющегося противопожарного запаса воды может быть сокращен вдвое.
2. При объединенной системе водоснабжения предприятия и населки при нем противопожарный запас воды в водонапорных башнях следует принимать из расчета работы внутренних пожарных кранов на предприятии без учета населки.
3. Давление сжатого воздуха в пневматических баках должно обеспечивать необходимый напор у всех потребителей, а в баках, содержащих запас воды на пожаротушение, напор у пожарных кранов в течение всего времени до полного израсходования противопожарного запаса воды.

1	2	3	4	5
3. Суммарная полезная емкость водоемов, обслуживающих соответствующее здание, при осуществлении противопожарного водоснабжения по средством водоемов должна приниматься согласно нормам расхода воды, указанным в табл. 16 и 17 Н102—54 при расчетном времени пожаротушения, равном 3 часам.		Н102—54, § 78		
Водоемы следует размещать из условия обслуживания ими зданий, находящихся в радиусе:				
а) при наличии автонасосов — 200 м;				
б) при наличии мотопомп — 100—150 м (в зависимости от типа мотопомп).				
6. Восстановление и прикосновенного противопожарного запаса воды.	1. Максимальный срок восстановления неприкосновенного противопожарного запаса воды должен быть не более:	Н102—54, § 76	Пополнение пожарного запаса воды в резервуарах (водоемах) после пожара на территориях нефтебаз, а также в районах резервуарных парков, сборных пунктов, и отдельно стоящих резервуаров с нефтепродуктами должно быть произведено в течение 48 часов.	Приказ МНП № 1397 от 30/VIII 1961 г., § 53 и Н108—53.

б) 36 час. на предприятиях с производствами, отнесенными по пожарной опасности к категориям Г и Д.	Примечания. 1. Для предприятий с пожарными расходами на наружное пожаротушение 25 л/сек и менее допускается увеличение времени выполнения противопожарного запаса воды: для производства категорий Г и Д — до 48 час.; для производств категорий В — до 36 час.			
2. В случае, когда дебит источника водоснабжения недостаточен для пополнения неприкосновенного противопожарного запаса воды в предусмотренное в п. 76 Н102—54 время, допускается удлинение времени пополнения при пропорциональном увеличении запаса воды.				
7. Пожарные насосные станции.	1. При установке стационарных пожарных насосов для противопожарного водоснабжения устанавливается один резервный насос мощностью не менее наибольшей мощности основного насоса.	Н102—54, 79		

1	2	3	4	5
	Установка резервного пожарного насоса обязательна в производственных зданиях в тех случаях, когда расход воды на наружное пожаротушение данного здания в соответствии с табл. 17 Н102—54 превышает 25 л/сек. Установка резервного пожарного насоса обязательна в общественных зданиях, требующих применения двух струй на ширейшее пожаротушение по табл. 18 Н102—54. Стационарные пожарные насосы должны быть обеспечены бесперебойным питанием энергией путем присоединения к двум независимым источникам электроэнергии; питанием двумя отдельными фидерами от кольца; установкой резервных агрегатов на электростанциях или резервных тепловых двигателях в насосных станциях и т. д. Примечания. 1. Установка пожарных насосов без резервных агрегатов, а также с питанием от одного источника электроэнергии, допускается для населенных мест и предприятий с пожарами расхо-			

дом воды на наружное пожаротушение 25 л/сек и менее, а также для предприятий с производствами категорий Г и Д и производственными зданиями I и II степеней огнестойкости.

При этом подача электроэнергии к насосной станции должна производиться по отдельному фидеру.

2. Ремонная передача плоским ремнем для соединения пожарных насосов с двигателями не допускается. Клиновременная передача может быть допущена при количестве ремней не менее четырех.

2. Помещения противопожарных насосных станций должны быть I или II ступеней огнестойкости. Насосные станции, располагаемые не в отдельных зданиях, должны быть отделены от других помещений перегородками ограждающими конструкциями и иметь непосредственный выход наружу.

Помещения пожарных насосов должны быть оборудованы противопожарным водопроводом и связаны

Н102—54,
§ 81

1	2	3	4	5
	с водонапорными башнями и напорными резервуарами сигнализацией, а с пожарным депо—сигнализацией или телефоном.			
	П р и м е ч а н и е. Отдельно стоящие противопожарные насосные станции с установкой одного пожарного насоса допускается устанавливать в зданиях III степени огнестойкости. 3. Группа, состоящая из двух и более пожарных насосов в системе противопожарного водопровода, должна иметь не менее двух всасывающих линий. При двух всасывающих линиях каждая из них должна быть рассчитана на пропуск полного расчетного расхода воды. П р и м е ч а н и я. 1. При объединении противопожарных водопроводов низкого давления с другими водопроводами при двух всасывающих линиях должно быть не менее двух всасывающих линий. 2. При наличии двух резервуаров и более каждый пожарный насос противопожарного водопровода	Н102—54, § 82		

x

8. Водоводы.	высокого давления должен иметь самостоятельную всасывающую линию. 1. Водоводы, обслуживающие хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды, должны устраиваться не менее чем в две линии. Диаметр водоводов и количество переклучений на них при одной авари на водоводе должны обеспечивать подачу не менее 70% количества воды, требуемого для пожаротушения и хозяйственных нужд в соответствии с п. 71 Н102—54. П р и м е ч а н и я. 1. Для предприятий и населенных мест с пожарным расходом воды на варужное пожаротушение 25 л/сек и менее допускается производить подачу воды к запасным резервуарам по одному водоводу при условии хранения в резервуарах не менее 3-часового запаса воды на пожаротушение и не менее 3-часового запаса воды на хозяйственно-питьевые нужды.	Н102—54, § 83		
--------------	---	------------------	--	--

1	2	3	4	5
2. Для предприятий и населенных мест с пожарным расходом воды на наружное пожаротушение более 25 л/сек подача воды к запасным резервуарам по одному водоводу допускается при условии хранения в резервуарах неприкосновенного 6-часового запаса воды на пожаротушение и не менее 6-часового запаса воды на хозяйственно-питьевые нужды.				
3. Подачу воды для пожаротушения от пожарных насосов или от сети городского водопровода (аводы) в коллективную сеть предприятия следует проводить по двум трубопроводам.				
4. Водопроводные сети как правило, должны быть кольцевыми.		Н102—54, § 84		1. Никакие соединения между водопроводом и технологическим трубопроводами не допускаются. 2. Сеть противопожарного водопровода на нефтебазах I и II категорий должна быть кольцевой, причем к отдельным зданиям или сооружениям допускается прокладка тупиковых линий согласно § 81 Н102—54.
5. Водопроводные сети.	Прокладка тупиковых противопожарных линий допускается к отдельным зданиям или сооружениям, если длина этих линий не превышает 200 м и если будут приняты меры против замерзания воды в этих линиях. При длине противопожарных			ПТУСН МНП 02—55 § 84 и 01—53 § 181 Н108—53.

тупиковых линий более 200 м должны предусматриваться пожарные резервуары или водоемы.				
Тупиковые разводящие линии водопроводов, обслуживающих противопожарные пущи, разрешается по согласованию с органами Государственного пожарного надзора устраивать для первой очереди развития водопровода без ограничения длины.				
Диаметры труб наружных водопроводов линий противопожарного назначения должны быть не менее 100 мм.				
2. Пожарные гидранты должны располагаться вдоль дорог и проездов на расстоянии не более 100 м друг от друга, не ближе 5 м от стен здания и вблизи перекрестков дорог.		Н102—54, § 85		3. Для использования производственных водопроводов на пожаротушение допускается, кроме гидрантов, или взамен их, устанавливать для забора воды пожарными механическими насосами наземные или подземные водоемы (резервуары, баки, цистерны, колодцы и т. п.) емкостью 3—5 м ³ . Эти водоемы устанавливаются вдоль дорог на расстоянии 1—2 м от обочины. Уровень воды в водоемах должен обеспечить возможность всасывания ее пожарными автотанками.
Гидранты при установке их вне проезжей части дорог должны располагаться не далее 2 м от края проезжей части.				На нефтебазах III категории разрешается прокладывать тупиковые сети, причем при длине тупиковой линии более 200 м у зданий или сооружений должны предусматриваться пожарные водоемы или резервуары.
				ПТУСН МНП (1—51) § 180

Ответвление для питания пожарного водоема должно быть диаметром не менее 100 мм и иметь задвижку. Задвижка и ответвление к водоему должны быть защищены от замерзания.

Водопроводы должны разделяться задвижками на ремонтные участки.

Сети противопожарных водопроводов должны разделяться задвижками на отдельные участки с таким расчетом, чтобы количество отключаемых гидрантов составляло не более пяти.

Примечание 1. Расчетная длина пожарных рукавов при системе водопровода высокого давления должна приниматься не более 100 м, а при системе водопровода низкого давления—не более 150 м.

2. Допускается установка на водопроводных сетях задвижек без колдобов при условии применения защитной конструкции, обеспечивающей возможность подизования задвижки в любое время года.

Производственные водопроводы в этом случае должны полностью по-давать расчетный объединенный производственный и пожарный расход с напором, достаточным на излив воды в водоем.

§ 9. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОВОДОВ И ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Для гидравлического расчета водоводов и, в особенности водопроводных кольцевых сетей, существует ряд методов, которые должны быть известны пользующимся справочником. Поэтому здесь приводятся только новейшие, наиболее экономичные основные формулы, служащие для гидравлического расчета стальных, чугунных и асбестоцементных труб. Приведены также расчетные таблицы, составленные по этим формулам, в зависимости от величин удельных сопротивлений A .

В табл. 45—47 даны расчетные значения удельных сопротивлений A для стальных, чугунных и асбестоцементных труб.

Таблица 45

расчетные значения удельных сопротивлений A при $v \geq 1,2$ м/сек для стальных труб

ГОСТ 3262—55			ГОСТ 3101—46		ГОСТ 4015—52	
диаметр условного прохода, мм	A (для Q , м ³ /сек)	A (для Q , л/сек)	диаметр условного прохода, мм	A (для Q , м ³ /сек)	диаметр условного прохода, мм	A (для Q , м ³ /сек)
8	225500000	225,5	115	106,2	400	0,2062
10	329500000	32,95	150	4,95	450	0,1089
15	8809000	8,809	175	18,96	500	0,06222
20	1643000	1,643	200	9,273	600	0,02384
25	436700	0,4367	225	4,822	700	0,01150
32	93860	0,09386	250	2,583	(750)	0,007975
40	44530	0,04453	275	1,535	800	0,005665
50	11080	0,01108	300	0,9392	(850)	0,004110
70	2893	0,002893	325	0,6088	900	0,003034
80	1168	0,001168	350	0,4078	(950)	0,002278
100	267,4	0,0002674	400	0,2062	1000	0,001736
125	86,23	0,00008623	—	—	1100	0,001048
150	33,95	0,00003395	—	—	1200	0,0006605
					1300	0,0004322
					1400	0,0002918

Примечание. Трубы диаметром условного прохода 750, 850 и 950 мм ГОСТом 4015—52 не предусмотрены.

Формулы, на основании которых составлены указанные таблицы, справедливы при средней скорости воды $v = 1,2$ м/сек для стальных и чугунных труб и $v = 1,0$ м/сек для асбестоцемент-

ных труб. При меньших скоростях движения воды в значения удельных сопротивлений A по табл. 45—47 необходимо вводить поправку на неквадратичность зависимости потерь напора от средней скорости движения воды.

Таблица 46

Расчетные значения удельных сопротивлений A при $v \geq 1,2$ м/сек для чугунных труб (ГОСТ 5525—50)

Внутренний диаметр, мм	A (для Q , м ³ /сек)	Внутренний диаметр, мм	A (для Q , м ³ /сек)	Внутренний диаметр, мм	A (для Q , м ³ /сек)	Внутренний диаметр, мм	A (для Q , м ³ /сек)
50	15190	200	9,029	450	0,1195	800	0,005665
75	1709	250	2,752	500	0,06839	900	0,003034
100	365,3	300	1,025	600	0,02602	1000	0,001736
125	110,8	350	0,4529	700	0,01156		
150	41,85	400	0,2232	(750)	0,007975		

Примечание. Трубы диаметром 750 мм изготавливаются по особому требованию.

Таблица 47

Значение удельных сопротивлений A при $v = 1$ м/сек для асбестоцементных труб (ГОСТ 539—48)

Внутренний диаметр, мм	A (для Q , м ³ /сек)	Внутренний диаметр, мм	A (для Q , м ³ /сек)	Внутренний диаметр, мм	A (для Q , м ³ /сек)
50	6851	235	2,227	456	0,07138
75	835,3	243	1,671	482	0,05351
100	187,7	279	0,9140	546	0,02802
123	76,08	291	0,7341	576	0,02133
141	64,09	322	0,4342	672	0,009566
147	31,55	338	0,3376	768	0,004770
189	25,42	368	0,2171	864	0,002888
195	6,864	386	0,1695	960	0,001498

Значения поправочного коэффициента k_2 приведены в табл. 48—49. Расчетные табл. 45—47 составлены исходя из величин внутренних диаметров при толщине стенок труб равной 10 мм. Согласно ГОСТам на трубы, стальные трубы средних и больших диаметров изготавливаются с различной толщиной стенок, причем изменение толщины стенок производится за счет изменения внутреннего диаметра. Величины поправочного коэффициента k_1 к значениям A , учитывающего толщину стенок стальных труб, можно определять по табл. 50.

Значения поправочного коэффициента k_2 к средней скорости движения воды, учитывающие толщину стенок стальных труб, даны в табл. 51.

Таблица 48

Значения поправочных коэффициентов k_2 к расчетным значениям A для стальных и чугунных труб

v , м/сек	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	
k_2	1,41	1,33	1,28	1,24	1,20	1,175	1,15	1,13	1,11

Продолжение табл. 48

v , м/сек	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	1,0	1,1	$\geq 1,2$
k_2	1,10	1,085	1,07	1,06	1,05	1,04	1,05	1,015	1,00

Таблица 49

Значения поправочных коэффициентов k_2 к расчетным значениям A для асбестоцементных труб

v , м/сек	k_2	v , м/сек	k_2	v , м/сек	k_2	v , м/сек	k_2
0,2	1,308	0,85	1,025	2,0	0,910	3,6	0,855
0,25	1,257	0,9	1,016	2,1	0,205	3,8	0,850
0,3	1,217	0,95	1,007	2,2	0,900	4,0	0,846
0,35	1,185	1,0	1,000	2,3	0,895	4,2	0,843
0,4	1,158	1,1	0,986	2,4	0,891	4,4	0,840
0,45	1,135	1,2	0,974	2,5	0,887	4,6	0,836
0,5	1,115	1,3	0,963	2,6	0,883	4,8	0,834
0,55	1,038	1,4	0,953	2,7	0,880	5,0	0,831
0,6	1,082	1,5	0,944	2,8	0,876	5,5	0,825
0,65	1,069	1,6	0,936	2,9	0,873	6,0	0,820
0,7	1,056	1,7	0,928	3,0	0,870	6,5	0,815
0,75	1,045	1,8	0,922	3,2	0,864	7,0	0,811
0,8	1,034	1,9	0,916	3,4	0,859	7,5	0,806
						8,0	0,806

Поправочные коэффициенты K_1 к значениям A для стальных труб средних и больших диаметров

Диаметр условного прохода, мм	Толщина стенок, мм													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
125	0,61	0,66	0,72	0,78	0,85	0,92	1	1,09	1,18	1,30	1,42			
150	0,66	0,70	0,76	0,81	0,88	0,93	1	1,08	1,16	1,25	1,35			
175	0,70	0,74	0,79	0,83	0,89	0,94	1	1,06	1,13	1,21	1,29			
200	0,73	0,77	0,81	0,85	0,90	0,95	1	1,06	1,12	1,18	1,24			
225	0,76	0,79	0,83	0,87	0,91	0,95	1	1,05	1,10	1,15	1,21			
250	0,78	0,81	0,86	0,88	0,92	0,96	1	1,04	1,09	1,14	1,19			
275	0,80	0,83	0,86	0,89	0,93	0,96	1	1,01	1,08	1,12	1,17			
300	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,97	1	1,03	1,07	1,11	1,15			
325	0,83	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1	1,03	1,07	1,10	1,14			
350	0,84	0,86	0,89	0,92	0,95	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,13			
400	—	0,88	0,90	0,93	0,95	0,97	1	1,03	1,05	1,08	1,11			
450	—	0,89	0,91	0,93	0,95	0,98	1	1,02	1,05	1,07	1,10			
500	—	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,06	1,09			
600	—	0,91	0,93	0,95	0,97	0,98	1	1,02	1,04	1,05	1,07			
700	—	—	—	—	—	0,98	1	1,02	1,03	1,05	1,06			
(750)	—	—	—	—	—	0,99	1	1,01	1,03	1,04	1,05			
800	—	—	—	—	—	0,99	1	1,01	1,03	1,04	1,05			
(850)	—	—	—	—	—	0,99	1	1,01	1,03	1,04	1,05			
900	—	—	—	—	—	0,99	1	1,01	1,03	1,04	1,05			
(950)	—	—	—	—	—	0,99	1	1,01	1,03	1,04	1,05			
1000	—	—	—	—	—	0,99	1	1,01	1,02	1,03	1,04			
1100	—	—	—	—	—	0,99	1	1,01	1,02	1,03	1,04			
1200	—	—	—	—	—	0,99	1	1,01	1,02	1,03	1,04			
1300	—	—	—	—	—	—	1	1,01	1,02	1,03	1,04			
1400	—	—	—	—	—	—	1	1,01	1,02	1,02	1,03			

Примечание. Трубы агаметром условного прохода 750, 850 и 950 мм ГОСТ-м 4017--52 не предусмотрены.

Таблица 51

Поправочные коэффициенты K_2 к значениям C для стальных труб средних и больших диаметров

Диаметр условного прохода, мм	Толщина стенок, мм													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
125	0,83	0,86	0,88	0,91	0,94	0,97	1	1,03	1,07	1,10	1,14			
150	0,85	0,88	0,90	0,92	0,95	0,97	1	1,03	1,05	1,09	1,12			
175	0,87	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	1	1,02	1,05	1,07	1,10			
200	0,89	0,91	0,92	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,06	1,09			
225	0,90	0,92	0,93	0,95	0,97	0,98	1	1,02	1,04	1,05	1,08			
250	0,91	0,93	0,94	0,95	0,97	0,98	1	1,02	1,03	1,05	1,07			
275	0,92	0,93	0,94	0,96	0,97	0,99	1	1,01	1,03	1,04	1,06			
300	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,99	1	1,01	1,02	1,04	1,05			
325	0,93	0,94	0,95	0,96	0,98	0,99	1	1,01	1,02	1,03	1,04			
350	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1	1,01	1,02	1,03	1,03			
400	—	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1	1,01	1,02	1,03	1,03			
450	—	0,96	0,97	0,97	0,98	0,99	1	1,01	1,01	1,02	1,03			
500	—	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	1	1,01	1,01	1,02	1,03			
600	—	0,97	0,97	0,98	0,99	0,99	1	1,00	1,01	1,02	1,02			
700	—	—	—	—	—	0,99	1	1,00	1,01	1,01	1,02			
800	—	—	—	—	—	1,00	1	1,00	1,01	1,01	1,02			
900	—	—	—	—	—	1,00	1	1,00	1,01	1,01	1,02			
1000	—	—	—	—	—	1,00	1	1,00	1,01	1,01	1,02			
1100	—	—	—	—	—	—	1	1,00	1,01	1,01	1,02			
1200	—	—	—	—	—	—	1	1,00	1,01	1,01	1,01			
1300	—	—	—	—	—	—	1	1,00	1,01	1,01	1,01			
1400	—	—	—	—	—	—	1	1,00	1,00	1,01	1,01			

Расчетные формулы

Основная формула для определения потерь напора в стальных, чугунных и асбестоцементных трубах имеет следующий вид:

$$i = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{v^2}{2g},$$

где i — гидравлический уклон;

d — расчетный внутренний диаметр трубы, м;

v — средняя скорость движения воды, м/сек;

$g = 9,81$ м/сек² — ускорение силы тяжести;

λ — коэффициент сопротивления трения по длине, определяемый по следующим формулам:

а) для новых стальных труб

$$\lambda = \frac{0,0159}{d^{0,226}} \left(1 + \frac{0,684}{v} \right)^{0,226};$$

б) для новых чугунных труб

$$\lambda = \frac{0,0144}{d^{0,284}} \left(1 + \frac{2,36}{v} \right)^{0,284};$$

в) для не новых стальных и чугунных труб при $v < 1,2$ м/сек

$$\lambda = \frac{0,0179}{d^{0,3}} \left(1 + \frac{0,867}{v} \right)^{0,3};$$

при $v > 1,2$ м/сек

$$\lambda = \frac{0,0210}{d^{0,3}};$$

г) для асбестоцементных труб:

$$\lambda = \frac{0,011}{d^{0,19}} \left[1 + \frac{3,51}{v} \right]^{0,19}.$$

Пример пользования таблицами 45, 48, 50 и 51

Определить потери напора в стальном трубопроводе диаметром условного прохода $D = 175$ мм, длиной $l = 3500$ м при расходе $Q = 0,014$ м³/сек. Толщина стенок труб $\delta = 6$ мм. По табл. 45 находим, что $A = 18,96$. Поскольку средняя скорость движения воды $v = \frac{Q}{F}$ менее 1,2 м/сек, к значению

A необходимо ввести поправочный коэффициент. По табл. 48 при $v = 0,6$ м/сек находим $\kappa_2 = 1,115$. Так как толщина стенок отлична от принятой при составлении таблицы, то для

значения A нужно ввести поправочный коэффициент κ_1 , который, согласно табл. 50, равен 0,79. Потери напора будут:

$$h = A \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot l \cdot Q^2 = 18,96 \cdot 0,79 \cdot 1,115 \cdot 3500 \cdot 0,014^2 = 11,46 \text{ м.}$$

Для получения значения средней скорости при толщине стенок труб, отличной от принятой при составлении табл. 45, следует учесть поправочный коэффициент κ_2 , значение которого по табл. 51 будет в данном случае равно 0,91. Тогда имеем $v = 0,6 \cdot 0,91 = 0,55$ м/сек.

Пример пользования таблицами 47 и 49

Требуется определить потери напора в водоводе из асбестоцементных труб марки ВНД-8 диаметром $D = 235$ мм длиной $l = 2000$ м при расходе $Q = 0,065$ м³/сек.

При расходе $Q = 0,065$ м³/сек средняя скорость $v = \frac{Q}{F} = 1,5$ м/сек.

По табл. 47 для $D = 235$ мм имеем $A = 2,227$. Поправочный коэффициент κ_2 при $v = 1,50$ м/сек, согласно табл. 49, равен 0,944.

Тогда потери напора будут равны:

$$h = A \cdot \kappa_2 \cdot Q^2 \cdot l = 2,227 \cdot 0,944 \cdot 0,065^2 \cdot 2000 = 17,76 \text{ м.}$$

§ 10. РАСЧЕТ ПОЖАРНЫХ СТРУЙ

Тушение подавляющего большинства обычных пожаров производится водяными струями. Струи воды могут быть вертикальными и наклонными, раздробленными и компактными.

Вертикальные струи в пожаротушении практически почти не применяются и в пожарном деле обычно рассматриваются только с точки зрения упрощения расчета пожарной струи.

В струе, направленной из spryska вертикально вверх, можно заметить, что вблизи от spryska она будет цельной, компактной, а затем — постепенно переходит в раздробленную и в конце будет состоять из отдельных капель.

Схема структуры вертикальной струи приведена на фиг. 1.

Под компактной, цельной частью пожарной струи подразумевают расстояние от spryska до такого сечения струи (по ее длине), в котором в круге диаметром 38 см струя несет 0,9, а в круге диаметром 26 см — 0,75 количества воды, вышедшей из spryska (фиг. 2).

При давлении ствола компактная часть струи, так же как и раздробленная струя, описывает некоторую кривую. Эта кривая для конических spryskov малых и средних диаметров (от 13 до 25 мм) представляет примерно часть круга (фиг. 3).

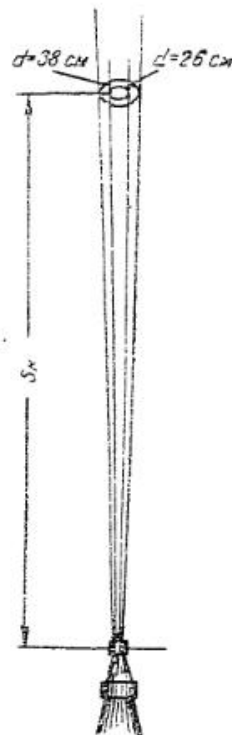


Фиг. 1

Схема структуры вертикальной струи
 H — напор; S_k — высота компактной струи;
 S_v — высота раздробленной струи; S — величина потери высоты струи

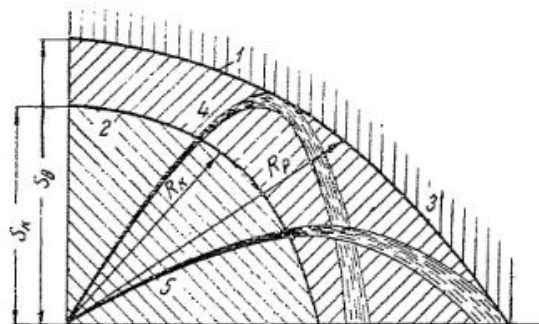
Фиг. 3
 Схема огибающих кривых раздробленных компактных струй для sprays малых и средних диаметров

1 — границная кривая раздробленных струй; 2 — границная кривая компактных струй; 3 — область, не поливаемая водой; 4 — область, поливаемая раздробленными струями; 5 — область, поливаемая компактными струями.
 S_k — высота компактной струи; S_v — высота раздробленной струи; R_p — радиус действия раздробленной струи; R_k — радиус действия компактной струи.



Фиг. 2

Среднее значение компактной струи
 S_k — высота компактной струи.



Для пожаротушения обычно пользуются наклонными струями, при этом, как правило, расчет производится исходя из подачи струй, компактная часть которых должна соответствовать требуемым дальности полета и высоте.

При расчетах определяющим фактором, в большинстве случаев, является радиус действия компактной части струи, по которому устанавливаются остальные расчетные данные (диаметр sprays, требуемый напор и расход воды).

При наружном пожаротушении определение радиуса действия компактной части струй затруднительно. Необходимо было установить нижний предел радиуса действия или длину так называемой рабочей пожарной струи, которая по своим свойствам была бы пригодной для тушения наружных пожаров.

В результате опытов ЦНИИПО были установлены данные об этих пределах, приведенные в табл. 52.

Таблица 52

Рукава	Нижний предел длин рабочих пожарных струй (радиус действия компактной части струи), м
Прорезиненный	17,0
Непрорезиненный	15,0

Зависимость между напором, расходом, высотой раздробленной струи и высотой ее компактной части приведена в таблице 53.

Потери напора в метрах вод. ст. на один нормальный рукав длиной 20 м приведены в табл. 54.

Пример пользования таблицами 52—54

Требуется определить необходимый напор у насоса или пожарного гидранта, если известно, что рукавная линия состоит из пяти нормальных непрорезиненных рукавов диаметром 65 мм со стволом, имеющим sprays $D=19$ мм. Высота расположения ствола по отношению насоса или гидранта должна быть равной $H_1=15$ м.

По табл. 52 радиус действия компактной части струи для непрорезиненного рукава равен 15,0 м.

По табл. 53 при диаметре sprays 19 мм и радиусе действия компактной части струи 15,0 м величину напора получим равной $H_2=22,5$ м, а расход воды — $Q=6,0$ л/сек.

Диаметр сырьца, мм

Высота раз- дробленной струи $S_{\text{вн}}, \text{м}$	Диаметр сырьца, мм					
	13		16		19	
	$H, \text{м}$	$Q, \text{л/сек}$	$H, \text{м}$	$Q, \text{л/сек}$	$H, \text{м}$	$Q, \text{л/сек}$
7,2	8,0	1,7	8,0	2,5	7,5	7,5
8,3	9,5	1,8	9,0	2,7	9,0	9,0
9,5	11,0	2,0	10,5	2,9	10,5	10,5
10,8	13,0	2,1	12,5	3,1	12,0	11,5
12,0	15,0	2,3	14,0	3,3	13,5	13,0
13,2	17,0	2,4	16,0	3,5	15,0	14,5
14,5	19,0	2,6	17,5	3,8	17,0	16,5
16,8	21,5	2,7	19,5	4,0	18,5	18,0
17,1	24,0	2,9	22,0	4,2	20,5	20,0
18,5	26,5	3,0	24,0	4,4	22,5	21,5
19,9	29,5	3,2	26,5	4,6	24,5	23,5
21,3	33,0	3,4	29,0	4,8	27,0	25,5
22,5	37,0	3,6	32,0	5,1	29,5	28,0
24,6	41,5	3,8	35,5	5,3	32,5	30,5
26,4	47,0	4,0	39,5	5,6	35,5	33,0
28,2	53,5	4,3	43,5	5,9	39,0	36,5
30,3	61,0	4,6	48,5	6,2	43,0	39,5
32,5	70,5	4,9	54,5	7,0	47,5	43,5
35,0	82,5	5,3	61,5	7,5	52,5	47,5
37,5	98,0	5,8	70,0	8,0	59,0	52,5
40,4	—	—	80,5	8,6	66,0	58,5
43,5	—	—	94,0	—	75,0	65,5
47,0	—	—	—	—	86,0	73,5
50,9	—	—	—	—	—	83,5
55,1	—	—	—	—	—	95,5
5,9	—	—	—	—	—	—
6,4	—	—	—	—	—	—
6,9	—	—	—	—	—	—
7,4	—	—	—	—	—	—
7,8	—	—	—	—	—	—
8,3	—	—	—	—	—	—
8,7	—	—	—	—	—	—
9,1	—	—	—	—	—	—
9,6	—	—	—	—	—	—
10,0	—	—	—	—	—	—
10,4	—	—	—	—	—	—
10,8	—	—	—	—	—	—
11,3	—	—	—	—	—	—
11,7	—	—	—	—	—	—
12,2	—	—	—	—	—	—
12,8	—	—	—	—	—	—
13,3	—	—	—	—	—	—
13,9	—	—	—	—	—	—
14,5	—	—	—	—	—	—
15,2	—	—	—	—	—	—
15,9	—	—	—	—	—	—
16,8	—	—	—	—	—	—
17,7	—	—	—	—	—	—
18,7	—	—	—	—	—	—
19,8	—	—	—	—	—	—

Таблица 54

Потери напора в м на один нормальный рукав

Расход воды, <i>л/сек</i>	Диаметр прорезиненных рукавов			Диаметр непрорезиненных рукавов		
	<i>мм</i>					
	50	65	76	50	65	76
1,0	0,150	0,0350	0,0150	0,300	0,077	0,0300
1,5	0,338	0,0788	0,0338	0,675	0,183	0,0675
2,0	0,600	0,140	0,0600	1,20	0,308	0,120
2,3	0,794	0,185	0,0794	1,59	0,404	0,159
2,5	0,938	0,219	0,0938	1,88	0,481	0,188
2,8	1,18	0,274	0,118	2,35	0,604	0,235
3,0	1,35	0,315	0,135	2,70	0,693	0,270
3,3	1,63	0,381	0,163	3,27	0,839	0,327
3,5	1,84	0,429	0,184	3,67	0,943	0,368
3,8	2,17	0,505	0,217	4,33	1,11	0,433
4,0	2,40	0,560	0,240	4,80	1,23	0,480
4,3	2,74	0,647	0,274	5,55	1,42	0,555
4,5	3,04	0,709	0,304	6,08	1,56	0,608
4,8	3,46	0,806	0,346	6,91	1,77	0,691
5,0	3,75	0,875	0,375	7,50	1,93	0,750
5,2	4,06	0,946	0,406	8,11	2,08	0,811
5,4	4,37	1,02	0,437	8,75	2,25	0,875
5,6	4,67	1,10	0,467	9,41	2,42	0,941
5,8	5,05	1,18	0,505	10,1	2,59	1,01
6,0	5,40	1,26	0,540	10,8	2,77	1,08
6,2	5,77	1,35	0,577	11,5	2,96	1,15

По табл. 54 потери напора на один непрорезиненный рукав диаметром 65 мм при расходе 6,0 л/сек будут составлять $h = 2,77$ м. Потери напора во всей рукавной линии, состоящей из пяти рукавов, будут равны

$$H_3 = 2,77 \times 5 = 13,85 \text{ м.}$$

Напор у насоса или гидранта составит

$$H = H_1 + H_2 + H_3 = 15 + 22,5 + 13,35 = 51,35 \sim 52 \text{ м.}$$

§ 11. ТЕПЛОВЫЕ РАСЧЕТЫ ВОДОПРОВОДНЫХ ЛИНИЙ И СЕТЕЙ

Если трубопроводы системы водоснабжения находятся в среде с температурой ниже нуля и вода в них может замерзнуть, возникает необходимость в производстве теплового расчета указанных трубопроводов.

Исходными материалами для тепловых расчетов служат следующие данные:

- 1) о тепловых ресурсах воды;
- 2) о температурах среды (грунт, воздух);
- 3) о тепловых свойствах теплоизолирующих материалов (грунта и изоляции).

Тепловые ресурсы воды определяются ее температурой. Как правило, подземные воды по сравнению с поверхностными водами имеют большие и устойчивые тепловые ресурсы. В случаях, когда собственные тепловые ресурсы воды недостаточны для покрытия тепловых потерь, прибегают к подогреву воды.

Дополнительным тепловым запасом (ресурсами) может явиться также тепло, в которое переходит часть энергии насоса, затрачиваемая на гидравлические потери в трубопроводах и самом насосе.

Тепловыделение от трения на 1 м трубопровода определяется из следующей формулы

$$Q_{\text{тр}} = b_4 \cdot d^{1-P} v^{m+1} \text{ ккал/м} \cdot \text{час},$$

где $Q_{\text{тр}}$ — величина тепловыделения от трения, ккал/м час;

$b_4; 1-P; m+1$ — параметры согласно табл. 55;

d — диаметр трубопровода, м;

v — скорость движения воды в трубопроводе, м/сек.

Таблица 55

Трубопроводы	$b_4 \frac{1}{4}$	$1-P$	$m+1$
Асбестоцементные	5,0	0,81	2,85
Чугунные и стальные	6,0	0,70	2,90

В табл. 56 приведены значения $b_4 \times d^{1-P}$ для различных диаметров труб.

Таблица 56

Трубопроводы	300	400	500	600	700	800	900	1000
Асбестоцементные	1,85	2,31	2,77	3,20	3,63	4,04	4,45	4,84
Чугунные и стальные	2,29	2,88	3,68	4,20	4,67	5,13	5,6	6,00

Повышение температуры воды в результате подъема ее насосами определяется по формуле

$$t = 0,00234 \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) H,$$

где t — повышение температуры, °C;

η — к. п. д. насоса;

H — высота подъема воды насосом, м.

В качестве расчетных температур принимается:

а) для наземных трубопроводов — абсолютная наименьшая температура воздуха;

б) для подземных — наименьшая температура грунта на глубине оси трубопровода, определенная за наибольший срок наблюдения.

Если данные по промерзанию грунта получены для условий снегового покрова, не соответствующих минимальной его толщине и максимальной плотности, характерных для трассы водовода, то в эти данные должны быть внесены поправки.

Величина Δh_2 , на которую уменьшится глубина промерзания при снеговом покрове (по сравнению с глубиной промерзания без него), определяется по формуле

$$\Delta h_2 = h_c K,$$

где h_c — средняя толщина снега для рассматриваемого периода, м;

K — коэффициент, значение которого при естественных грунтах средней плотности и влажности составляют от 2 (плотный снег) до 4 (рыхлый снег), в среднем $K = 2,5-3,0$.

Трубопроводы, располагаемые в грунте, редко снабжают тепловой изоляцией, так как сам грунт, как правило, является достаточно хорошей теплоизоляцией. В тех случаях, когда теплоизоляция трубопроводов, проложенных в земле, становится необходимой, прибегают к засыпке траншей торфом. Торф, даже полностью насыщенный водой, имеет сравнительно низкий коэффициент теплопроводности. Коэффициенты теплопроводности некоторых минералов, входящих в состав грунта и торфа, приведены в табл. 57.

Таблица 57

Материал	Коэффициент теплопроводности, ккал/м час · град
Известняк	6,85
Известняк аморфный	0,37—0,76
Полевой шпат	2,08
Кварц, параллельно оси	1,51
Кварц, перпендикулярно оси	0,32
Мрамор	1,8
Гранит	2,7
Сланец	0,47—1,04
Торф галый	0,32
Торф мерзлый	0,6

Тепловые расчеты водопроводных линий значительно менее точны, чем гидравлические. Это обуславливается малой изученностью ряда связанных с тепловыми расчетами областей и вопросов.

В связи с невысокой точностью тепловых расчетов водопроводных линий рекомендуется исходить из наиболее неблагоприятных величин расчетных параметров.

При стационарном режиме течения воды в трубопроводе, т. е. когда имеются условия: 1) расположение трубопровода в среде с постоянной по длине трубопровода температурой; 2) наличие постоянных по длине трубопровода условий его теплоизоляции, характеризующихся термическим сопротивлением S м·час град/ккал и 3) течение по трубопроводу постоянного, по длине и во времени, расхода воды Q м³/час и q л/сек. Тепловой расчет трубопровода с учетом частичного покрытия теплопотерь теплотой трения сводится к следующему. Определяется температура нагрева воды в насосе

$$t = 0,00234 \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) H \text{ град.}$$

При температуре воды в источнике равной t_n , начальная температура воды будет равна $t_n = t + t_n$ град.

Тепловыделения от трения определяются из формулы

$$Q_{тр} = b'_4 \cdot d^{1-P} \cdot v^{m+1} \text{ ккал/м·час·град.}$$

Термическое сопротивление теплопередаче от трубы или ее цилиндрической теплоизоляции через изотропный грунт определяется по формуле

$$S = \frac{\lg \frac{4H}{D}}{2,73\lambda} \text{ м·час·град/ккал,}$$

где H —глубина оси трубы под поверхностью земли, м;

D —внешний диаметр трубы или ее изоляции, м;

λ —коэффициент теплопроводности грунта, ккал/м·час·град.

Температура трения

$$t_{тр} = Q_{тр} \cdot S \text{ град}$$

Расчетная температура грунта t_p при температуре t_2 грунта на глубине H будет равна

$$t_p = t_2 + t_{тр} \text{ град.}$$

Температурный коэффициент B определится из формулы

$$B = 0,278 \frac{L}{S \cdot q_0},$$

где L —длина водовода, км;

q_0 —расход воды, л/сек.

Падение температуры по длине водовода

$$\Delta t = (t_n - t_p) B, \text{ град.}$$

Температура в конце водовода будет:

$$t_k = t_n - \Delta t, \text{ град.}$$

Вопрос о тепловом расчете трубопровода в грунте с нестационарным режимом течения воды весьма сложен, не разработан теоретически и не освещен наблюдениями и опытом. Приближенное решение этого вопроса дано М. М. Андрияшевым [2].

Диаметр условного прохода		Наружный диаметр	Толщина стенки, мм																													
			0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
мм			Теоретический вес 1 м труб, кг, при удельном весе 7,85																													
50	52	—	—	1,56	1,56	1,87	2,17	2,47	2,76	2,05	3,34	3,63	3,91	4,19	4,74	5,27	5,80	6,31	6,81	7,29	7,77	8,23	8,68	9,12	9,54	9,96	10,35	10,75	11,12	11,49	11,84	
50	53	—	—	1,58	1,60	1,91	2,21	2,52	2,82	3,11	3,41	3,70	3,99	4,27	4,83	5,38	5,92	6,44	6,95	7,45	7,94	8,42	8,88	9,33	9,77	10,19	10,60	11,01	11,39	11,77	12,13	
50	54	—	—	1,31	1,63	1,94	2,25	2,56	2,87	3,18	3,48	3,77	4,07	4,36	4,93	5,49	6,04	6,58	7,10	7,61	8,11	8,60	9,08	9,54	9,99	10,43	10,85	11,26	11,67	12,05	12,43	
50	55	—	—	1,33	1,66	1,98	2,30	2,61	2,93	3,24	3,54	3,85	4,15	4,45	5,03	5,60	6,17	6,71	7,25	7,77	8,29	8,79	9,27	9,75	10,21	10,66	11,10	11,52	11,94	12,34	12,73	
50	56	—	—	1,36	1,69	2,02	2,34	2,66	2,98	3,30	3,61	3,92	4,23	4,53	5,13	5,71	6,29	6,85	7,40	7,93	8,46	8,97	9,47	9,96	10,43	10,90	11,34	11,78	12,21	12,62	13,02	
50	57	—	—	1,38	1,72	2,05	2,38	2,71	3,04	3,36	3,68	4,00	4,31	4,62	5,23	5,83	6,41	6,99	7,55	8,10	8,63	9,16	9,67	10,17	10,65	11,13	11,59	—	—	—	—	
50	58	—	—	1,41	1,75	2,09	2,43	2,76	3,09	3,42	3,75	4,07	4,39	4,70	5,33	5,94	6,54	7,12	7,69	8,25	8,80	9,34	9,86	10,38	11,86	11,84	—	—	—	—	—	
50	59	—	—	1,46	1,81	2,16	2,51	2,86	3,20	3,55	3,88	4,22	4,55	4,88	5,52	6,16	6,78	7,39	7,99	8,58	9,15	9,71	10,26	10,80	11,32	11,83	12,33	—	—	—	—	
50	63,5	—	—	—	—	2,19	2,66	3,03	3,40	3,76	4,12	4,48	4,83	5,18	5,87	6,55	7,21	7,87	8,51	9,14	9,75	10,36	10,95	11,53	12,10	12,65	13,19	—	—	—	—	
50	65	—	—	—	—	2,35	2,73	3,11	3,48	3,85	4,22	4,59	4,95	5,31	6,02	6,71	7,40	8,07	8,73	9,38	10,01	10,64	11,25	11,84	12,43	13,00	13,56	—	—	—	—	
50	68	—	—	—	—	2,46	2,86	3,26	3,65	4,04	4,43	4,81	5,19	5,57	6,31	7,03	7,77	8,48	9,17	9,86	10,53	11,19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	69	—	—	—	—	2,50	2,90	3,30	3,70	4,10	4,49	4,88	5,27	5,65	6,41	7,14	7,89	8,61	9,32	10,02	10,70	11,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	70	—	—	—	—	2,53	2,95	3,35	3,76	4,16	4,56	4,96	5,35	5,74	6,51	7,27	8,01	8,75	9,47	10,18	10,88	11,56	12,23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	73	—	—	—	—	2,64	3,07	3,50	3,93	4,35	4,76	5,18	5,59	6,00	6,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	76	—	—	—	—	2,76	3,20	3,65	4,09	4,53	4,97	5,40	5,83	6,26	7,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	83	—	—	—	—	—	4,00	4,48	4,96	5,44	5,92	6,39	6,86	7,79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	89	—	—	—	—	—	4,29	4,81	5,33	5,85	6,36	6,87	7,38	8,38	9,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	95	—	—	—	—	—	4,59	5,15	5,70	6,26	6,81	7,35	7,90	8,98	10,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	102	—	—	—	—	—	—	4,93	5,53	6,13	6,73	7,32	7,91	8,50	9,67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	108	—	—	—	—	—	—	—	6,50	7,14	7,77	8,40	9,02	10,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	110	—	—	—	—	—	—	—	6,62	7,27	7,92	8,56	9,19	10,46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	120	—	—	—	—	—	—	—	7,24	7,95	8,66	9,36	10,06	11,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
125	130	—	—	—	—	—	—	—	—	7,86	8,63	9,40	10,16	10,92	12,43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
125	133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[illegible]

ГЛАВА III

ТРУБЫ, ФАСОННЫЕ ЧАСТИ И АРМАТУРА

§ 12. ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства 14 февраля 1956 г. утвердил и ввел в действие с 1 апреля 1956 г. внесенную Министерством строительства предприятий нефтяной промышленности СССР „Инструкцию по применению в строительстве стальных труб наружным диаметром более 100 мм и труб нефтяного сортамента“ (И111—56), выдержки из которой приводятся в таблице 58.

Таблица 58

Наименование труб и номер ГОСТа	Область применения
1. Трубы бурильные с высаженными внутри концами (631—50). Трубы обсадные (632—50 и 6138—52)	1. Только по их прямому назначению, указанному в стандартах.
2. Трубы стальные электросварные (4015—52). Трубы стальные нефтегазопроводные (3101—46). Трубы стальные бесшовные (301—50). Трубы стальные бесшовные паропроводные (3100—46).	2. В основном для строительства нефтепроводов, газопроводов, паропроводов, трубопроводов горячей воды (теплосетей) и технологических промышленных трубопроводов.
3. Трубы стальные электросварные со спиральным швом (ВТУ МЧМ СССР 2986—51).	3. Для строительства указанных в п. 2 трубопроводов с ограничениями, установленными Гостехнадзором СССР.

Примечания. 1. При строительстве водоводов, внешних водопроводных и канализационных сетей разрешается применение стальных труб, указанных в пп. 2 и 3 настоящей таблицы, только в следующих случаях:

а) при прокладке трубопроводов в макропористых грунтах с просадочными свойствами, а также в районах горных выработок, когда это требуется специальными техническими условиями;

б) при прокладке трубопровода в сейсмических районах, когда это требуется „Положением по строительству в сейсмических районах“ (ПСП101—51);

в) при устройстве дюкеров и переходов под железными и автомобильными дорогами, а также под городскими проездами с интенсивным движением, имеющими усовершенствованные покрытия, при прокладке трубопроводов по мостам и путепроводам, при закрытых способах производства работ;

г) при прокладке трубопроводов по поверхности земли в случае возможности механического повреждения труб;

д) при прокладке трубопроводов по опорам и эстакадам, когда трубы работают на изгиб;

е) при строительстве трубопроводов диаметром до 1000 мм с наибольшим рабочим давлением выше 10 атм.

2. Применение стальных труб, указанных в пп. 2 и 3 настоящей таблицы, для всех других целей не разрешается. В виде исключения 3/VI 1957 г. Госстрой СССР разрешил распространить п. 3 настоящей таблицы на производственные водопроводы нефтеперерабатывающих заводов.

3. Для строительства напорных водоводов и внешних напорных водопроводных и канализационных сетей надлежит применять асбестоцементные напорные железобетонные предварительно напряженные трубы, железобетонные трубы со стальным сердечником, фанерные напорные и чугунные трубы. Для безнапорных трубопроводов следует применять керамиковые, бетонные и железобетонные трубы.

1. Трубы из углеродистых сталей

1. Трубы стальные бесшовные (ГОСТ 301—50, табл. 59 и 60) изготавливаются из сталей марок 10, 20, 35, 45 (ГОСТ 1050—52) и марок 15Х, 20Х, 40Х, 15ХФ, 30ХГС, 30ХГСА, 38ХМ, 10А (ГОСТ 4543—48).

2. Трубы стальные нефте-водо-газопроводные с наружным диаметром 146—426 мм (ГОСТ 3101—46) из сталей марок Ст. 2, Ст. 4, Ст. 5 (ГОСТ 301—50, изд. 1953 г.) приведены в табл. 61.

3. Трубы стальные водо-газопроводные (газовые, ГОСТ 3262—55) приведены в табл. 62. Стандарт распространяется на неоцинкованные и оцинкованные, обыкновенные и усиленные стальные трубы.

4. Трубы больших диаметров стальные электросварные водо-газопроводные (ГОСТ 4015—52) приведены в табл. 63.

5. Трубы электросварные (ГОСТ 1753—53) в последнее время получили весьма широкое применение, как заменители бесшовных цельнотянутых труб. Сортамент этих труб приведен в табл. 64.

6. Трубы спирально-сварные по техническим условиям Главтрубостали МЧМ ЧМТУ 2986—51 и ЧМТУ 3194—52. Сортамент труб приведен в табл. 65.

Трубы стальные нефте-водо-газопроводные по ГОСТу 3101—46 (выдержки)

Проходы услов- ные, мм	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	400
Наружный диа- метр, мм	146	168	194	219	245	273	299	325	351	377	426
Толщина стенки, мм	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
Теоретический вес 1 м трубы, кг, при удельном весе 7,85	15,70 17,39 19,06 20,72 22,36 24,00 25,62 27,23 28,82 30,41 31,98 33,54 35,12 36,66 38,24 39,81 41,39 42,96 44,54 46,11 47,69 49,26 50,84 52,41 54,00 55,58 57,16 58,74 60,32 61,90 63,48 65,06 66,64 68,22 69,80 71,38 72,96 74,54 76,12 77,70 79,28 80,86 82,44 84,02 85,60 87,18 88,76 90,34 91,92 93,50 95,08 96,66 98,24 99,82 101,40 102,98 104,56 106,14 107,72 109,30 110,88 112,46 114,04 115,62 117,20 118,78 120,36 121,94 123,52 125,10 126,68 128,26 129,84 131,42 133,00 134,58 136,16 137,74 139,32 140,90 142,48 144,06 145,64 147,22 148,80 150,38 151,96 153,54 155,12 156,70 158,28 159,86 161,44 163,02 164,60 166,18 167,76 169,34 170,92 172,50 174,08 175,66 177,24 178,82 180,40 181,98 183,56 185,14 186,72 188,30 189,88 191,46 193,04 194,62 196,20 197,78 199,36 200,94 202,52 204,10 205,68 207,26 208,84 210,42 212,00 213,58 215,16 216,74 218,32 219,90 221,48 223,06 224,64 226,22 227,80 229,38 230,96 232,54 234,12 235,70 237,28 238,86 240,44 242,02 243,60 245,18 246,76 248,34 249,92 251,50 253,08 254,66 256,24 257,82 259,40 260,98 262,56 264,14 265,72 267,30 268,88 270,46 272,04 273,62 275,20 276,78 278,36 279,94 281,52 283,10 284,68 286,26 287,84 289,42 290,99 292,57 294,15 295,73 297,31 298,89 300,47 302,05 303,63 305,21 306,79 308,37 309,95 311,53 313,11 314,69 316,27 317,85 319,43 321,01 322,59 324,17 325,75 327,33 328,91 330,49 332,07 333,65 335,23 336,81 338,39 339,97 341,55 343,13 344,71 346,29 347,87 349,45 351,03 352,61 354,19 355,77 357,35 358,93 360,51 362,09 363,67 365,25 366,83 368,41 369,99 371,57 373,15 374,73 376,31 377,89 379,47 381,05 382,63 384,21 385,79 387,37 388,95 390,53 392,11 393,69 395,27 396,85 398,43 400,01 401,59 403,17 404,75 406,33 407,91 409,49 411,07 412,65 414,23 415,81 417,39 418,97 420,55 422,13 423,71 425,29 426,87 428,45 429,99 431,57 433,15 434,73 436,31 437,89 439,47 441,05 442,63 444,21 445,79 447,37 448,95 450,53 452,11 453,69 455,27 456,85 458,43 459,99 461,57 463,15 464,73 466,31 467,89 469,47 471,05 472,63 474,21 475,79 477,37 478,95 480,53 482,11 483,69 485,27 486,85 488,43 489,99 491,57 493,15 494,73 496,31 497,89 499,47 501,05 502,63 504,21 505,79 507,37 508,95 510,53 512,11 513,69 515,27 516,85 518,43 519,99 521,57 523,15 524,73 526,31 527,89 529,47 531,05 532,63 534,21 535,79 537,37 538,95 540,53 542,11 543,69 545,27 546,85 548,43 549,99 551,57 553,15 554,73 556,31 557,89 559,47 561,05 562,63 564,21 565,79 567,37 568,95 570,53 572,11 573,69 575,27 576,85 578,43 579,99 581,57 583,15 584,73 586,31 587,89 589,47 591,05 592,63 594,21 595,79 597,37 598,95 600,53 602,11 603,69 605,27 606,85 608,43 609,99 611,57 613,15 614,73 616,31 617,89 619,47 621,05 622,63 624,21 625,79 627,37 628,95 630,53 632,11 633,69 635,27 636,85 638,43 639,99 641,57 643,15 644,73 646,31 647,89 649,47 651,05 652,63 654,21 655,79 657,37 658,95 660,53 662,11 663,69 665,27 666,85 668,43 669,99 671,57 673,15 674,73 676,31 677,89 679,47 681,05 682,63 684,21 685,79 687,37 688,95 690,53 692,11 693,69 695,27 696,85 698,43 699,99 701,57 703,15 704,73 706,31 707,89 709,47 711,05 712,63 714,21 715,79 717,37 718,95 720,53 722,11 723,69 725,27 726,85 728,43 729,99 731,57 733,15 734,73 736,31 737,89 739,47 741,05 742,63 744,21 745,79 747,37 748,95 750,53 752,11 753,69 755,27 756,85 758,43 759,99 761,57 763,15 764,73 766,31 767,89 769,47 771,05 772,63 774,21 775,79 777,37 778,95 780,53 782,11 783,69 785,27 786,85 788,43 789,99 791,57 793,15 794,73 796,31 797,89 799,47 801,05 802,63 804,21 805,79 807,37 808,95 810,53 812,11 813,69 815,27 816,85 818,43 819,99 821,57 823,15 824,73 826,31 827,89 829,47 831,05 832,63 834,21 835,79 837,37 838,95 840,53 842,11 843,69 845,27 846,85 848,43 849,99 851,57 853,15 854,73 856,31 857,89 859,47 861,05 862,63 864,21 865,79 867,37 868,95 870,53 872,11 873,69 875,27 876,85 878,43 879,99 881,57 883,15 884,73 886,31 887,89 889,47 891,05 892,63 894,21 895,79 897,37 898,95 900,53 902,11 903,69 905,27 906,85 908,43 909,99 911,57 913,15 914,73 916,31 917,89 919,47 921,05 922,63 924,21 925,79 927,37 928,95 930,53 932,11 933,69 935,27 936,85 938,43 939,99 941,57 943,15 944,73 946,31 947,89 949,47 951,05 952,63 954,21 955,79 957,37 958,95 960,53 962,11 963,69 965,27 966,85 968,43 969,99 971,57 973,15 974,73 976,31 977,89 979,47 981,05 982,63 984,21 985,79 987,37 988,95 990,53 992,11 993,69 995,27 996,85 998,43 999,99 1001,57 1003,15 1004,73 1006,31 1007,89 1009,47 1011,05 1012,63 1014,21 1015,79 1017,37 1018,95 1020,53 1022,11 1023,69 1025,27 1026,85 1028,43 1029,99 1031,57 1033,15 1034,73 1036,31 1037,89 1039,47 1041,05 1042,63 1044,21 1045,79 1047,37 1048,95 1050,53 1052,11 1053,69 1055,27 1056,85 1058,43 1059,99 1061,57 1063,15 1064,73 1066,31 1067,89 1069,47 1071,05 1072,63 1074,21 1075,79 1077,37 1078,95 1080,53 1082,11 1083,69 1085,27 1086,85 1088,43 1089,99 1091,57 1093,15 1094,73 1096,31 1097,89 1099,47 1101,05 1102,63 1104,21 1105,79 1107,37 1108,95 1110,53 1112,11 1113,69 1115,27 1116,85 1118,43 1119,99 1121,57 1123,15 1124,73 1126,31 1127,89 1129,47 1131,05 1132,63 1134,21 1135,79 1137,37 1138,95 1140,53 1142,11 1143,69 1145,27 1146,85 1148,43 1149,99 1151,57 1153,15 1154,73 1156,31 1157,89 1159,47 1161,05 1162,63 1164,21 1165,79 1167,37 1168,95 1170,53 1172,11 1173,69 1175,27 1176,85 1178,43 1179,99 1181,57 1183,15 1184,73 1186,31 1187,89 1189,47 1191,05 1192,63 1194,21 1195,79 1197,37 1198,95 1199,99 1201,57 1203,15 1204,73 1206,31 1207,89 1209,47 1211,05 1212,63 1214,21 1215,79 1217,37 1218,95 1220,53 1222,11 1223,69 1225,27 1226,85 1228,43 1229,99 1231,57 1233,15 1234,73 1236,31 1237,89 1239,47 1241,05 1242,63 1244,21 1245,79 1247,37 1248,95 1250,53 1252,11 1253,69 1255,27 1256,85 1258,43 1259,99 1261,57 1263,15 1264,73 1266,31 1267,89 1269,47 1271,05 1272,63 1274,21 1275,79 1277,37 1278,95 1280,53 1282,11 1283,69 1285,27 1286,85 1288,43 1289,99 1291,57 1293,15 1294,73 1296,31 1297,89 1299,47 1301,05 1302,63 1304,21 1305,79 1307,37 1308,95 1310,53 1312,11 1313,69 1315,27 1316,85 1318,43 1319,99 1321,57 1323,15 1324,73 1326,31 1327,89 1329,47 1331,05 1332,63 1334,21 1335,79 1337,37 1338,95 1340,53 1342,11 1343,69 1345,27 1346,85 1348,43 1349,99 1351,57 1353,15 1354,73 1356,31 1357,89 1359,47 1361,05 1362,63 1364,21 1365,79 1367,37 1368,95 1370,53 1372,11 1373,69 1375,27 1376,85 1378,43 1379,99 1381,57 1383,15 1384,73 1386,31 1387,89 1389,47 1391,05 1392,63 1394,21 1395,79 1397,37 1398,95 1399,99 1401,57 1403,15 1404,73 1406,31 1407,89 1409,47 1411,05 1412,63 1414,21 1415,79 1417,37 1418,95 1420,53 1422,11 1423,69 1425,27 1426,85 1428,43 1429,99 1431,57 1433,15 1434,73 1436,31 1437,89 1439,47 1441,05 1442,63 1444,21 1445,79 1447,37 1448,95 1450,53 1452,11 1453,69 1455,27 1456,85 1458,43 1459,99 1461,57 1463,15 1464,73 1466,31 1467,89 1469,47 1471,05 1472,63 1474,21 1475,79 1477,37 1478,95 1480,53 1482,11 1483,69 1485,27 1486,85 1488,43 1489,99 1491,57 1493,15 1494,73 1496,31 1497,89 1499,47 1501,05 1502,63 1504,21 1505,79 1507,37 1508,95 1509,99 1511,57 1513,15 1514,73 1516,31 1517,89 1519,47 1521,05 1522,63 1524,21 1525,79 1527,37 1528,95 1530,53 1532,11 1533,69 1535,27 1536,85 1538,43 1539,99 1541,57 1543,15 1544,73 1546,31 1547,89 1549,47 1551,05 1552,63 1554,21 1555,79 1557,37 1558,95 1560,53 1562,11 1563,69 1565,27 1566,85 1568,43 1569,99 1571,57 1573,15 1574,73 1576,31 1577,89 1579,47 1581,05 1582,63 1584,21 1585,79 1587,37 1588,95 1590,53 1592,11 1593,69 1595,27 1596,85 1598,43 1599,99 1601,57 1603,15 1604,73 1606,31 1607,89 1609,47 1611,05 1612,63 1614,21 1615,79 1617,37 1618,95 1620,53 1622,11 1623,69 1625,27 1626,85 1628,43 1629,99 1631,57 1633,15 1634,73 1636,31 1637,89 1639,47 1641,05 1642,63 1644,21 1645,79 1647,37 1648,95 1650,53 1652,11 1653,69 1655,27 1656,85 1658,43 1659,99 1661,57 1663,15 1664,73 1666,31 1667,89 1669,47 1671,05 1672,63 1674,21 1675,79 1677,37 1678,95 1680,53 1682,11 1683,69 1685,27 1686,85 1688,43 1689,99 1691,57 1693,15 1694,73 1696,31 1697,89 1699,47 1701,05 1702,63 1704,21 1705,79 1707,37 1708,95 1710,53 1712,11 1713,69 1715,27 1716,85 1718,43 1719,99 1721,57 1723,15 1724,73 1726,31 1727,89 1729,47 1731,05 1732,63 1734,21 1735,79 1737,37 1738,95 1740,53 1742,11 1743,69 1745,27 1746,85 1748,43 1749,99 1751,57 1753,15 1754,73 1756,31 1757,89 1759,47 1761,05 1762,63 1764,21 1765,79 1767,37 1768,95 1770,53 1772,11 1773,69 1775,27 1776,85 1778,43 1779,99 1781,57 1783,15 1784,73 1786,31 1787,89 1789,47 1791,05 1792,63 1794,21 1795,79 1797,37 1798,95 1799,99 1801,57 1803,15 1804,73 1806,31 1807,89 1809,47 1811,05 1812,63 1814,21 1815,79 1817,37 1818,95 1820,53 1822,11 1823,69 1825,27 1826,85 1828,43 1829,99 1831,57 1833,15 1834,73 1836,31 1837,89 1839,47 1841,05 1842,63 1844,21 1845,79 1847,37 1848,95 1850,53 1852,11 1853,69 1855,27 1856,85 1858,43 1859,99 1861,57 1863,15 1864,73 1866,31 1867,89 1869,47 1871,05 1872,63 1874,21 1875,79 1877,37 1878,95 1880,53 1882,11 1883,69 1885,27 1886,85 1888,43 1889,99 1891,57 1893,15 1894,73 1896,31 1897,89 1899,47 1901,05 1902,63 1904,21 1905,79 1907,37 1908,95 1909,99 1911,57 1913,15 1914,73 1916,31 1917,89 1919,47 1921,05 1922,63 1924,21 1925,79 1927,37 1928,95 1930,53 1932,11 1933,69 1935,27 1936,85 1938,43 1939,99 1941,57 1943,15 1944,73 1946,31 1947,89 1949,47 1951,05 1952,63 1954,21 1955,79 1957,37 1958,95 1960,53 1962,11 1963,69 1965,27 1966,85 1968,43 1969,99 1971,57 1973,15 1974,73 1976,31 1977,89 1979,47 1981,05 1982,63 1984,21 1985,79 1987,37 1988,95 1990,53 1992,11 1993,69 1995,27 1996,85 1998,43 1999,99 2001,57 2003,15 2004,73 2006,31 2007,89 2009,47 2011,05 2012,63 2014,21 2015,79 2017,37 2018,95 2020,53 2022,11 2023,69 2025,27 2026,85 2028,43 2029,99 2031,57 2033,15 2034,73 2036,31 2037,89 2039,47 2041,05 2042,63 2044,21 2045,79 2047,37 2048,95 2050,53 2052,11 2053,69 2055,27 2056,85 2058,43 2059,99 2061,57 2063,15 2064,73 2066,31 2067,89 2069,47 2071,05 2072,63 2074,21 2075,79 2077,37 2078,95 2080,53 2082,11 2083,69 2085,27 2086,85 2088,43 2089,99 2091,57 2093,15 2094,73 2096,31 2097,89 2099,47 2101,05 2102,63 2104,21 2105,79 2107,37 2108,95 2110,53 2112,11 2113,69 2115,27 2116,85 2118,43 2119,99 2121,57 2123,15 2124,73 2126,31 2127,89 2129,47 2131,05 2132,63 2134,21 2135,79 2137,37 2138,95 2140,53 2142,11 2143,69 2145,27 2146,85 2148,43 2149,99 2151,57 2153,15 2154,73 2156,31 2157,89 2159,47 2161,05 2162,63 2164,21 2165,79 2167,37 2168,95 2170,53 2172,11 2173,69 2175,27 2176,85 2178,43 2179,99 2181,57 2183,15 2184,73 2186,31 2187,89 2189,47 2191,05 2192,63 2194,21 2195,79 2197,37 2198,95 2199,99 2201,57 2203,15 2204,73 2206,31 2207,89 2209,47 2211,05 2212,63 2214,21 2										

Трубы стальные водогазопроводные (газовые) по ГОСТу 3282—55 (выдержки)

Условный проход		Трубы				Резьбы			Вес муфты на 1 м трубы из расчета 1 муфты на 6 м, кг		
мм	дюймы	наружный диаметр, мм	обыкновенные		усиленные		наружный диаметр в основной плоскости, мм	Число ниптов на 1 дюйм		Длина до сбегарезьбы	
			толщина стенки, мм	теоретический вес 1 м (без муфт), кг	толщина стенки, мм	теоретический вес 1 м (без муфт), кг					
15	1/2	21,25	2,75	1,25	3,25	1,44	20,956	14	15	14	0,01
20	3/4	26,75	2,75	1,63	3,5	2,01	26,442	14	17	16	0,02
25	1	33,5	3,25	2,42	4,0	2,91	33,250	11	19	18	0,03
32	1 1/4	42,25	3,25	3,13	4,0	3,77	41,912	11	22	20	0,04
40	1 1/2	48,00	3,5	3,84	4,25	4,58	47,805	11	23	22	0,06
50	2	60,00	3,5	4,88	4,5	6,16	59,616	11	26	24	0,09
70	2 1/2	75,5	3,75	6,64	4,5	7,88	75,187	11	30	27	0,13
80	3	88,5	4,0	8,34	4,75	9,81	87,887	11	32	30	0,2
100	4	114,0	4,0	10,85	5,0	13,44	113,034	11	38	36	0,4
125	5	140,0	4,5	15,01	5,5	18,24	138,435	11	41	38	0,6
150	6	165,0	4,5	17,81	5,5	21,63	163,536	11	45	42	0,8

Таблица 63

Трубы стальные электросварные диаметром от 426 до 1420 мм по ГОСТу 4015—52 (выдержки)

Диаметр условного прохода	Наружный диаметр трубы		Толщина стенки, мм							Длина труб не менее (с одним продольным швом)
	номинальный	допускаемое отклонение	7	8	9	10	11	12	13	14
Теоретический вес 1 м труб, кг (при удельном весе 7,85)										
400	426	±5,0	72,3	82,46	92,56	102,6	112,6	122,5	—	—
450	478	±5,5	81,3	92,72	104,1	115,4	126,7	137,9	—	—
500	529	±6,0	—	102,78	115,4	128,0	140,5	153,0	—	—
600	630	±6,5	—	122,7	137,8	152,9	167,9	182,9	—	—
700	720	±6,5	—	—	157,8	175,1	192,3	209,5	—	—
800	820	±7,0	—	—	180,0	199,8	219,5	239,1	258,7	278,3
900	920	±7,5	—	—	202,2	224,4	246,6	268,7	290,8	312,8
1000	1020	±8,5	—	—	224,4	249,1	273,7	298,3	322,8	347,3
1100	1120	±9,0	—	—	—	273,7	300,8	327,9	354,9	381,8
1200	1220	±9,0	—	—	—	298,4	328,0	357,5	387,0	416,4
1300	1320	±9,0	—	—	—	—	355,0	387,0	418,0	450,9
1400	1420	±9,5	—	—	—	—	382,2	416,7	451,1	485,4

Трубы стальные электросварные по ГОСТу 1753—53 (выдержки)

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм										
	0,75	1	1,25	1,50	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25
Теоретический вес 1 м труб при удельном весе 7,85											
15	0,264	0,345	0,424	0,499	—	—	—	—	—	—	—
16	0,282	0,370	0,455	0,536	—	—	—	—	—	—	—
17	0,301	0,395	0,486	0,573	—	—	—	—	—	—	—
18	0,319	0,419	0,516	0,610	0,701	0,789	—	—	—	—	—
19	0,338	0,444	0,547	0,647	0,744	0,838	—	—	—	—	—
20	0,356	0,469	0,578	0,684	0,788	0,888	—	—	—	—	—
21	—	0,493	0,609	0,721	0,831	0,937	—	—	—	—	—
22	—	0,518	0,640	0,754	0,874	0,986	—	—	—	—	—
23	—	0,543	0,670	0,795	0,917	1,04	1,15	1,26	—	—	—
24	—	0,567	0,701	0,832	0,960	1,09	1,21	1,33	—	—	—
25	—	0,592	0,732	0,869	1,00	1,13	1,26	1,39	—	—	—
26	—	0,617	0,763	0,9	1,05	1,18	1,32	1,45	—	—	—
27	—	0,641	0,794	0,943	1,09	1,23	1,37	1,51	—	—	—
28	—	0,660	0,825	0,980	1,13	1,28	1,43	1,57	—	—	—
29	—	0,691	0,855	1,02	1,18	1,33	1,48	1,63	—	—	—
30	—	0,715	0,886	1,05	1,22	1,38	1,54	1,70	—	—	—
31	—	0,740	0,917	1,09	1,26	1,43	1,60	1,76	—	—	—
32	—	—	0,948	1,13	1,31	1,48	1,65	1,82	1,98	2,15	—
33	—	—	0,979	1,17	1,35	1,53	1,71	1,88	—	—	—
34	—	—	1,01	1,20	1,39	1,58	1,76	1,94	—	—	—
35	—	—	1,04	1,24	1,43	1,63	1,82	2,00	—	—	—
36	—	—	1,07	1,28	1,48	1,68	1,87	2,07	—	—	—
37	—	—	1,10	1,31	1,52	1,73	1,93	2,13	—	—	—
38	—	—	1,13	1,35	1,56	1,78	1,98	2,19	2,39	2,59	—
39	—	—	1,16	1,39	1,61	1,82	2,04	2,25	—	—	—

Окончание табл. 64

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм										
	0,75	1	1,25	1,50	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25
Теоретический вес 1 м труб при удельном весе 7,85											
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
108	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
114	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
121	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
127	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
152	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. ГОСТ 1753—53 распространяется на стальные трубы, изготовленные методом дуговой сварки под слоем флюса.

Таблица 65

Трубы электросварные со спиральным швом по техническим условиям главтрубостали МЧМ ЧМТУ 2967—51 и ЧМТУ 3194—52 (выдержки)

Диаметр, мм		Толщина стенки δ , мм, и вес 1 м, кг							
внутренний (условный проход D_y)	наружный D_n	толщина	вес	толщина	вес	толщина	вес	толщина	вес
325	351	4	34,25	5	42,80	5,5	47,25	6	51,20
350	377	4	36,80	5	46,10	5,5	50,75	6	55,00
400	426	—	—	5	51,90	5,5	57,25	6 и 7	62,28
450	478	—	—	5	58,40	5,5	64,40	6	70,00
500	529	—	—	5	64,70	5,5	71,30	6 и 7	77,60
600	630	—	—	—	—	5,5	85,00	6 и 7	92,50

2. Угольники стальные крутоизогнутые. Переходы концентрические стальные. Заглушки отбортованные стальные для труб. Колена сварные

С 1/I 1957 г. введены новые ведомственные нормы Министерства нефтяной промышленности СССР на следующие детали.

1. Угольники стальные (табл. 66). Основные размеры и технические условия—по Н816—56;

2. Переходы концентрические стальные (табл. 67). Основные размеры и технические условия—по Н817—56;

3. Заглушки отбортованные стальные для труб D_y 50— D_y 250 (табл. 68). Основные размеры и технические условия—по Н818—56.

С введением новых нормалей все ранее выпущенные нормы и руководящие материалы на аналогичные детали аннулируются.

Назначения указанных деталей следующее.

Угольники стальные предназначаются для соединения между собой при помощи сварки труб одинакового диаметра, расположенных несоосно.

Переходы концентрические стальные служат для соединения между собой труб разного диаметра с помощью электро-сварки.

Заклушки стальные предназначаются для приварки встык к свободным концам труб в трубопроводах и аппаратах.

Таблица 66

Угольники стальные (фиг. 4)

D_y	D_n	S	R_y , кг/см ² (не более) $L=90^\circ$; $L=45^\circ$						Предназначаются для труб $D_n \times S$, мм
			малоагрессивная среда	среднеагрессивная среда	L , мм	вес 1 шт., кг	L , мм	вес 1 шт., кг	
мм									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40	45	4	160	—	80	0,45	33	0,23	45×3,5
	48	4,5	160	—		0,59		0,3	48×4,5
50	57	5	100	—	100	0,8	41	0,4	57×3,5
		6	—	100		1,2		0,6	57×6
	60	5	160	—		1,1		0,55	60×5
80	89	6	100	—	160	3,2	66	1,6	89×5; 89×4
		7	160	100		3,6		1,8	89×7
100	108	6	100	—	150	3,75	62	2,0	108×6; 108×4
		7	—	64	200	4,25	83	2,1	108×7
		9	—	100		6,61		3,3	108×9
	114	12*	160	—		9,5		4,8	114×12
150	159	6	64	—	225	7,5	93	3,8	159×6
		8	100	64		10,54		5,27	159×8
		11*	—	100		14,2		7,1	159×11
	168	13*	160	—	—	17,6		8,8	168×13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
200	219	7	64	—	350	22,5	150	11,3	219×7
		11*	100	64	—	26,6	—	13,3	219×11; 219×10
		14*	—	100	370	38,4	124	16,7	219×14
		17*	160	—	—	40,0	—	20,0	219×17
250	273	9	64	—	440	41,0	180	20,5	273×9; 273×8
		12*	—	64	—	45,0	—	22,8	273×12; 273×11
		14*	100	—	375	52,8	156	26,9	273×14
350	377	9	40	—	—	44,5	—	22,3	377×9
		12*	64	—	35	59,5	145	29,8	377×12
400	426	9*	15	—	—	58,3	—	29,2	426×9; 426×7
		10*	40	—	400	71,0	166	32,5	426×10
		14*	64	—	—	89,6	—	44,8	426×14
500	529	9*	16	—	500	90,6	207	45,3	529×9

Примечания. 1. При толщине стенки S менее 5 мм фаску 30° не делать.

2. При разнице номинальных толщин стенок угольника и трубы более 1 мм должна производиться плавная расточка концов угольника до номинального размера внутреннего диаметра трубы.

3. Размеры, отмеченные звездочкой (*), производством не освоены.

Переходы концентрические стальные (фиг. 5)

$D_y \times d_y$	$D_n \times d_n$	S	S_1	L	$\rho_{\text{ст}}, \text{кг/см}^2$ (не более)			Вес 1 шт., кг	Предназначаются для труб (от—до) $D_n \times S, \text{мм}$
					Магистральная	средняя	средне-тонкая		
мм									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
50 × 25	57 × 32	3,5	3,5	75	100	—	0,3	57 × 3,5—32 × 3,5	
	60 × 32	5	3,5		160	—	0,3	60 × 5—32 × 3,5	
50 × 40	50 × 45	3,5	3,5	60	100	—	0,25	57 × 3,5—45 × 3,5	
	60 × 48	5	4,5		160	—	0,3	60 × 5—48 × 4,5	
80 × 40	89 × 45	5	3,5	95	100	—	0,6	89 × 5—45 × 3,5 и 89 × 4—45 × 3,5	
	89 × 48	7	4,5		160	—	0,8	89 × 7—48 × 4,5	
80 × 50	89 × 57	5	3,5	75	100	—	0,5	89 × 5—57 × 3,5	
		7	6		—	100	0,7	89 × 7—57 × 6	
	89 × 60	7	5		160	—	0,8	89 × 7—60 × 5	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
100 × 50	108 × 57	6	3,5	115	100	—	0,9	108 × 6—57 × 3,5 и 108 × 1—57 × 3,5
		9	6		—	100	1,5	108 × 9—57 × 6 и 108 × 7—57 × 6
	114 × 60	12	5		160	—	1,9	114 × 12—60 × 5
100 × 80	108 × 89	6	5	80	100	—	1,0	108 × 6—89 × 5 и 108 × 4—89 × 4
		9	7		100	—	1,4	108 × 9—89 × 7 и 108 × 7—89 × 7
	114 × 89	12	7		160	—	1,7	114 × 12—89 × 7
150 × 80	159 × 89	6	4	150	64	—	2,2	159 × 6—89 × 4
		8	7		100	64	3,2	159 × 8—89 × 7 и 159 × 8—89 × 5
	168 × 89	11	7		—	100	3,9	159 × 11—89 × 7
150 × 100	159 × 108	6	4	130	64	—	2,1	159 × 6—108 × 4
		8	7		100	64	3,0	159 × 8—108 × 7 и 159 × 8—108 × 6
	168 × 114	11	9		—	100	4,0	159 × 11—108 × 9
200 × 100	219 × 108	7	4	190	64	—	4,5	219 × 7—108 × 4
		11	7		100	64	6,6	219 × 11—108 × 6 и 219 × 10—108 × 7
	219 × 114	14	9		—	100	8,2	219 × 14—108 × 9
200 × 150	219 × 159	7	6	140	64	—	4,4	219 × 7—159 × 6
		11	8		100	64	5,9	219 × 11—159 × 8 и 219 × 10—159 × 8
	219 × 168	14	11		—	100	7,6	219 × 14—159 × 11
250 × 150	273 × 159	9	β	200	64	—	7,0	273 × 9—159 × 6 и 273 × 8—159 × 6
		12	8		—	64	10,3	273 × 12—159 × 8 и 273 × 11—159 × 8
	273 × 168	14	8		100	—	11,2	273 × 14—159 × 8
250 × 200	273 × 168	17	11	160	—	100	13,9	273 × 17—159 × 11
		21	13		160	—	16,9	273 × 21—168 × 13
	273 × 219	9	7		64	—	7,4	273 × 9—219 × 7 и 273 × 8—219 × 7
250 × 200	273 × 219	12	10	160	—	64	10,2	273 × 12—219 × 10 и 273 × 11—219 × 10
		14	11		100	—	11,7	273 × 14—219 × 11
	273 × 219	17	14		—	100	14,0	273 × 17—219 × 14
250 × 200	273 × 219	21	17	160	—	100	17,1	273 × 21—219 × 17
		21	17		160	—	17,1	273 × 27—219 × 17

Примечания. 1. При толщине стенки S менее 5 мм фланцу 30° не делать. 2. При разнице номинальных толщин стенок перехода и трубы более 1 мм должна производиться плановая расточка концов перехода до номинального размера внутреннего диаметра трубы.

Заглушки отбортованные стальные для труб (фиг. 6)

	D_H	D_B	S	h_B	r_y , кг/см ² не более		Вес 1 шт., кг	Предназначаются для труб $S_H \times S$, мм
					малоаг- рессив- ная среда	средне- аггес- сив- ная среда		
мм								
50	57	50	3,5	12	100	—	0,2	57×3,5
		45	6	11	—	100	0,35	57×6
	60	50	5	12	160	—	0,33	60×5
80	89	79	5	20	100	—	0,58	89×5; 89×4
		75	7	19	160	100	0,75	89×7
100	108	100	4	25	64	—	0,65	108×4
		94	7	24	100	64	1,05	108×7; 108×6
		90	9	23	—	100	1,4	108×9
	114	90	12	23	160	—	1,75	114×12
150	159	143	8	36	100	64	2,3	159×8; 159×6
		137	11	34	—	100	3,0	159×11
	168	142	13	36	160	—	3,75	168×13
200	219	205	7	51	64	—	3,6	219×7
		197	11	49	100	64	5,1	219×11; 219×10
		191	14	48	—	100	6,6	219×14
		185	17	46	160	—	7,7	219×17
250	273	255	9	64	64	—	7,5	273×9; 273×8
		249	12	62	—	64	8,9	273×12; 273×11
		245	14	61	100	—	10,0	273×14
		239	17	60	—	100	11,8	273×17
		231	21	58	160	—	14,0	273×21

Примечания. 1. При толщине стенки S менее 5 мм фаску 30° не делать. 2. При разнице номинальных толщин стенок заглушки и трубы более 1 мм должна производиться плавная расточка цилиндрической части заглушки до номинального размера внутреннего диаметра трубы.

Угольники и переходы изготавливаются из труб стали марки 20 по ГОСТу 301—50 до D_y 108 мм и по ГОСТу 3100—46 с D_y 114 мм. По согласованию с заводом-поставщиком угольники и переходы изготавливаются также из труб стали марки 10Г2А по ЧМТУ 5066—55.

Заглушки изготавливаются из сортовой стали марки Ст. 3 по ГОСТу 535—52 и марки 20 по ГОСТу 1050—52; из листовой стали марок Ст. 3, 15К и 20К по ГОСТу 5520—50 и марки 20 по ГОСТу 1577—53; из листовой стали марки МСт. 3, поставляемой по группе Б (ГОСТ 380—50) и соответствующей нормам пп. 7 и 14 указанного ГОСТа.

Колена сварные, не предусмотренные нормалью Н816—56 (табл. 69—73).

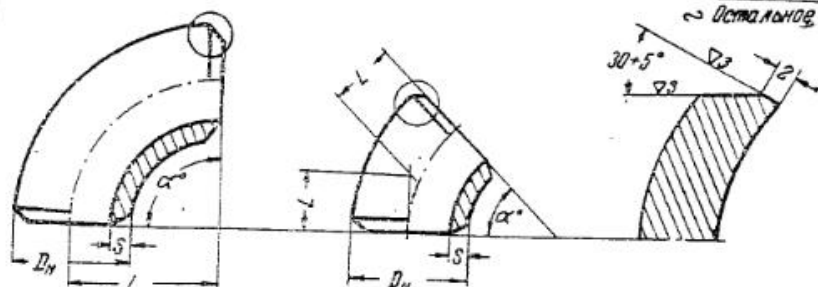
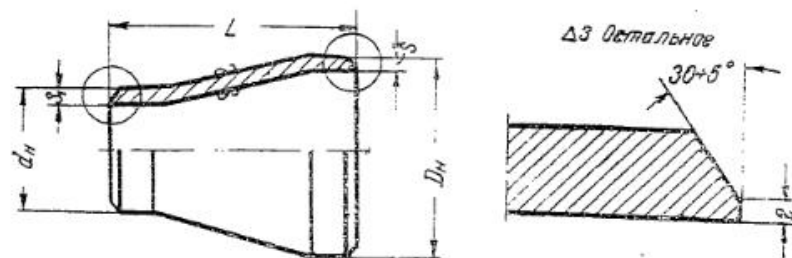
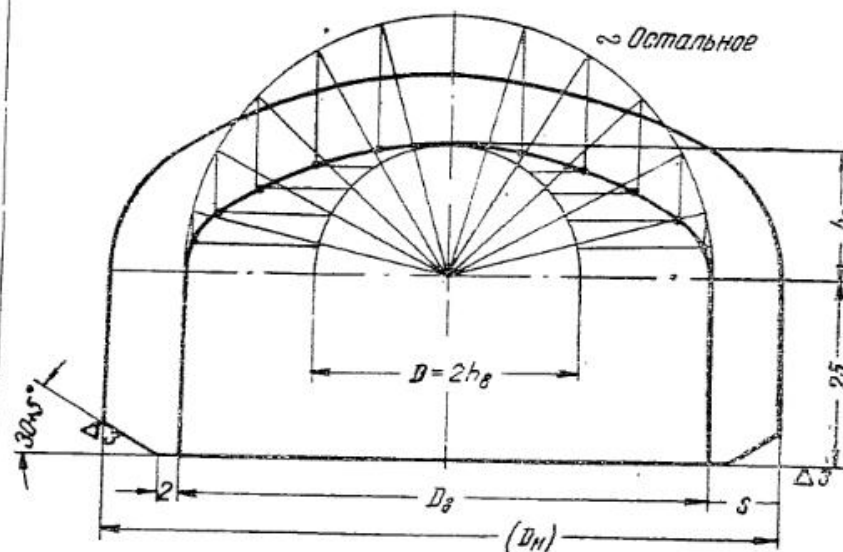
Фиг. 4
Угольники стальныеФиг. 5
Переходы концентрические стальныеФиг. 6
Заглушки отбортованные стальные для труб

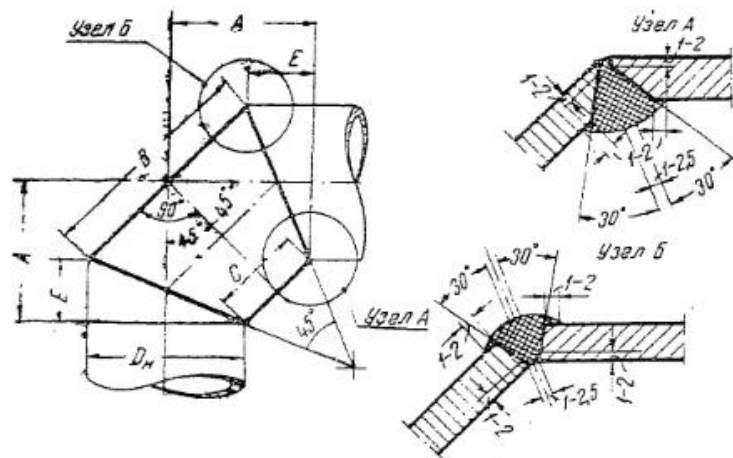
Таблица 69

Колена сварные под углом 90° для труб D_y 50— D_y 250 мм (фиг. 7)

Размеры колен, мм

Диаметр условного прохода D_y	Наружный диаметр D_n	A	B	C	E
50	60	55	85	35	25
70	76	70	107	44	32
80	89	80	125	52	36
100	108	100	152	63	45
	114	104	160	67	47
125	132	120	187	78	55
	146	133	205	85	60
150	159	145	224	93	66
	168	154	237	98	70
200	219	200	310	128	90
250	273	250	385	160	114

Примечания. 1. Размеры колен приняты при следующих соотношениях их элементов: $A=0,35 B+E$; $B=1,41 D_n$; $C=0,58 D_n$; $E=0,414 D_n$.
2. Колена сварные применять для всех случаев, не предусмотренных нормалью Н816—56 „Угольники стальные крутоизогнутые“.



Фиг. 7

Колена сварные под углом 90° для труб D_y 50—250

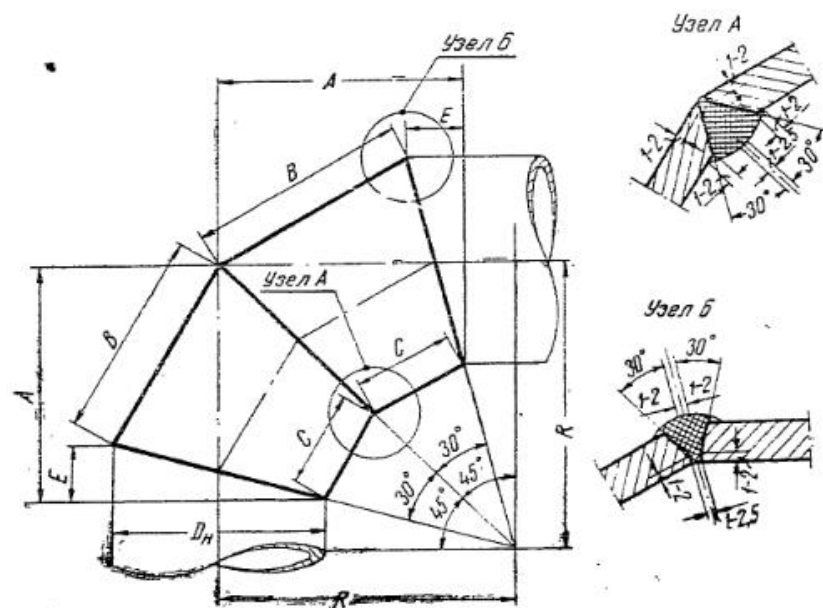
Таблица 70

Колена сварные под углом 90° для труб D_y 300— D_y 800 (фиг. 8)

Размеры колен, мм

Диаметр условного прохода D_y	Наружный диаметр D_n	A	B	C	E	R	Длина заготовки трубы, L
300	325	368	325	150	87	444	562
350	377	427	377	175	100	515	652
400	425	484	426	195	114	582	734
450	478	542	478	222	128	655	828
500	529	600	530	245	142	722	917
600	630	713	630	292	168	860	1090
700	720	816	720	335	193	983	1248
800	820	930	820	380	220	1120	1420

Примечания. 1. Размеры колен приняты при следующих соотношениях их элементов: $A=0,866 D_n+E$; $C=0,464 D_n$; $E=0,268 D_n$; $R=1,366 D_n$; $L=B+C+E$; $B=D_n$.
2. Колена сварные применять для всех случаев, не предусмотренных нормалью Н816—56 „Угольники стальные крутоизогнутые“.



Фиг. 8

Колена сварные под углом 90° для труб D_y 300— D_y 800

Таблица 71

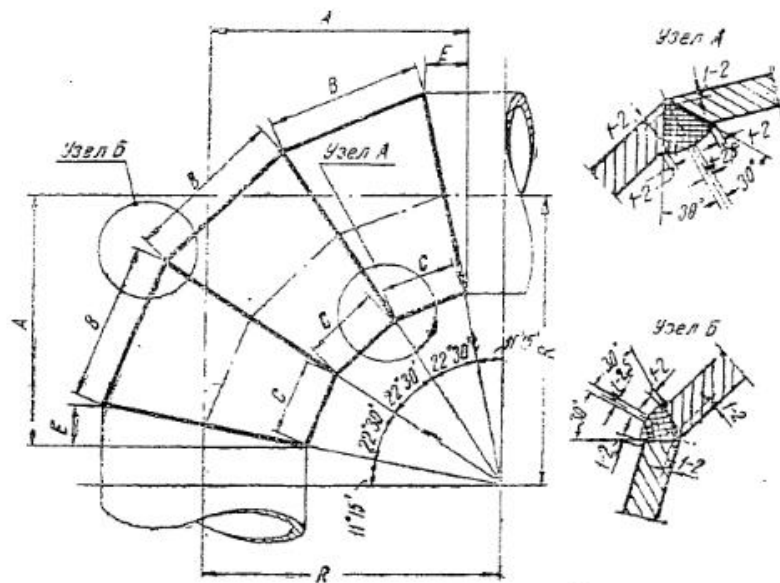
Колена сварные под углом 90° для труб $D_y 900-D_y 1400$ (фиг. 9)

Размеры колен, мм

Диаметр условного прохода D_y	Наружный диаметр D_n	A	B	C	E	R	Длина заготовки на одно колено, L
900	920	1200	730	365	183	1380	1825
1000	1020	1330	810	405	203	1530	2025
1200	1220	1590	970	485	243	1830	2485
1400	1420	1850	1130	565	283	2130	2825

Примечания. 1. Размеры колен приняты при следующих соотношениях их элементов: $A = 1,3 D_n$; $B = 0,796 D_n$; $C = 0,398 D_n$; $E = 0,199 D_n$; $R = 1,5 D_n$; $L = 2 B + C$.

2. Колена сварные применять для всех случаев, не предусмотренных нормалью Н816-56 "Угольники стальные круглоизогнутые".



Фиг. 9

Колена сварные под углом 90° для труб $D_y 900-D_y 1400$

Колена сварные под углом 45° для труб $D_y 50-D_y 1400$ (фиг. 10)

Размеры колен, мм

Таблица 72

Диаметр условного прохода, D_y	Наружный диаметр D_n	A	B	C	E	R
400	426	280	340	170	85	639
450	478	310	380	190	95	717
500	529	345	420	210	105	791
600	630	410	500	250	125	945
700	720	470	575	288	144	1080
800	820	535	655	328	164	1230
900	920	600	730	365	183	1380
1000	1020	665	810	405	203	1530
1200	1220	795	970	485	243	1830
1400	1420	925	1130	565	283	2130

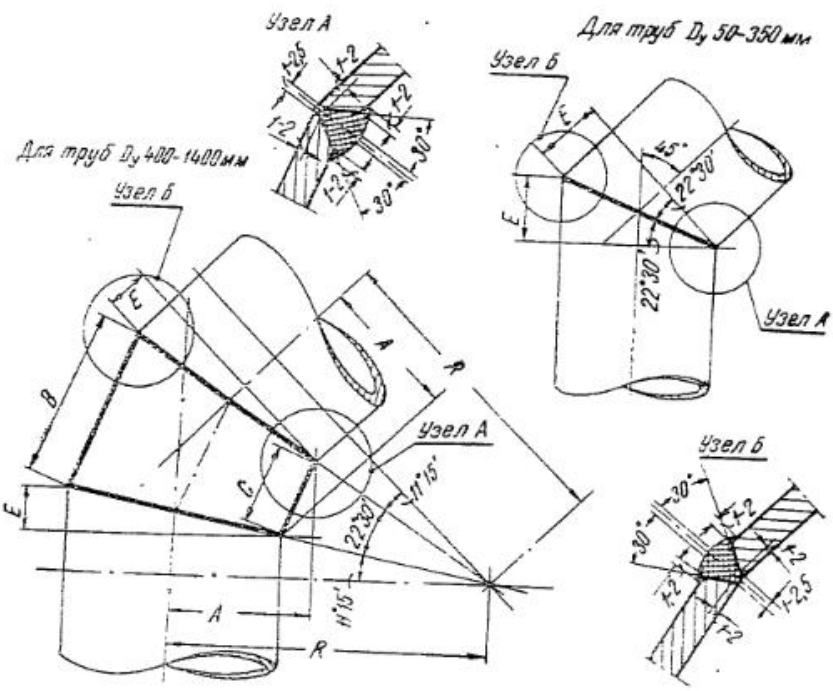
Примечания. 1. Размеры колен приняты при следующих соотношениях их элементов: $A = 0,65 D_n$; $B = 0,796 D_n$; $C = 0,398 D_n$; $E = 0,199 D_n$; $R = 1,5 D_n$.

2. Колена сварные применять для всех случаев, не предусмотренных нормалью Н816-56 "Угольники стальные круглоизогнутые".

Размеры E для труб $D_y 50-D_y 350$

Таблица 73

Диаметр условного прохода, D_y	Наружный диаметр D_n	E
50	60	25
70	76	32
80	89	38
100	108	45
125	114	48
150	133	55
150	146	60
150	159	65
200	168	70
250	219	90
300	273	112
350	325	135
350	377	155



Фиг. 10

Колена сварные под углом 45° для труб D_y 50— D_y 1400

3. Фланцы стальные плоские приварные

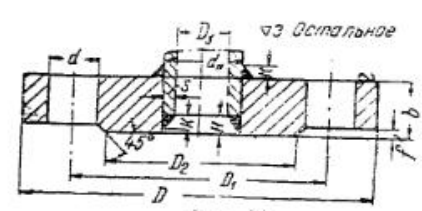
Пределы применения и размеры (ГОСТ 1255—54, выдержки)

1. Пределы применения фланцев в зависимости от величины условных давлений и температур рабочей среды должны соответствовать табл. 74.

Таблица 74

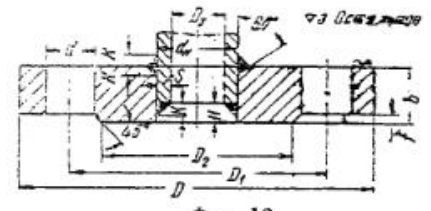
Давление условное p_y , кг/см ²	Давление пробное (водой при температуре ниже 100°С) $p_{пр}$, кг/см ²	Давление рабочее, наибольшее при температуре среды, °С	Условный проход D_y , мм
		до 200	
		P_p	
2,5	4	2,5	10—1600
6	9	6	10—1000
10	15	10	10—600
16	24	16	10—600
25	38	25	10—500

2. Размеры фланцев должны соответствовать: для $p_y=2,5, 6$ и 10 кг/см²—фиг. 11 и табл. 75, 76 и 77; для $p_y=16$ и 25 кг/см²—фиг. 12 и табл. 78 и 79.



Фиг. 11

Фланцы стальные (для $p_y=2,5; 6; 10$ кг/см²)



Фиг. 12

Фланцы стальные (для $p_y=16$ и 25 кг/см²)

Таблица 75

$p_y=2,5$ кг/см²

Труба		Фланцы							Болты и гайки черные шестигранные			
ходы условные, D_y	Наружный диаметр, d_n	наружный диаметр D	диаметр болтовой окружности D_1	диаметр соединительного выступа D_2	высота соединительного выступа f	толщина фланца b	диаметр болтовых отверстий d	теоретический вес фланца G , кг	Количество, шт.	Размер болта: диаметр на длину, мм	Вес одного болта без гайки	Вес одной гайки
мм												
50	57	140	110	90	3	12	14	0,954	4	M 12 × 45	0,051	0,025
70	76	160	130	110	3	14	14	1,43	4	M 12 × 45	0,051	0,025
80	89	185	150	128	3	14	18	1,95	4	M 16 × 50	0,105	0,042
100	108	205	170	148	3	14	18	2,50	4	M 16 × 50	0,105	0,042
125	133	235	200	178	3	14	18	2,75	8	M 16 × 50	0,105	0,042
150	159	260	225	202	3	16	18	3,49	8	M 16 × 55	0,111	0,042
175	194	290	255	232	3	16	18	3,86	8	M 16 × 55	0,111	0,042
200	219	315	280	258	3	18	18	4,88	8	M 16 × 55	0,111	0,042
225	245	340	305	282	3	20	18	5,93	8	M 16 × 65	0,125	0,042
250	273	370	335	312	3	22	18	7,32	12	M 16 × 65	0,125	0,042
300	325	435	395	365	4	22	23	9,40	12	M 20 × 70	0,219	0,074
350	377	485	445	415	4	22	23	10,5	12	M 20 × 70	0,219	0,074
400	426	535	495	465	4	22	23	11,7	16	M 20 × 70	0,219	0,074
450	478	590	550	520	4	24	23	14,9	16	M 20 × 75	0,229	0,074
500	529	640	600	570	4	24	23	16,2	16	M 20 × 75	0,229	0,074
600	630	755	705	670	5	24	25	20,6	20	M 22 × 75	0,307	0,107
700	720	860	810	775	5	26	25	29,9	24	M 22 × 80	0,320	0,107
800	820	975	920	880	5	26	30	36,7	24	M 27 × 80	0,477	0,158
900	920	1075	1020	980	5	28	30	44,2	24	M 27 × 90	0,516	0,158
1000	1020	1175	1120	1080	5	30	30	52,7	28	M 27 × 90	0,516	0,158
1200	1220	1375	1320	1280	5	30	30	65,9	32	M 27 × 90	0,516	0,158
1400	1420	1575	1520	1480	5	32	30	78,8	36	M 27 × 90	0,516	0,158
1600	1620	1785	1730	1690	5	32	30	94,3	40	M 27 × 90	0,516	0,158

Таблица 76

 $p_y = 6 \text{ кг/см}^2$

Проходы условные, D_y	Труба	Фланцы								Болты и гайки черные шестигранные			
	наружный диаметр, d_n	наружный диаметр, D	диаметр болтовой окружности D_1	диаметр соединительного выступа, D_2	высота соединительного выступа, f	толщина фланца, b	диаметр болтовых отверстий, d	теоретический вес фланца g , кг	количество, шт.	размер болта: диаметр на длину, мм	вес одного болта без гайки	вес одной гайки	
											кг		
мм													
50	57	140	110	90	3	16	14	1,348	4	M12 × 50	0,055	0,025	
70	76	160	130	110	3	16	14	1,67	4	M12 × 50	0,055	0,025	
80	89	185	150	128	3	18	18	2,48	4	M16 × 55	0,111	0,042	
100	108	205	170	148	3	18	18	2,89	4	M16 × 55	0,111	0,042	
125	133	235	200	178	3	20	18	3,94	8	M16 × 60	0,118	0,042	
150	159	260	225	202	3	20	18	4,47	8	M16 × 60	0,118	0,042	
175	194	290	255	232	3	22	18	5,54	8	M16 × 65	0,125	0,042	
200	219	315	280	258	3	22	18	6,07	8	M16 × 65	0,125	0,042	
225	245	340	305	282	3	22	18	6,6	8	M16 × 65	0,125	0,042	
250	273	370	335	312	3	24	18	8,03	12	M16 × 70	0,131	0,042	
300	325	435	395	365	4	24	23	10,3	12	M20 × 70	0,219	0,074	
350	377	485	445	415	4	26	23	12,59	12	M20 × 75	0,229	0,074	
400	426	535	495	465	4	28	23	15,2	16	M20 × 80	0,240	0,074	
450	478	590	550	520	4	28	23	17,59	16	M20 × 80	0,240	0,074	
500	529	640	600	570	4	30	23	20,67	16	M20 × 90	0,261	0,074	
600	630	755	705	670	5	30	25	26,57	20	M22 × 90	0,346	0,107	
700	720	860	810	775	5	32	25	37,1	24	M22 × 90	0,346	0,107	
800	820	975	920	880	5	32	30	46,2	24	M27 × 100	0,555	0,158	
900	920	1075	1020	980	5	34	30	55,1	24	M27 × 100	0,555	0,158	
1000	1020	1175	1120	1080	5	36	30	57,3	28	M27 × 110	0,593	0,158	

Таблица 77

 $p_y = 10 \text{ кг/см}^2$

Труба		Фланцы							Болты и гайки черные шестигранные			
проходы условные, D_y	наружный диаметр, d_n	наружный диаметр, D	диаметр болтовой окружности, D_1	диаметр соединительного выступа, D_2	высота соединительного выступа, f	толщина фланца, b	диаметр болтовых отверстий, d	Теоретический вес фланца g , кг	Количество, шт.	Размер болта: диаметр на длину, мм	вес одного болта без гайки	вес одной гайки
мм									кг			
50	57	160	125	102	3	18	48	2,09	4	M16 × 55	0,111	0,042
70	76	180	145	122	3	20	18	2,84	4	M16 × 60	0,118	0,042
80	89	195	160	138	3	20	18	3,24	4	M16 × 60	0,118	0,042
100	108	215	180	158	3	22	18	4,01	8	M16 × 65	0,125	0,042
125	133	245	210	188	3	24	18	5,40	8	M16 × 70	0,131	0,072
150	159	280	240	212	3	24	23	6,12	8	M20 × 75	0,229	0,074
175	194	310	270	242	3	24	23	7,44	8	M20 × 75	0,229	0,074
200	219	335	295	268	3	24	23	8,24	8	M20 × 75	0,229	0,074
225	245	365	325	295	3	24	23	9,30	8	M20 × 75	0,229	0,074
250	273	390	350	320	3	26	23	10,7	12	M20 × 75	0,229	0,079
300	325	440	400	370	4	28	23	12,9	12	M20 × 80	0,240	0,079
350	377	500	460	430	4	28	23	15,9	16	M20 × 80	0,240	0,079
400	426	565	515	482	4	30	25	21,8	16	M22 × 90	0,346	0,107
450	478	615	565	532	4	30	25	24,4	20	M22 × 90	0,346	0,107
500	529	670	620	585	4	32	25	27,7	20	M22 × 90	0,346	0,107
600	630	780	725	685	5	36	30	39,4	20	M27 × 110	0,555	0,107

Таблица 78

$$p_y = 16 \text{ кг/см}^2$$

Труба		Фланцы							Болты и гайки черные шестигранные			
проходы условные, D_y	наружный диаметр, d_n	наружный диаметр, D	диаметр болтовой окружности, D_1	диаметр соединительного выступа D_2	высота соединительного выступа, f	толщина фланца b	диаметр болтовых отверстий, d	теоретический вес фланца, g , кг	количество, шт.	размер болта: диаметр на длину, мм	кг	
мм											вес одного болта без гайки	вес одной гайки
50	57	160	125	102	3	22	18	2,61	4	M16 × 65	0,125	0,042
70	76	180	145	122	3	24	18	3,45	4	M16 × 70	0,131	0,042
80	89	195	160	138	3	24	18	3,71	8	M16 × 70	0,131	0,042
100	108	215	180	158	3	26	18	4,8	8	M16 × 75	0,138	0,042
125	133	245	210	188	3	28	18	6,47	8	M16 × 75	0,138	0,042
150	159	280	240	212	3	28	23	7,92	8	M20 × 80	0,145	0,074
175	194	310	270	242	3	28	23	0,81	8	M20 × 80	0,240	0,074
200	219	335	295	268	3	30	23	10,1	12	M20 × 90	0,261	0,074
225	245	365	325	295	3	30	23	11,7	12	M20 × 90	0,261	0,074
250	273	405	355	320	3	32	25	15,7	12	M22 × 90	0,346	0,107
300	325	460	410	378	4	32	25	18,1	12	M22 × 90	0,346	0,107
350	377	520	470	438	4	34	25	23,3	16	M22 × 100	0,372	0,107
400	426	580	525	490	4	38	30	31,0	16	M27 × 110	0,593	0,158
450	478	640	585	550	4	42	30	40,2	20	M27 × 120	0,632	0,158
500	529	705	650	610	4	48	34	55,1	20	M30 × 130	0,858	0,221
600	630	840	770	720	5	50	41	80,3	20	M36 × 140	1,471	0,365

Таблица 79

$$p_y = 25 \text{ кг/см}^2$$

Труба		Фланцы							Болты и гайки черные шестигранные				
Проходы условные, D_y	наружный диаметр, d_n	наружный диаметр, D	диаметр болтовой окружности, D_1	диаметр соединительного выступа, D_2	высота соединительного выступа, f	толщина фланца, b	диаметр болтовых отверстий, d	теоретический вес фланца G , кг	количество, шт.	размер болта: диаметр на длину, мм	кг		
мм											вес одного болта без гайки	вес одной гайки	
50	57	160	125	102	3	24	18	2,71	4	M16 × 70	0,131	0,042	
70	76	180	145	122	3	24	18	3,22	8	M16 × 70	0,131	0,042	
80	85	195	160	138	3	26	18	4,06	8	M16 × 75	0,138	0,042	
100	106	230	190	162	3	28	23	6,0	8	M20 × 75	0,229	0,074	
125	133	270	220	188	3	30	25	8,26	8	M22 × 90	0,346	0,107	
150	159	300	250	218	3	30	25	10,4	8	M22 × 90	0,346	0,107	
175	194	330	280	248	3	32	25	11,9	12	M22 × 90	0,346	0,107	
200	219	360	310	278	3	32	25	14,5	12	M22 × 90	0,346	0,107	
225	245	395	340	305	3	34	30	17,0	12	M27 × 100	0,555	0,158	
250	273	425	370	335	3	34	30	18,9	12	M27 × 100	0,555	0,158	
300	325	485	430	390	4	36	30	26,8	16	M27 × 110	0,593	0,158	
350	377	550	490	450	4	42	34	34,35	16	M30 × 110	0,593	0,221	
400	426	610	550	505	4	44	34	44,9	16	M30 × 120	0,811	0,221	
450	478	660	600	555	4	48	34	51,92	20	M30 × 130	0,858	0,221	
500	529	730	660	615	4	52	41	67,3	20	M36 × 140	1,476	0,365	

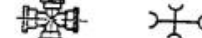
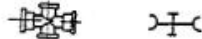
3. Вес фланцев определен при удельном весе 7,85.
4. Обозначение фланца плоского приварного на условное давление 10 кг/см² и с условным проходом 100 мм:

Фланец p_y 10 D_y 100 ГОСТ 1255-54

4. Трубы чугунные водопроводные и фасонные части к ним

ГОСТ 5525—50, выдержки из которого приводятся ниже, распространяется на чугунные водопроводные трубы и соединительные фасонные части к ним нормального давления (условное давление не более 10 кг/см²) и повышенного давления (условное давление не более 16 кг/см²).

Таблица 80

Номер чертёжа по ГОСТу 5525—50	Наименование	Эскиз и обозначение на схемах	Обозначение в документах
1	Труба раструбная		ЧВР
2	Тройник фланцевый		ТФ
3	Тройник раструбный		ТР
4	Тройник раструб—фланец		ТРФ
5	Крест фланцевый		КФ
6	Крест раструбный		КР
7	Крест раструб—фланец		КРФ
8	Выпуск фланцевый		ВФ
9	Выпуск раструбный		ВР
10	Колено фланцевое		УФ
11	Колено раструбное		УР
12	Колено раструб—гладкий конец		УРГ
13	Отвод раструбный		ОР
14	Отвод раструб—гладкий конец		ОРГ
15	Переход фланцевый		ХФ
	Переход раструб—фланец		ХРФ

Окончание таблицы 80

Номер чертёжа по ГОСТу 5525—50	Наименование	Эскиз и обозначение на схемах	Обозначение в документах
17	Переход раструбный		ХР
18	Переход раструб—гладкий конец		ХРГ
19	Патрубок фланец—раструб		ПФР
20	Патрубок фланец—гладкий конец		ПФГ
21	Двойной раструб		ДР
22	Муфта надвижная		МН
23	Муфта свертная		МС
24	Заглушка фланцевая		ЗФ
25	Седелка фланцевая		СФ
26	Седелка с резьбой		СР
27	Пожарная подставка раструбная		ППР
28	Тройник раструб—фланец с пожарной подставкой		ППТРФ
29	Тройник фланцевый с пожарной подставкой		ППТФ
30	Крест фланец—раструб с пожарной подставкой		ППКРФ
31	Крест фланцевый с пожарной подставкой		ППКФ

Примечания 1. Размеры труб и фасонных частей и допускаемые отклонения по этим размерам настоящим стандартом предусмотрены без покрытия асфальтом.

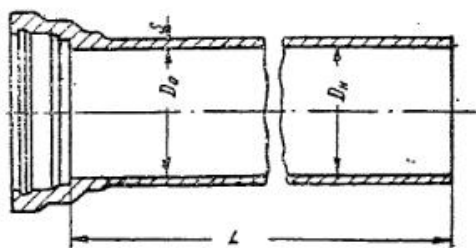
2. Допускаемые отклонения по диаметру устанавливаются следующие:

а) для внутренних и наружных диаметров труб и фасонных частей $\pm(2 + 0,1 \sqrt{D})$ мм, где D —соответствующий диаметр в мм;

б) для внутреннего диаметра раструба $+(1 + 0,1 \sqrt{D_p})$ мм;

в) для наружных диаметров раструба и фланцев $\pm(1 + 0,1 \sqrt{D_p})$ мм.

1. Наименования и обозначения труб и фасонных частей приведены в табл. 80. Размеры труб даны в табл. 81, а фасонных частей — в табл. 82—87.



Фиг. 13
Труба раструбная

Таблица 81

Трубы чугунные водопроводные (фиг. 13) ГОСТ 5525-03
(выдержки)

D _o	D _н	S	L	Вес		D _o	D _н	S	L	Вес	
				всей трубы	1 м трубы (без раструбы)					всей трубы	1 м трубы (без раструбы)
мм				кг		мм				кг	
50	65	7,5	2000	23,9	9,84	400	428	14,0	4000	574	131,9
75	91	8,0	3000	51,2	15,14	450	480	15,0	4000	692	158,9
100	117	8,5	3000	70,7	20,99	500	532	16,0	5000	1006	187,9
125	143	9,0	3000	91,8	27,48	600	636	18,0	5000	1358	253,3
150	169	9,5	3000	115,0	34,40	700	740	20,0	5000	1763	327,8
200	221	10,5	4000	218,0	50,45	800	846	23,0	5000	2320	430,9
250	273	11,5	4000	296,0	68,57	900	952	26,0	5000	2955	548,1
300	325	12,5	4000	385,0	88,97	1000	1060	30,0	5000	3794	703,8
350	376	13,0	4000	468,0	107,4						

Примечание. Трубы поставляются условными диаметрами: 50; 100; 150; 200; 250; 300; 500; 600; 900 и 1000.

Фасонные части, раструбные и фланцевые для чугунных водопроводных труб
(по ГОСТу 5525—50)

Таблица 82

Диаметр условно- го про- хода	Тройники и кресты										Переходы (ХРФ и ХФ)							
	Размеры, мм		Теоретический вес, кг						Размеры, мм		Теоретиче- ский, вес, кг							
	1	2	3	4	5	мм		ТФ Фиг. 14	ТРФ Фиг. 16	ТРФ Фиг. 15	КФ Фиг. 17	КРФ Фиг. 19	КРФ Фиг. 18	14	15	16	17	18
$D_0 \times d_0$ мм																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
50 × 50	125	125	100	100	65	65	11,8	14,4	14,6	15,4	18,0	19,5	—	—	—	—	—	8,1
75 × 50	150	150	125	100	91	65	17,7	19,9	20,9	21,5	23,6	25,6	200	71 × 47	10 × 9	9,66	—	
75 × 75	150	150	125	125	91	91	19,2	21,7	23,1	25,1	27,3	30,1	250	97 × 47	10 × 9	13,1	9,95	
100 × 50	200	150	125	125	117	65	22,4	25,1	26,4	26,0	28,7	31,3	200	97 × 71	10 × 10	14,5	11,3	
100 × 75	200	175	125	125	117	91	25,0	27,7	28,3	31,0	34,6	35,0	200	—	—	—	—	
100 × 100	200	200	150	150	117	117	26,5	30,2	32,2	33,8	37,7	41,7	300	121 × 47	11 × 9	15,8	12,5	
125 × 50	225	175	125	125	143	65	30,7	30,8	31,5	34,4	34,5	36,1	250	121 × 71	11 × 9	17,2	13,9	
125 × 75	225	175	150	150	143	91	32,7	34,4	35,3	38,6	40,2	42,1	200	121 × 97	11 × 10	18,4	15,0	
125 × 100	225	175	150	150	143	117	33,5	35,1	37,4	39,9	41,6	46,1	—	—	—	—	—	
125 × 125	225	225	200	200	143	143	37,2	42,1	44,2	47,4	52,6	56,6	300	147 × 71	11 × 10	21,0	16,5	
150 × 50	250	200	125	150	169	65	38,5	37,6	38,5	42,4	41,4	43,4	250	147 × 97	11 × 10	22,2	17,7	
150 × 75	250	200	150	150	169	91	40,7	41,7	42,4	46,7	47,8	49,0	200	147 × 121	11 × 11	23,1	18,6	
150 × 100	250	200	150	150	169	117	41,4	42,6	44,4	48,2	49,3	53,1	—	—	—	—	—	
150 × 125	250	200	200	200	169	143	43,6	48,6	51,0	52,5	57,5	62,5	300	—	—	—	—	
150 × 150	250	200	200	200	169	169	47,7	52,3	53,8	59,5	64,9	67,9	—	—	—	—	—	
200 × 50	300	225	125	200	221	65	61,6	51,6	52,9	65,4	55,4	58,0	400	195 × 71	13 × 10	30,4	24,6	
200 × 75	300	225	150	200	221	91	63,7	57,1	57,9	69,7	63,1	65,0	350	195 × 97	13 × 10	31,3	25,5	
200 × 100	300	225	200	200	221	117	64,4	63,7	62,2	71,7	70,4	75,4	—	—	—	—	—	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
200 × 125	300	225	200	200	221	143	66,5	65,8	68,2	75,2	74,5	79,4	300	195	121 × 13	32,3	26,5
200 × 150	300	225	200	200	221	169	68,1	67,4	70,9	78,5	77,8	84,7	250	195	147 × 13	33,4	27,6
200 × 200	300	300	250	250	221	221	77,0	82,1	84,7	96,3	101	106	—	—	—	—	—
250 × 75	300	250	150	200	273	91	82,3	74,1	74,7	88,2	80	81,3	—	—	—	—	—
250 × 100	300	250	200	200	273	117	82,9	83,0	85,0	89,5	89,6	91,8	—	—	—	—	—
250 × 125	300	250	200	250	273	143	85,0	85,1	88,4	93,6	93,7	100	—	—	—	—	—
250 × 150	300	250	200	250	273	169	88,6	86,6	91,1	96,8	96,8	106	—	—	—	—	—
250 × 200	300	275	250	250	273	221	93,2	101	105	110	116	125	—	—	—	—	—
250 × 250	300	300	250	250	273	273	98,5	104	111	121	124	137	—	—	—	—	—
300 × 75	300	275	150	250	325	91	100	95	97,4	106	101	104	—	—	—	—	—
300 × 100	300	275	200	250	325	117	101	107	110	107	114	119	—	—	—	—	—
300 × 125	300	275	200	250	325	143	103	108	112	111	116	122	—	—	—	—	—
300 × 150	300	275	200	250	325	169	104	111	114	114	121	128	—	—	—	—	—
300 × 200	300	300	250	250	325	221	110	127	130	126	142	148	—	—	—	—	—
300 × 250	300	300	250	250	325	273	114	131	135	134	150	159	—	—	—	—	—
300 × 300	300	300	250	300	325	325	117	144	158	139	167	194	—	—	—	—	—
350 × 100	300	300	200	300	376	117	126	136	137	132	142	146	—	—	—	—	—
350 × 125	300	300	200	300	376	143	128	137	141	136	146	152	—	—	—	—	—
350 × 150	300	300	200	300	376	169	129	139	143	139	149	158	—	—	—	—	—
350 × 200	300	300	250	300	376	221	135	158	162	150	173	181	—	—	—	—	—
350 × 250	300	325	250	300	376	273	139	161	168	158	181	193	—	—	—	—	—
350 × 300	350	325	300	300	376	325	155	177	188	177	199	221	—	—	—	—	—
350 × 350	350	350	300	300	376	376	164	166	198	194	217	250	—	—	—	—	—
400 × 100	300	325	200	300	428	117	153	162	165	163	172	177	—	—	—	—	—
400 × 125	300	325	200	300	428	143	155	164	166	166	172	177	—	—	—	—	—
400 × 150	300	325	250	300	428	169	156	181	185	166	191	198	—	—	—	—	—
400 × 200	300	350	250	300	428	221	162	187	189	177	202	207	—	—	—	—	—
400 × 250	300	350	250	300	428	273	166	190	195	184	209	220	—	—	—	—	—
400 × 300	400	350	250	300	428	325	198	209	217	219	230	250	—	—	—	—	—
400 × 350	400	375	300	350	428	376	207	218	237	237	248	277	—	—	—	—	—
400 × 400	400	400	350	350	428	428	218	244	256	259	284	309	—	—	—	—	—
450 × 100	300	350	200	300	480	117	175	195	197	181	201	205	—	—	—	—	—
450 × 125	300	350	200	350	480	143	177	197	200	185	205	211	—	—	—	—	—

450 × 150	300	350	250	350	480	169	178	217	221	188	226	235	—	—	—	—	—
450 × 200	300	375	250	350	480	221	184	222	226	199	237	245	—	—	—	—	—
450 × 250	300	375	250	350	480	273	187	226	237	205	244	257	—	—	—	—	—
450 × 300	400	400	300	350	480	325	232	250	258	257	273	290	—	—	—	—	—
450 × 350	400	400	300	350	480	376	237	267	267	266	285	307	—	—	—	—	—
450 × 400	400	400	400	350	480	428	243	299	312	278	334	359	—	—	—	—	—
450 × 450	450	450	400	400	480	480	273	311	331	320	358	397	—	—	—	—	—
500 × 100	300	375	200	350	532	117	206	228	230	212	235	239	—	—	—	—	—
500 × 125	300	375	200	350	532	143	209	229	232	116	238	242	—	—	—	—	—
500 × 150	300	375	250	350	532	169	207	253	256	219	263	269	—	—	—	—	—
500 × 200	300	400	250	350	532	221	213	256	260	228	272	278	—	—	—	—	—
500 × 250	400	400	250	350	532	273	261	261	265	279	280	289	—	—	—	—	—
500 × 300	400	425	300	350	532	325	266	288	297	289	311	320	—	—	—	—	—
500 × 350	400	425	300	350	532	376	272	294	308	300	322	351	—	—	—	—	—
500 × 400	400	425	400	400	532	428	278	344	360	312	378	411	—	—	—	—	—
500 × 450	500	450	400	400	532	480	329	351	370	370	392	430	—	—	—	—	—
500 × 500	500	450	400	400	532	532	316	363	373	405	422	448	—	—	—	—	—
500 × 550	500	450	400	400	532	584	281	348	350	293	359	363	—	—	—	—	—
600 × 150	300	450	250	400	636	169	284	351	358	299	365	370	—	—	—	—	—
600 × 200	300	450	250	400	636	221	348	384	388	365	401	409	—	—	—	—	—
600 × 250	400	450	300	400	636	273	353	389	394	374	410	421	—	—	—	—	—
600 × 300	400	475	300	400	636	325	358	355	470	384	481	502	—	—	—	—	—
600 × 350	400	475	400	450	636	376	363	361	477	395	482	525	—	—	—	—	—
600 × 400	400	475	400	450	636	428	363	461	486	467	504	542	—	—	—	—	—
600 × 450	500	500	400	450	636	480	430	466	494	478	515	559	—	—	—	—	—
600 × 500	550	550	450	450	636	532	435	472	548	564	600	636	—	—	—	—	—
600 × 550	550	550	450	450	636	584	453	464	465	461	475	479	—	—	—	—	—
700 × 150	400	500	250	450	742	169	453	464	465	461	475	479	—	—	—	—	—
700 × 200	400	500	250	450	742	221	456	467	469	471	481	486	—	—	—	—	—
700 × 250	400	500	300	450	742	273	458	510	514	475	527	534	—	—	—	—	—
700 × 300	400	525	300	450	742	325	462	513	579	489	533	544	—	—	—	—	—
700 × 350	400	525	400	500	742	376	465	598	606	482	622	638	—	—	—	—	—
700 × 400	400	525	400	500	742	428	551	602	619	579	630	663	—	—	—	—	—
700 × 450	500	525	400	500	742	480	557	608	627	590	642	660	—	—	—	—	—
700 × 500	500	550	400	500	742	532	591	612	534	593	650	694	—	—	—	—	—
700 × 550	600	550	500	500	742	584	652	704	737	700	752	819	—	—	—	—	—
700 × 600	600	600	550	500	742	636	652	704	737	700	752	819	—	—	—	—	—
700 × 700	600	600	600	550	742	740	656	778	601	767	899	910	—	—	—	—	—

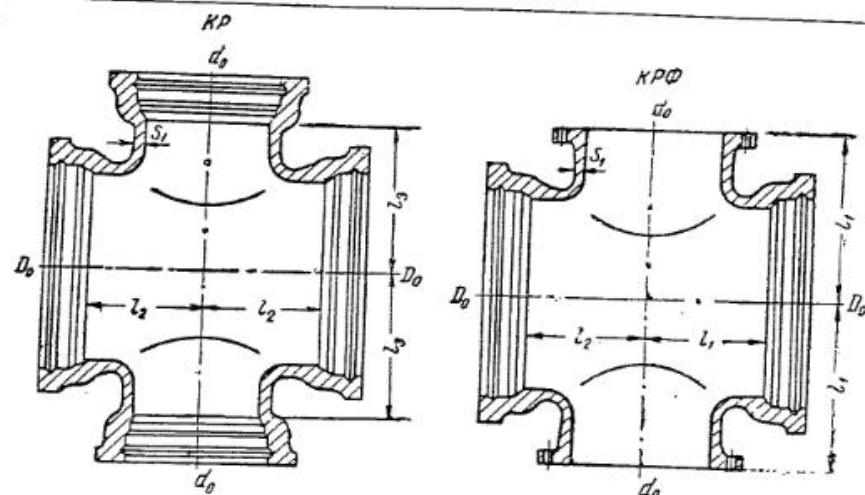
Таблица 83

Диаметр условно- го прохода, D_0	Колена (УФ, УР и УРГ)								Вес, кг		
	D	S	D_H	L	L_1	R	l_1	I			
									УФ фиг. 22	УР фиг. 23	УРГ фиг. 24
50	47	9	65	125	325	95	230	149	7,72	10,8	8,92
75	71	10	91	150	350	120	230	188	13,0	16,1	14,0
100	97	10	117	200	400	160	240	251	17,2	23,5	20,7
125	121	11	143	225	425	185	240	291	24,4	31,0	28,2
150	147	11	169	250	450	210	240	330	31,1	40,0	36,1
200	195	13	221	300	500	260	240	408	50,9	62,5	58,6
250	245	14	273	300	500	260	240	408	67,1	83,7	78,5
300	295	15	325	300	500	260	240	408	82,5	110,0	102,0
350	344	16	376	350	550	300	250	471	116	151	139
400	394	17	428	400	600	350	250	550	155	195	181
450	444	18	480	450	650	400	250	628	193	250	232
500	494	19	532	500	700	450	250	707	245	311	290
600	592	22	636	550	850	490	360	770	360	457	488
700	692	25	742	600	900	540	360	844	510	643	641
800	790	29	848	700	1000	640	360	1005	765	939	936
900	890	32	954	750	1050	680	370	1068	992	1240	1227
1000	988	36	1060	800	1100	730	370	1147	1305	1631	1608

Примечание. Размеры даны в мм.

Таблица 84

Диаметр условно- го прохода, D_0	Отводы (ОР и ОРГ)										Вес, кг	
	D	S	D_H	1	$\alpha = 10^\circ$		$\alpha = 30^\circ$		$\alpha = 45^\circ$		L	
					R	I	R	I	R	I		
50	47	9	65	75	855	75	285	76	190	79	149	10,8
75	71	10	91	75	1080	95	360	96	240	99	188	16,1
100	97	10	117	80	1440	126	480	129	320	132	251	23,5
125	121	11	143	80	1665	146	555	149	370	153	291	31,0
150	147	11	169	85	1890	165	630	169	420	174	330	40,0
200	195	13	221	85	2340	205	780	209	520	215	408	62,5
250	245	14	273	90	2340	205	780	209	520	215	408	83,7
300	295	15	325	95	2340	205	780	209	520	215	408	110,0
350	344	16	376	100	2700	236	900	241	600	248	471	151
400	394	17	428	100	3150	276	1050	281	700	299	550	195
450	444	18	480	105	3600	315	1200	322	800	331	628	250
500	494	19	532	105	4050	354	1360	362	900	373	707	311
600	592	22	636	115	4410	386	1470	394	980	406	770	457
700	692	25	742	120	4860	425	1620	434	1080	447	848	643
800	790	29	848	130	5750	504	1920	515	1280	530	1005	939
900	890	32	954	135	6170	537	2040	547	1360	563	1068	1240
1000	988	36	1060	145	6570	575	2190	587	1480	604	1147	1631

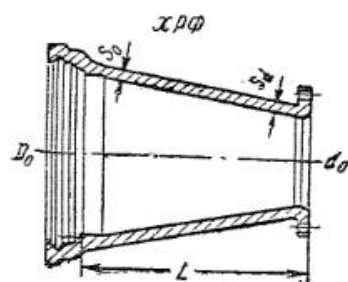
Примечания. 1. Размеры даны в мм. 2. Изготавливаются также отводы $\alpha = 15^\circ$.

Фиг. 18

Крест раструбный

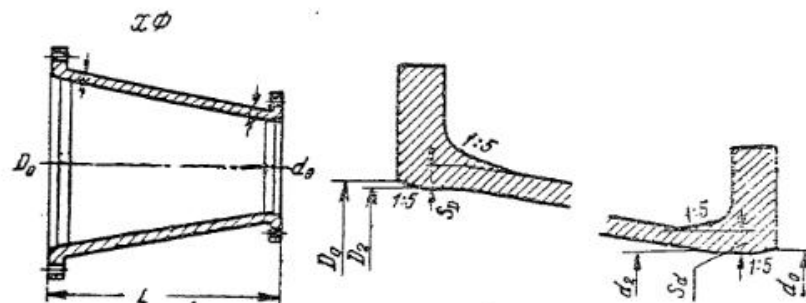
Фиг. 19

Крест раструб—фланец



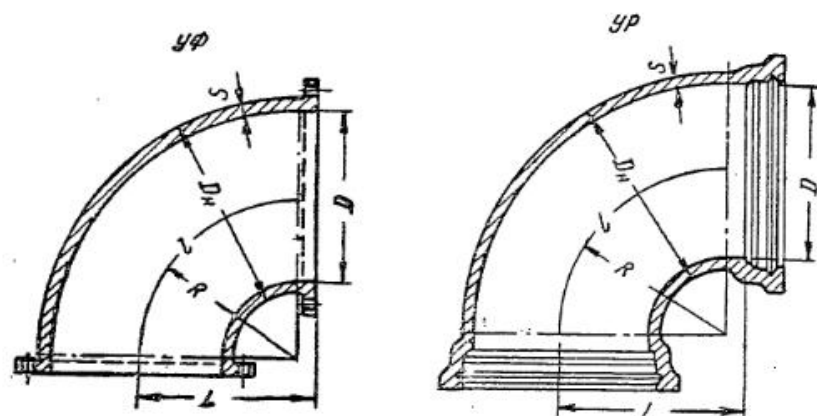
Фиг. 20

Переход раструб—фланец



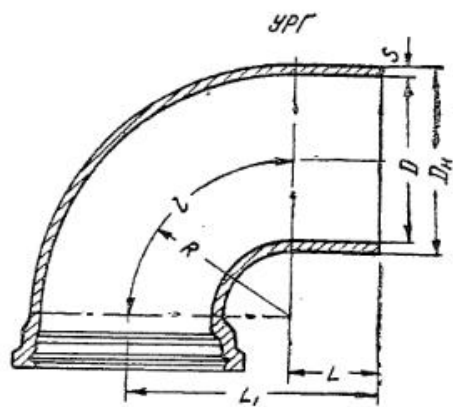
Фиг. 21

Переход фланцевый

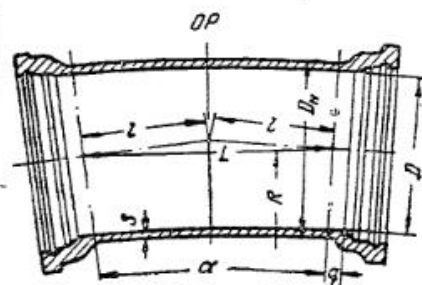


Фиг. 22
Колено фланцевое

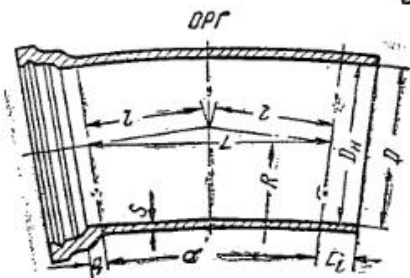
Фиг. 23
Колено раструбное



Фиг. 24
Колено раструб—гладкий конец



Фиг. 25
Отвод раструбный



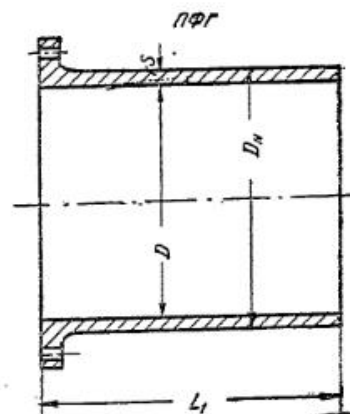
Фиг. 26
Отвод раструбный—гладкий конец

Диаметр условного прохода, D_o	Патрубки (ПФР и ПФГ)						Вес, кг	
	D	S	D_n		L	L_1		
							ПФР фиг. 27	ПФГ фиг. 28
50	47	9	65	75	100	300	8,03	6,1
75	71	10	91	75	100	300	11,8	9,8
100	97	10	117	80	100	350	14,7	13,1
125	121	11	143	80	100	350	18,7	17,6
150	147	11	169	85	100	350	23,3	21,3
200	195	13	221	85	100	350	32,8	33,0
250	245	14	273	90	150	350	47,5	42,3
300	295	15	325	95	150	400	60,4	57,8
350	344	16	376	100	150	400	78,4	72,8
400	394	17	428	100	150	400	95,4	89,2
450	444	18	480	105	150	450	112	113
500	494	19	532	105	150	450	132	133
600	592	22	636	115	250	500	211	197
700	692	25	742	120	250	500	283	261
800	790	29	848	130	250	600	379	403
900	890	32	954	135	300	600	506	493
1000	988	36	1060	145	300	600	639	616

Примечание. Размеры даны в мм.



Фиг. 27
Патрубок фланец—
раструб

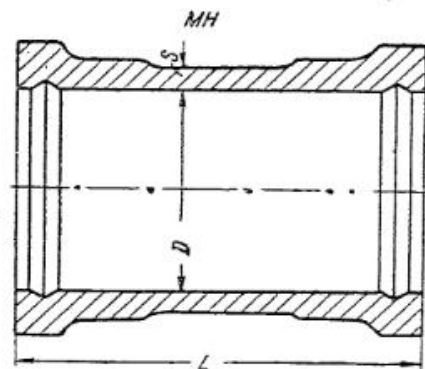


Фиг. 28
Патрубок фланец—гладкий
конец

Таблица 86

Диаметр условного прохода, D_0	Муфты подвижные (МН, фиг. 29)			
	D	S	L	Вес, кг
50	89	9	260	9,82
75	115	10	260	13,0
100	141	11	265	17,2
125	167	12	265	20,8
150	193	13	280	26,9
200	245	14	285	36,3
250	297	15	300	49,4
300	349	16	305	63,1
350	406	17	320	81,3
400	458	18	325	97,5
450	510	19	340	120
500	562	21	350	143
600	666	24	370	197
700	772	28	390	273
800	884	32	410	358
900	990	36	430	467
1000	1096	40	450	601

Примечание. Размеры даны в мм.



Фиг. 29
Муфта подвижная

Таблица 87

Фланцы, болты к ним и резиновые прокладки (фиг. 30)

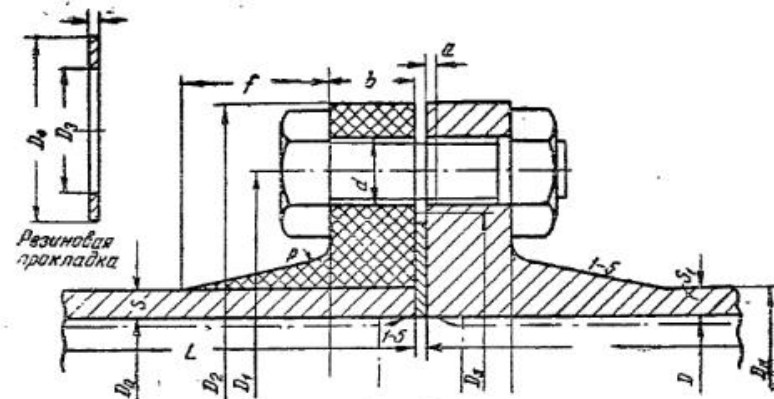
D_0	b	f	r	d	D_1	D_2	Резиновая прокладка		D_3	a	Болты		Вес фланца (на чертеже двойная штриховка), кг
							D_3	D_4			число	диаметр	
50	20	38	5	18	125	165	54	102	102	3	4	16	2,66
75	22	43	6	18	160	200	80	138	138	3	4	16	4,23
100	22	43	6	18	180	220	105	158	158	3	4	16	4,56
125	24	43	6	18	210	250	130	188	188	3	8	16	6,04
150	24	43	6	22	240	285	156	212	212	3	8	20	7,43
200	26	45	8	22	295	340	206	268	268	3	8	20	10,4
250	28	45	8	22	350	395	256	320	320	3	12	20	13,4
300	28	45	8	22	400	445	306	370	370	4	12	20	15,4
350	30	50	8	22	460	505	356	430	430	4	16	20	20,4
400	32	50	10	25	515	565	406	482	482	4	16	22	25,6
450	32	50	10	25	565	615	456	530	532	4	20	22	27,6
500	34	50	10	25	620	670	506	585	585	4	20	22	32,9
600	36	55	10	30	725	780	606	685	685	5	20	27	42,7
700	40	55	10	30	840	895	710	800	800	5	24	27	57,4
800	44	60	10	34	950	1015	810	905	905	5	24	30	78,4
900	46	60	10	34	1050	1115	910	1005	1005	5	28	30	90,0
1000	50	65	10	37	1160	1230	1010	1115	1115	5	28	30	112

Примечания. 1. Болтовые отверстия на фланцах фасонных частей должны быть расположены так, чтобы их не было ни на вертикальной, ни на горизонтальной оси фланца.

2. Толщина стенок фасонных частей S_1 больше толщиной стенок труб S . Утолщение стенок достигается за счет уменьшения внутреннего диаметра D_1 , как показано на чертеже пунктиром.

3. Допускается выполнять фланцы с выступами согласно размерам D_5 и a .

4. Размеры даны в мм.



Фиг. 30
Фланцы, болты к ним и резиновые прокладки

Т р у б ы (фиг. 31)										М у ф т ы (фиг. 32)										
Внутренний диаметр d , мм		Толщина стенок обточенных концов S , мм	Длина труб, L	Длина обточенного конца, l	Справочный вес, кг		Наружный диаметр D_1 , мм		Внутренний диаметр, D_2	Диаметр выступов		Ширина выступов		Высота и длина конусовой расточки рабочего конца		Справочный вес, кг				
для труб марок					для труб марок		для труб марок			для муфт марок		рабочего конца, D_3	нерабочего конца, D_4	рабочего конца, b_1	нерабочего конца, b_2	для муфт марок		для муфт марок		
ВНД-10 и ВНД-8	ВНД-5	ВНД-10 и ВНД-5	ВНД-10 и ВНД-5	мм	ВНД-10 и ВНД-8	ВНД-5	МВНД-10 и МВНД-8 для труб ВНД-10 и ВНД-8	МВНД-5 для труб ВНД-5		мм	мм	мм	мм	мм	мм	МВНД-10 и МВНД-8 для труб ВНД-10 и ВНД-8	МВНД-5 для труб ВНД-5			
50	50	68—1,5	9—2,0	9—2,0	3000	+5 —100	10,0	10,0	108	108	78	75	71			7—11	11—16	1,5	1,5	
75	75	93—1,5	9—2,0	9—2,0			14,3	14,3	133	133	103	100	96					1,9	1,9	
—	100	120—2,5	—	10—2,5			—	20,8	—	168	132	129	123					—	2,8	
100	—	122—2,5	11—2,5	—			23,0	—	170	—	134	131	125					2,9	—	
					3000; +5 —100		28,5	25,0												
119	123	143—2,5	12—2,5	10—2,5	4000; +5 —150	350	38	33,3	191	+7,0 —1,5	155	152	146			12—16		2,9	2,9	
					3000; +5 —100		41,0	33,0												
141	147	169—2,5	14—3,0	11—3,0	4000; +5 —150		54,5	44,0	217	+7,0	217	181	172			14—19		3,4	3,4	
189	195	221—3,0	16—3,0	13—3,0			82,0	65,3	269		269	233	224			10—14		4,2	4,2	
235	243	273—3,0	19—4,0	15—3,5			121,0	96,3	327		321	285	276			±10	5—7	7—10	5,0	5,1
279	291	325—3,5	23—4,0	17—3,5			173,0	130,0	387		373	337	328					8,5	6,1	
322	338	376—3,5	27—4,0	19—4,0			235,0	170,0	449		431	391	379					13,7	9,2	
368	386	428—4,0	30—5,0	21—4,0		380	300,0	214,0	511		494	443	431				17—21	18,3	13,5	
456	482	532—4,0	38—5,0	25—5,0	4000	+5 —150	430,0	338,0	631	+7,0 —3,0	547	544	535					27,9	18,3	
546	576	636—4,0	45—5,0	30—5,0		425	665,0	456,0	754		720	654	639					44,3	28,3	
—	672	742—4,5	—	35—5,0			—	615,0	—		836	760	745			—	12—16	19—24	—	34,8
—	768	848—4,5	—	40—5,5			—	785,0	—		936	870	851			—		—	48,6	
—	864	954—5,0	—	45—5,5		525	—	1025,0	—	+7,0 —4,0	976	973	957			—	15—19	22—27	—	67,8
—	960	1060—5,0	—	50—5,5			—	1270,0	—		1082	1079	1063			—		—	82,3	

5. Трубы и муфты асбестоцементные, водопроводные

Трубы водопроводные асбестоцементные и муфты к ним по ГОСТу 539—48 (табл. 88), в зависимости от рабочего гидравлического давления, на которое они предназначены, подразделяются на марки:

- 1) трубы ВНД-10 на рабочее гидравлическое давление 10 *ати*;
- 2) трубы ВНД-8 на рабочее гидравлическое давление 8 *ати*;
- 3) трубы ВНД-5, рассчитанные на рабочее гидравлическое давление 5 *ати*.

Муфты марки МВНД-10 для труб марки ВНД-10;

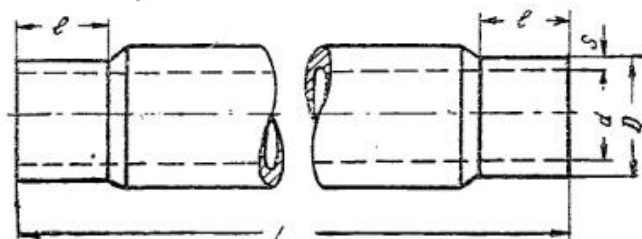
" МВНД-8 " " " ВНД-8;

" МВНД-5 " " " ВНД-5.

Примечания. 1. Трубы марок ВНД-10, ВНД-8 и ВНД-5 имеют наружные диаметры обточенных концов, равные наружным диаметрам труб чугунных водопроводных (ОСТ 5525—50) за исключением труб с наружным диаметром обточенных концов 68, 93, 120 и 122 мм.

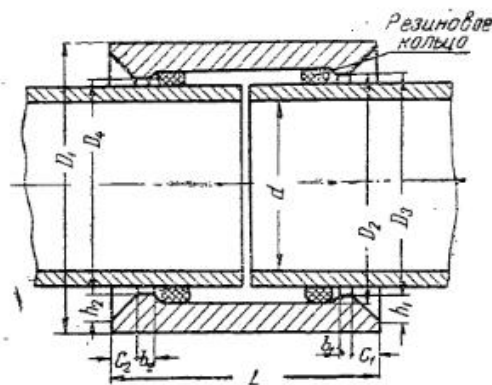
2. Трубы, размеры наружных диаметров которых помечены звездочкой (*) марки ВНД-10, не изготавливаются.

3. Муфты, размеры внутренних диаметров которых помечены знаком (**) (для наружных диаметров обточенных концов труб 532 и 636 мм) марки МВНД-10 не изготавливаются.



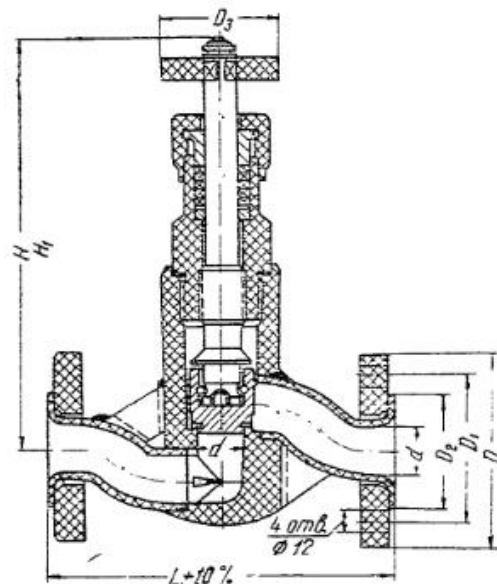
Фиг. 31

Труба асбестоцементная



Вентиль из винипласта (фиг. 33)

$$p_{\text{раб}} = 2,5 \text{ кг/см}^2; \quad T_{\text{раб}} = +40^\circ\text{C}; \quad p_{\text{пр}} = 4,0 \text{ кг/см}^2.$$



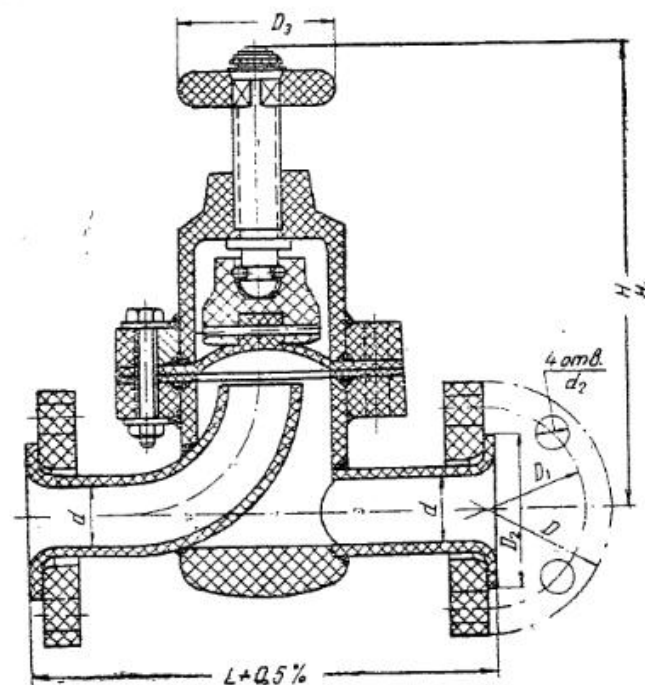
Фиг. 33
Вентиль из винипласта

Таблица 91

Размеры, мм	Условный проход, мм			
	10	15	20	25
<i>d</i>	10	15	20	25
<i>D</i>	75	80	90	100
<i>D</i> ₁	50	55	65	75
<i>D</i> ₂	35	40	50	60
<i>D</i> ₃	50	50	65	65
<i>L</i>	150	150	180	180
<i>H</i>	170	170	206	206
<i>H</i> ₁	184	184	226	226
Вес, кг	0,524	,576	1,52	1,043

Вентиль диафрагмовый из винипласта (фиг. 34)

$$p_{\text{раб}} = 2,5 \text{ кг/см}^2; \quad T_{\text{раб}} = +40^\circ\text{C}; \quad p_{\text{пр}} = 4,0 \text{ кг/см}^2.$$



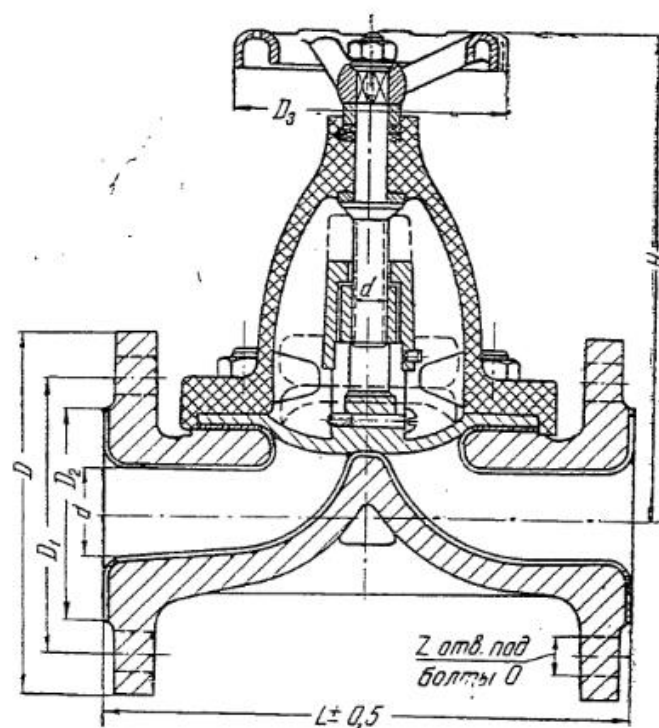
Фиг. 34
Вентиль диафрагмовый из винипласта

Таблица 92

Размер, мм	Условный проход, мм				
	20	25	32	40	50
<i>d</i>	20	25	32	40	50
<i>D</i>	90	100	120	130	140
<i>D</i> ₁	65	75	90	100	110
<i>D</i> ₂	50	60	70	80	90
<i>D</i> ₃	65	65	65	100	110
<i>H</i>	171	171	210	251	271
<i>H</i> ₁	179	179	222	271	293
<i>L</i>	180	180	200	230	250
Вес, кг	1,22	1,38	1,91	2,87	4,42

Вентиль диафрагмовый чугунный эмалированный (фиг. 35)

$p_{\text{раб}}=6 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=+40^\circ \text{C}$; $p_{\text{пр}}=10 \text{ кг/см}^2$.



Фиг. 35

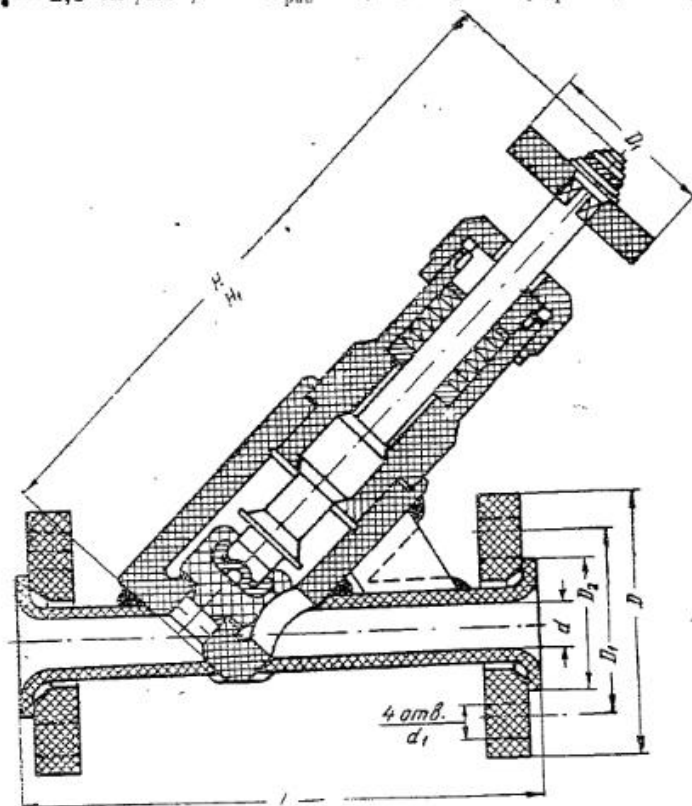
Вентиль диафрагмовый чугунный эмалированный

Таблица 93

Размер, мм	Условный проход, мм			
	25	32	40	50
d	25	32	40	48
D	100	120	130	140
D1	75	90	100	110
D2	49	70	80	90
D3	120	120	120	120
H	169	170	211	214
O	M10	M12	M12	M12
Z	4	4	4	4
L	160	180	200	230
Вес, кг	5,76	6,26	9,24	15,7

Вентиль прямооточный из винипласта (фиг. 36)

$p_{\text{раб}}=2,5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=+40^\circ \text{C}$; $p_{\text{пр}}=4,0 \text{ кг/см}^2$.



Фиг. 36

Вентиль прямооточный из винипласта

Таблица 94

Размер, мм	Условный проход, мм								
	10	15	20	25	32	40	50	70	100
d	10	15	20	25	32	40	50	70	100
D	75	80	90	100	120	130	140	160	210
D1	50	55	65	75	90	100	110	130	170
D2	35	40	50	60	70	80	90	110	148
D3	50	50	65	65	100	100	120	160	200
L	150	150	180	180	230	230	250	300	400
H	195	192	236	232	302	300	327	384	509
H1	215,5	212,5	266	262	347	346	377	455	610,5
d1	12	12	12	12	14	14	14	14	18
Вес, кг	0,43	0,49	0,93	0,97	1,96	1,9	2,47	6,1	9,52

Вентиль из виннипласта в металлической обойме (фиг. 37)
 $p_{\text{раб}} = 5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = +40^\circ \text{C}$; $p_{\text{пр}} = 7,5 \text{ кг/см}^2$

Размер, мм	Условный проход, мм						
	10	13	20	25	32	40	50
d	10	13	20	25	32	40	50
D	95	95	105	115	140	150	165
D_1	65	65	75	85	100	110	125
D_2	40	40	45	55	65	70	85
D_3	65	65	80	80	120	120	120
L	$130 \pm 0,6 \%$	$130 \pm 0,6 \%$	$145 \pm 0,7 \%$	$160 \pm 0,8 \%$	$180 \pm 0,9 \%$	$200 \pm 1,0 \%$	$230 \pm 1,15 \%$
l	50	50	50	50	70	70	70
l_1	36	36	36	36	50	50	50
$H_{\text{мин}}$	193	193	219	217	264	264	272
$H_{\text{макс}}$	203	203	230	230	281	282	294
Z	4	4	4	4	4	4	4
O	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16
Вес виннипласта, кг	2,4	2,42	3,76	4,2	6,2	7,1	7,5
Вес чугуна, кг	4,8	4,69	5,93	8,22	11,62	12,8	15,54
							14,32
							27,42

8. Трубы, фасонные части из ферросилида и антихлора и фланцы к ним

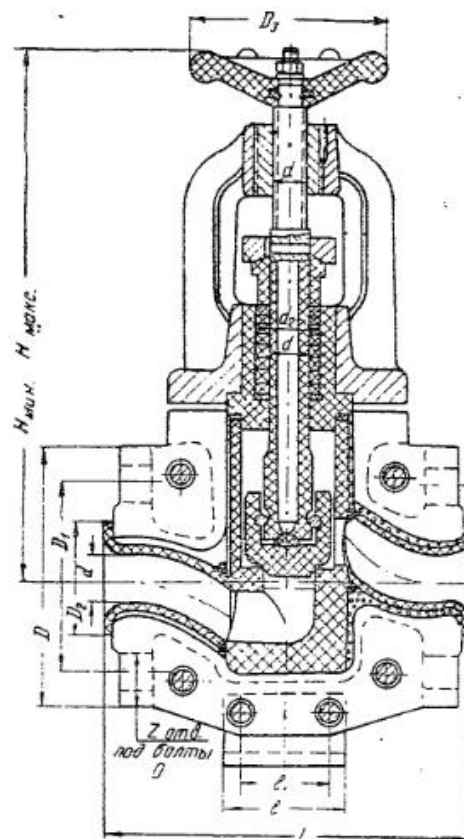
Определение и назначение

1. ГОСТ 203—41, выдержки из которого приведены ниже, распространяется на литые трубы и фасонные части к ним, рассчитанные на условное давление $2,5 \text{ кг/см}^2$, изготовленные из сплавов — ферросилида и антихлора и фланцы к ним.

2. Трубы и фасонные части, изготовленные из ферросилида и антихлора, предназначены для трубопроводов, транспортирующих различные коррозионно-активные химические реагенты, в условиях работы с которыми ферросилид и антихлор являются химически стойкими.

Фланцы предназначены для соединения труб, фасонных частей и изделий из ферросилида и антихлора, имеющих бурт, указанный в п. 3.

3. Присоединительный бурт должен удовлетворять чертежу (фиг. 38) и табл. 96.



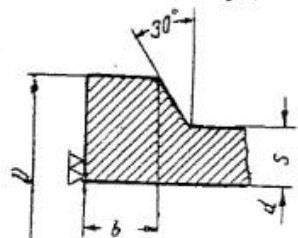
Фиг. 37

Вентиль из виннипласта в металлической обойме

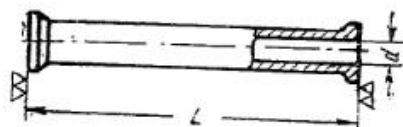
Таблица 96

Размер бурта, мм	Внутренний диаметр d , мм										
	32	38	50	60	70	80	100	125	150	200	300
D	70	80	95	105	115	130	150	180	205	260	360
b	12	12	12	12	14	14	15	16	18	20	22
S	10	10	11	11	12	12	13	14	14	16	16

4. Трубы должны удовлетворять чертежу (фиг. 39) и табл. 97.



Фиг. 38
Присоединительный бурт



Фиг. 39
Труба

Таблица 97

d	32	38	50	60	70	80	100	125	150	200	250	300
L												
150	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
200	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
300	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
400	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
500	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1000	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1500	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2000	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

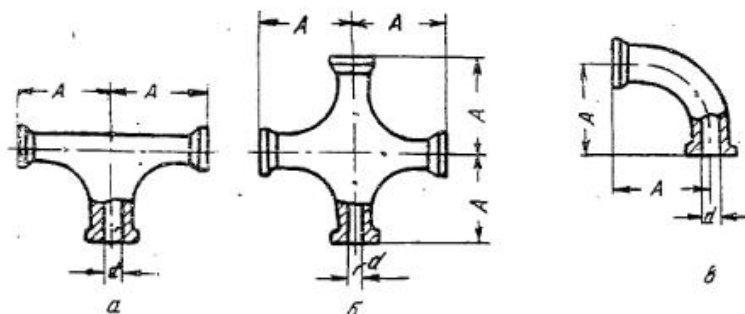
Знак (.) в табл. 97 означает выпускаемый сортмент.

5. Тройники, крестовины и колена должны удовлетворять чертежам (фиг. 40) и табл. 98.

Таблица 98

$d, мм$	32	38	50	60	70	80	100	125	150	200	250	300
$A, мм$	130	140	150	160	170	180	200	225	250	300	350	400

6. Переходы должны удовлетворять чертежу (фиг. 41) и табл. 99.

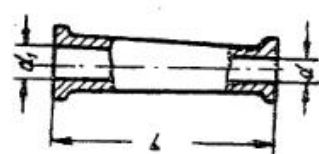


Фиг. 40

а—тройник; б—крестовина; в—колено.

Таблица 99

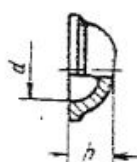
$d, мм$	32	38	50	60	70	80	100	125	150	200	250
$d_1, мм$	Длина перехода $L, мм$										
38	100										
50	150	100									
60	150	150	100								
70		150	150	100							
80		150	150	150	100						
100			200	200	200	200					
125				350	350	300	250				
150					400	350	300	250			
200						500	400	350			
250							600	500	400		
300								600	500	400	



Фиг. 41
Переход



Фиг. 42
Вставка



Фиг. 43
Заглушка

7. Вставки должны удовлетворять чертежу (фиг. 42) и табл. 100.

Таблица 100

$d, \text{мм}$	32	38	50	60	70	80	100	125	150	200	250	300
$D, \text{мм}$	70	80	95	105	115	130	150	180	205	260	310	360
$K, \text{мм}$	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

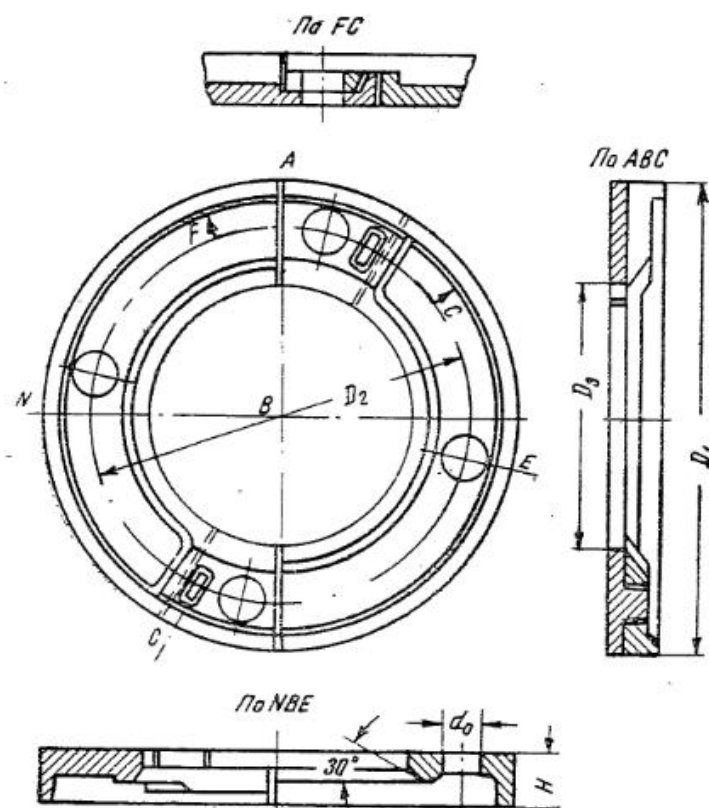
Знак (.) в табл. 100 означает выпускаемый сортмент.

8. Заглушки должны удовлетворять чертежу (фиг. 43) и табл. 101.

Таблица 101

$d, \text{мм}$	32	38	50	60	70	80	100	125	150	200	250	300
$h, \text{мм}$	30	32	35	38	40	45	55	60	65	80	95	110

9. Фланец, состоящий из двух половин, должен удовлетворять чертежу (фиг. 44) и табл. 102.



Фиг. 44. Фланец

Таблица 102

Размер. мм	Внутренний диаметр труб и фасонных частей, мм											
	32	38	50	60	70	80	100	125	150	200	250	300
D_1	140	150	165	180	190	200	225	250	285	340	395	445
D_2	100	110	125	135	145	160	180	210	240	295	350	400
D_3	55	62	76	88	100	110	132	160	185	240	290	340
H	18	18	20	20	20	22	22	24	24	26	28	28
d_0	18	18	18	18	18	18	18	18	22	22	22	22
Количество отверстий	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	12	12

Примечание. Фланцы к трубам и фасонным частям изготавливаются из ковкого чугуна марки КЧ 38—18 по ГОСТу 1251—41.

9. Трубы фанерные (по ГОСТу 5017—54, выдержки)

Трубы изготавливаются в Усть-Ижорске, в Уфимске и предназначены для подачи и отведения воды и других жидкостей. Техническая характеристика фанерных труб приведена в табл. 103.

Таблица 103

Внутренний диаметр, мм	Рабочее гидравлическое давление, кг/см ² в трубах марки		Толщина стенок	Наружный диаметр	Диаметр обточечных концов	Длина обточечных концов	Вес 1 м трубы, кг, при влажности 15%
	Φ_1	Φ_2					
50	12	6	6,5	63	60	75	1
80	12	6	8,0	96	93	90	1,8
100	10	5	8,0	116	112,7	100	2,2
125	10	5	9,5	144	140,2	115	3,2
150	10	5	11,0	172	167,3	140	4,5
200	8	4	11,0	222	217,3	140	5,8
250	8	4	13,0	276	270,2	175	8,6
300	6	3	13,0	336	320,2	175	10,2

Примечания. 1. Нормальная длина труб 5—7 м. Допускаются трубы длиной 3,5 м в количестве 5% от партии.
2. Фанерные трубопроводы должны быть подвергнуты испытанию гидравлическим давлением, равным рабочему +1 атм.
3. Соединение звеньев труб осуществляется с помощью фанерных муфт, обработанных внутри с обеих сторон на конус 1:30.

10. Трубопроводная арматура

Таблицы 106—146 по выбору трубопроводной арматуры охватывают промышленную трубопроводную арматуру, изготавливаемую заводами Главгидромаша Министерства машиностроения и приборостроения СССР.

Условные обозначения изделий по таблицам и фигурам соответствуют системе обозначений установленной и принятой в каталогах на изделия, изготавливаемые заводами Главгидромаша. Согласно последней первые две цифры обозначают таблицу, присвоенную данному виду изделия; далее указываются буквы, характеризующие материал, примененный для изготовления корпуса, например:

мн—монель-металл;
б—бронза, латунь;
ч—чугун серый;
кч—чугун ковкий;
с—сталь углеродистая;
нж—сталь кислотостойкая и нержавеющая.

В зависимости от конструктивных особенностей изделия одной и той же таблицы подразделяются на фигуры, указываемые числом, которое помещается в обозначении на третьем месте (после обозначения группы материала).

В зависимости от рода привода перед номером фигуры изделия ставится цифра:

- 3—для привода с червячной передачей;
- 4—с цилиндрической зубчатой передачей;
- 5—с конической зубчатой передачей;
- 6—для пневмопривода;
- 7—для гидропривода;
- 8—для соленоидного привода;
- 9—для электропривода.

Изделия могут различаться по материалу уплотнительных колец. Для материала уплотнительных колец введены следующие буквенные обозначения (табл. 104):

Таблица 104

Материал уплотнительных колец	Кожа	Эбонит	Резина	Бронза, латунь	Нержавеющая сталь	Стеллит	Нитрированная сталь	Бабит	Монель-металл
Обозначение	К	Э	Р	бр	нж	ст	нт	бт	*мн

В обозначении изделия наименование материала уплотнительных колец помещается на четвертом месте (после номера фигуры).

Например, в обозначении 30сб4бр число 30 является номером таблицы, в которую сведены все задвижки; „с“ указывает, что основные детали изготовлены из углеродистой стали; число 64 является номером фигуры, присвоенным стальным клиновым задвижкам с выдвинутым шпинделем; „бр“ указывает, что уплотнительные кольца изготовлены из бронзы или латуни.

Обозначение 30с9б4бр относится к той же задвижке, но имеющей электропривод.

По каждому изделию в таблицах даются: наименование, указание о пределах его применения, габаритные и присоединительные размеры.

В табл. 105 приведены данные об условных, пробных и рабочих давлениях для арматуры и соединительных частей трубопроводов.

Таблица 103

Давления

условные, пробные и рабочие для арматуры и соединительных частей трубопроводов (выдержки из ГОСТа 356—52)

Давление условное	Давление пробное (водой при температуре $\leq 100^\circ\text{C}$)	Давление рабочее в кг/см^2 при температуре среды, $^\circ\text{C}$					
		120	200	120	200	120	200
		из углеродистой стали		из чугуна		из бронзы, латуни, меди	
P_y	$P_{пр}$	P_{12}	P_{20}	P_{12}	P_{20}	P_{12}	P_{20}
1	2	—	1	1	1	1	1
2,5	4	—	2,5	2,5	2,5	2,5	2
4	6	—	4,0	4,0	3,8	4,0	3,2
6	9	—	6,0	6,0	5,5	6,0	5,0
10	15	—	10,0	10,0	5,0	10,0	8,0
16	24	—	16,0	16,0	15,0	16,0	13,0
25	38	—	25,0	25,0	23,0	25,0	20,0
40	60	—	40,0	40,0	36,0	40,0	32,0

Краны

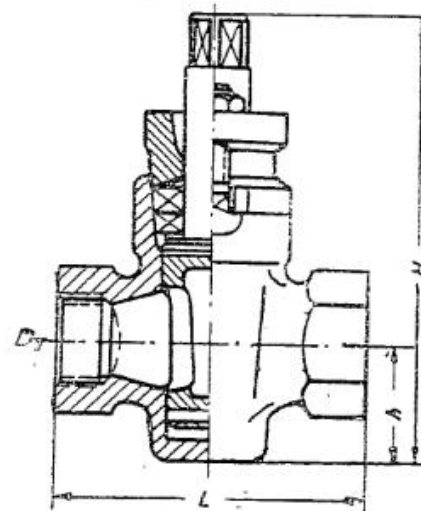
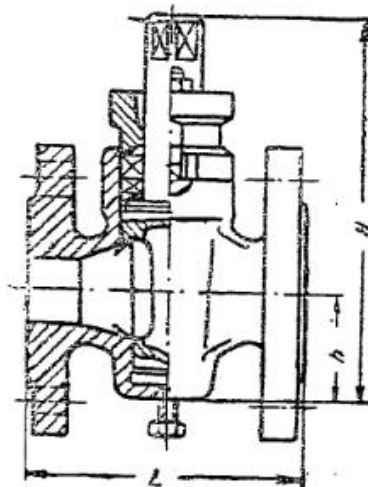
Таблица 106

Кран проходной сальниковый муфтовый, 11ч66к
 $P_y=10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 45)

Основное назначение—для воды, нефти или масел

Пределы назначения: $P_{раб}=10 \text{ кг/см}^2$; $T_{раб}=100^\circ\text{C}$

D_y	15	20	25	32	40	50	70	80
L	80	90	110	130	150	170	220	250
h	30	34	42	48	65	76	100	113
H	112	126	150	176	210	242	305	340
Вес, кг	0,75	1,1	1,7	3,15	4,5	7,0	13,0	17,5
Резьба труб, дюймы (ОСТ НКТП 266)	$1/2$	$3/4$	1	$1 1/4$	$1 1/2$	2	$2 1/2$	3

Фиг. 45
Кран проходной сальниковый муфтовый 11ч66кФиг. 46
Кран проходной сальниковый фланцевый 11ч86кТаблица 107
Кран проходной сальниковый фланцевый 11ч86к; $P_y=10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 46)

Основное назначение—для воды, нефти и масла

Пределы применения: $P_{раб}=10 \text{ кг/см}^2$; $T_{раб}=100^\circ\text{C}$

D_y	40	50	70
L	150	170	220
h	65	76	100
H	210	242	305
Вес, кг	7,8	10,5	18,1

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—34.

Таблица 108
Кран трехходовой сальниковый фланцевый 11ч186к; $P_y=6 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 47)

Основное назначение—для воды, нефти или масла

Пределы применения: $P_{раб}=6 \text{ кг/см}^2$; $T_{раб}=100^\circ\text{C}$

D_y	40	50
L	180	200
h	75	85
H	243	270
Вес, кг	10,5	13,5

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.

Таблица 109

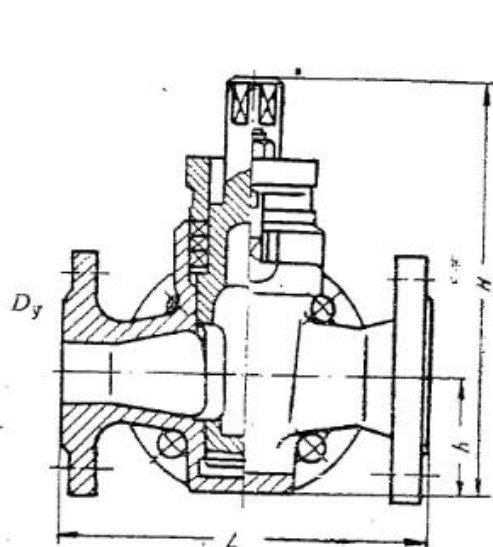
Вентиль запорный муфтовый 15кч4к; 15кч4р; $p_y=10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 48)

Основное назначение—для воды с температурой до 50°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=50^\circ \text{C}$

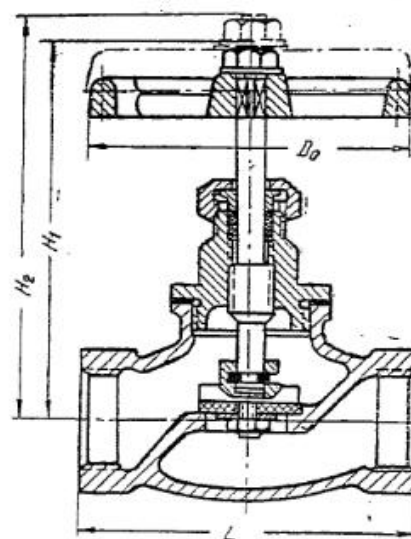
D_y	70	80
L	210	245
H_1	180	200
H_2	197	220
D_0	140	140
Вес, кг	6,8	9,4

Резьба муфты трубная— по ОСТу НКТП 266.



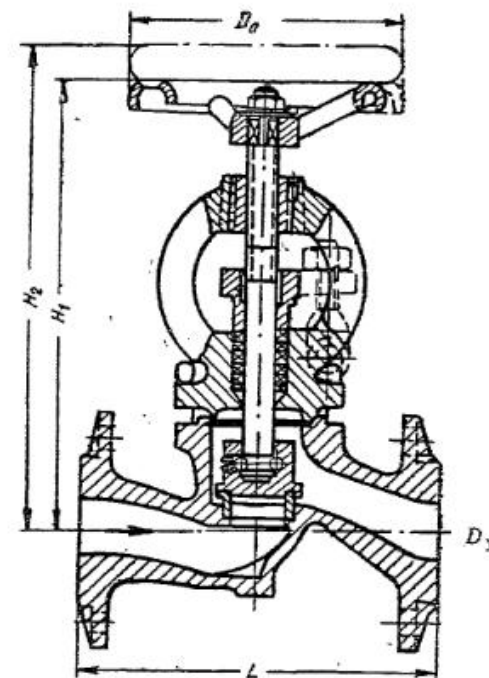
Фиг. 47

Кран трехходовой сальниковый
фланцевый 11ч186к



Фиг. 48

Вентиль запорный муфтовый 15кч4к;
15кч4р



Фиг. 49

Вентиль запорный фланцевый 15кч166р

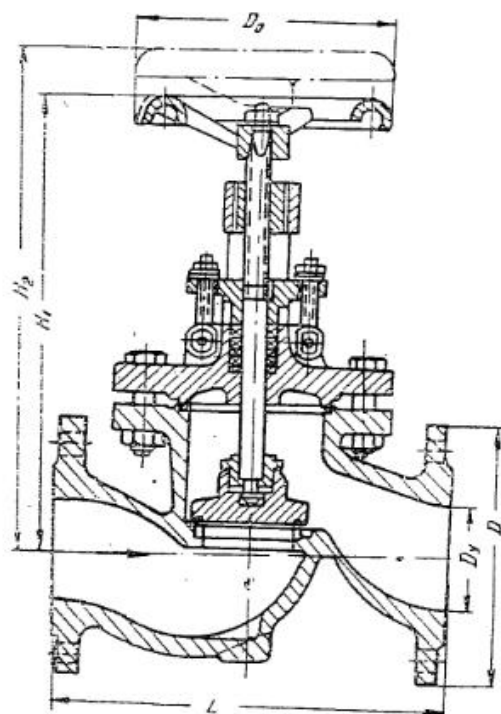
Таблица 110

Вентиль запорный фланцевый 15кч166р; $p_y=25 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 49)

Основное назначение—для холодной и горячей воды и для насыщенного
пара с температурой не выше 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=25 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=125^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}}=20 \text{ кг/см}^2$;
 $T_{\text{раб}}=225^\circ \text{C}$

D_y	32	40	50	70	80
L	180	200	230	290	310
H_1	215	246	246	313	314
H_2	228	259	259	340	348
D_0	100	120	120	160	160
Вес, кг	8,6	12,8	15,0	25,9	28,6



Фиг. 50

Вентиль запорный фланцевый 15ч146р.

Таблица III

Вентиль запорный фланцевый 15ч146р; $p_y=16 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 50)

Основное назначение—для воды с температурой до 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=16 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=120^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}}=15 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}}=14,5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=225^\circ \text{C}$

D_y	100	125	150	200
L	350	400	480	600
D	215	245	280	335
H_1	376	461	543	625
H_2	416	514	611	715
D_0	200	360	400	400
Вес, кг	52,0	78,8	112,8	180,0

Таблица 112

Вентиль запорный муфтовый 15ч418к; 15ч418р; $p_y=10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 51)

Основное назначение—для воды с температурой не выше 50°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=50^\circ \text{C}$

D_y	15	20	25	32	40	50
L	90	100	120	140	170	200
H_1	105	109	124	141	165	185
H_2	115	121	134	168	182	201
D_0	64	64	80	80	120	240
Резьба труб, дюймы (по ГОСТ НКТП 266)	$1/2$	$3/4$	1	$1 1/4$	$1 1/2$	2
Вес, кг	0,7	0,9	1,4	2,0	3,5	5,0

Таблица 113

Вентиль запорный фланцевый 15ч419к; 15ч419р; $p_y=10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 52)

Основное назначение—для воды с температурой не выше 50°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=50^\circ \text{C}$

D_y	25	32	40	50
L	120	140	170	200
H_1	124	148	165	181
H_2	139	163	182	204
D_0	80	100	120	140
Вес, кг	3,6	5,4	7,4	10,5

Таблица 114

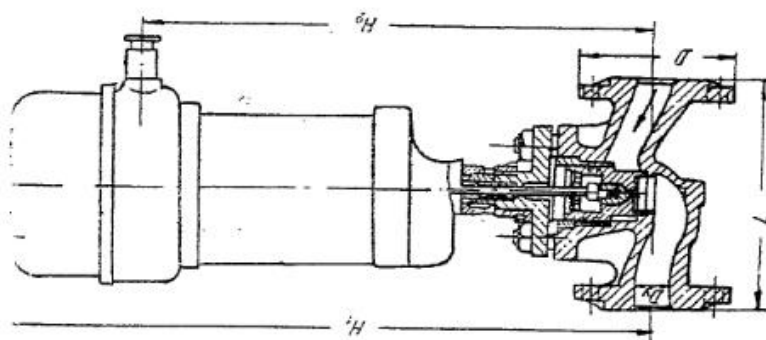
Вентиль фланцевый сальниковый с электромагнитным приводом и электромагнитной защелкой 15ч48776рСВВ; 15ч48776рСВВ $p_y=16 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 53)

Основное назначение—для воды и газообразной среды при температуре до 150°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=16 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=150^\circ \text{C}$

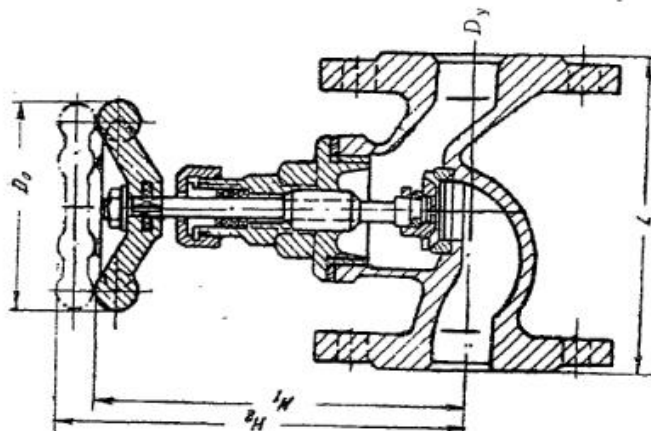
D_y	25	50	70	100
L	150	230	290	350
H_1	442	539	544	570
H_2	342	375	388	470
D	110	160	180	230
Вес, кг	17,0	24	32	68,8

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1238—54.



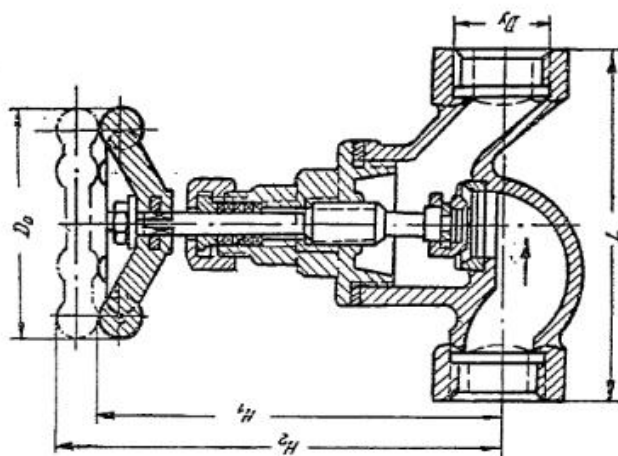
Фиг. 53

Вентиль фланцевый сальниковый с электромагнитным приводом и электромагнитной защитой 15кч876рСВВ; 15кч8776р1СВВ



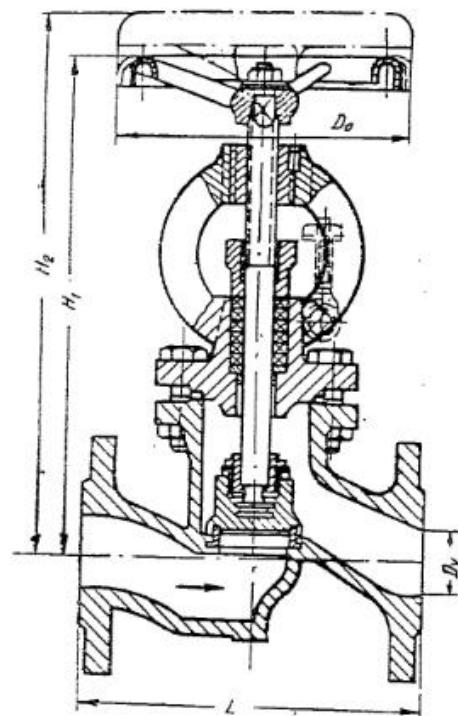
Фиг. 52

Вентиль запорный фланцевый 15кч19к; 15кч19р



Фиг. 51

Вентиль запорный муфтовый 15кч18к; 15кч18р



Фиг.

Вентиль запорный фланцевый 15с226р

Таблица 115

Вентиль запорный фланцевый 15с226р; $p_y=40 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 54)

Основное назначение—для воды и насыщенного пара с температурой не выше 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=40 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=120^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}}=32 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=225^\circ \text{C}$

D_y	40	50	70	80	100	150	200
L	200	230	290	310	350	480	600
H_1	308	310	375	382	473	590	698
H_2	324	328	403	427	531	680	833
D_0	200	200	280	280	360	400	450
Вес, кг	19,0	23,7	39,3	48,0	75,0	135,0	243,0

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.

Клапаны обратные подъемные и клапаны приемные
с сеткой

Таблица 116

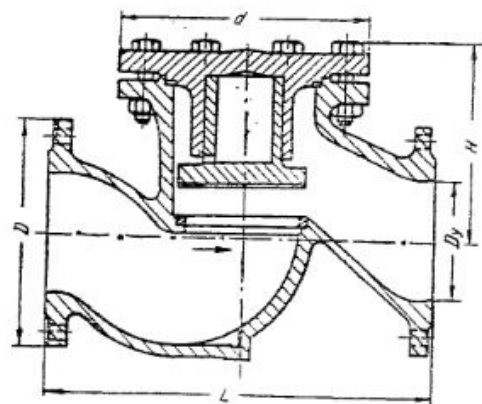
Клапан обратный подъемный фланцевый 16ч66р; $p_y=16 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 55)

Основное назначение—устанавливаются на горизонтальном трубопроводе для воды или пара с температурой до 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=16 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=120^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}}=14,5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=225^\circ \text{C}$

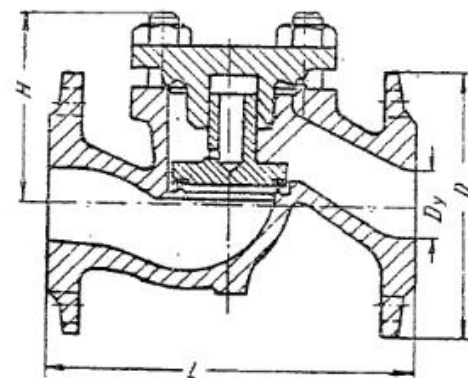
D_y	100	150
L	350	480
H	175	245
D	215	280
d	245	317
Вес, кг	48,0	95,0

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 55

Клапан обратный подъемный фланцевый
16ч66р



Фиг. 56

Клапан обратный подъемный фланцевый
16ч96р

Таблица 117

Клапан обратный подъемный фланцевый 16ч96р; $p_y=25 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 56)

Основное назначение—устанавливаются на горизонтальных трубопроводах для воды и насыщенного пара с температурой до 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=25 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=120^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}}=20 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=225^\circ \text{C}$

D_y	32	40	50	70	80
L	180	200	230	290	310
D	135	145	160	180	195
H	87	104	106	137	142
Вес, кг	7,0	9,6	11,7	20,3	23,5

Присоединительные размеры фланцев— по ГОСТу 1234—54.

Таблица 118

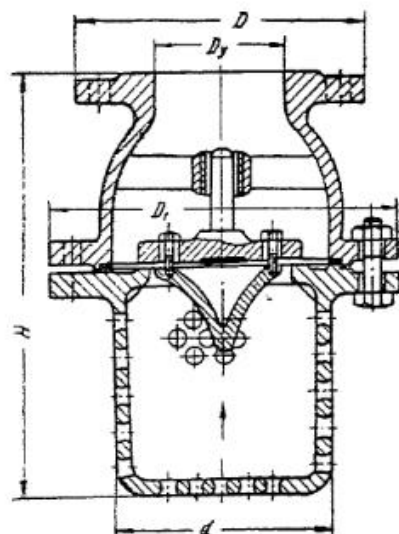
Клапан приемный фланцевый с сеткой 16ч40р; $p_y=2,5 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 57)

Основное назначение—применяется при насосной установке и монтируется на конце вертикального всасывающего трубопровода при температуре воды до 50°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=2,5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=50^\circ \text{C}$

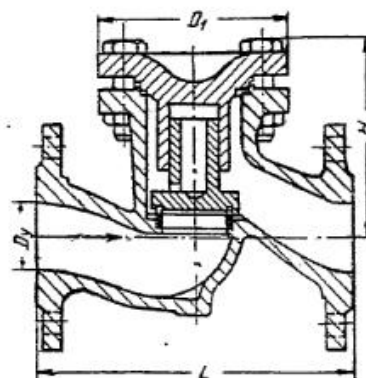
D_y	50	80	100	150	200	250	300	400
D	180	227	270	370	475	565	670	815
H	210	270	320	410	430	536	740	737
d	90	130	160	260	355	436	530	671
D	160	195	215	280	340	295	445	565
Вес, кг	9,0	17,0	25,5	50,3	92,0	134,0	250,0	315,0

Присоединительные размеры фланцев— по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 57

Клапан приемный фланцевый
с сеткой 16ч40р



Фиг. 58

Клапан обратный подъемный
фланцевый 16с136р

Таблица 119

Клапан обратный подъемный фланцевый 16с136р; $p_y=40 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 58)

Основное назначение—устанавливаются на трубопроводах для воды
и насыщенного пара при температуре до 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=40 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}}=38,5 \text{ кг/см}^2$;
 $T_{\text{раб}}=225^\circ \text{C}$

D_y	40	50	70	80	100	125	150
L	200	230	290	310	350	400	480
D_1	200	230	290	310	350	400	480
H	117	123	156	165	204	241	263
Вес, кг	11,0	13,6	26,6	35,2	70,0	80,8	115,0

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.

Клапаны обратные поворотные

Таблица 120

Клапан обратный поворотный фланцевый 19ч16р; $p_y=16$ и 10 кг/см^2 ;
19ч166р (по особому заказу с латунными кольцами) (фиг. 59).

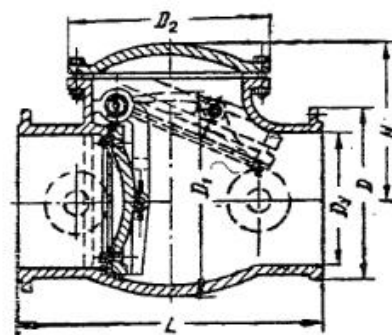
Основное назначение—устанавливаются на трубопроводе для воды
с температурой до 50°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=16 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=50^\circ \text{C}$; $D_y=100$ и 150 мм ;
 $p_{\text{раб}}=10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=50^\circ \text{C}$; $D_y=200—600 \text{ мм}$

D_y	100	150	200	250	300	400	500	600
L	340	480	500	600	700	900	1100	1300
H	185	242	302	342	352	468	565	648
D	215	280	335	390	440	565	670	780
D_1	204	280	348	430	496	616	790	944
D_2	260	340	380	445	485	635	735	835
Вес, кг	43,2	95,0	133	200	248	480	852	1215

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.

Примечание. Клапаны с $D_y 100$ и 150 изготавливаются по особому
заказу.



Фиг. 59

Клапан обратный поворотный
фланцевый 19ч16р

Таблица 121

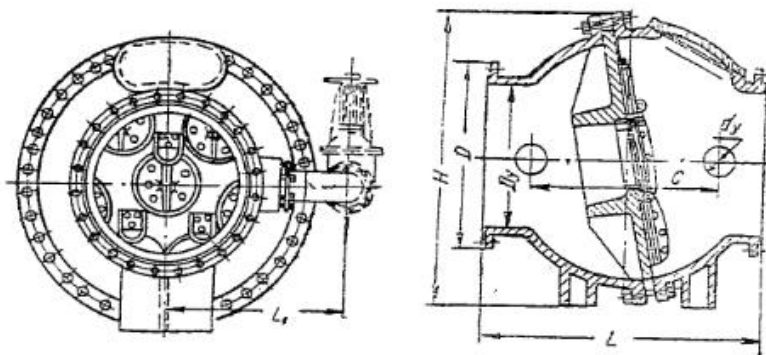
Клапан обратный поворотный многодисковый фланцевый, чугунный 19ч18р (по особому заказу с уплотнительными кольцами из латуни)
 $p_y = 10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 60)

Основное назначение—устанавливаются на трубопроводах для воды с температурой до 50°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 50^\circ \text{C}$

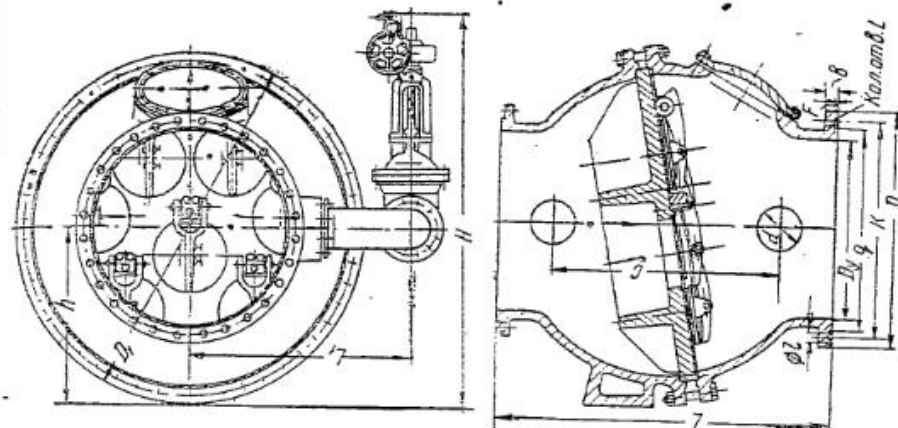
D_y	800	1000
D	1010	1220
L	1500	1900
L_1	948	1263
d_y	150	200
H	1610	1990
c	1000	1300
Вес, кг	3500	5900

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 60

Клапан обратный поворотный многодисковый фланцевый, чугунный 19ч18р



Низ клапана

Таблица 122

Клапан обратный поворотный многодисковый, фланцевый 19с246р;
 $p_y = 25 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 61)

Основное назначение—устанавливаются на трубопроводах для воды и пара при температуре до 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 25 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}} = 24 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 225^\circ \text{C}$

D_y	800	1000
L	1500	1900
D	1070	1305
D_1	1605	2030
H	2035	2245
h	815	1025
L_1	1050	1263
c	990	1210
q	930	1148
F	5	5
a	66	70
$\varnothing I$	48	54
d	200	200
c	900	1300
Вес, кг	4360	7520

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.

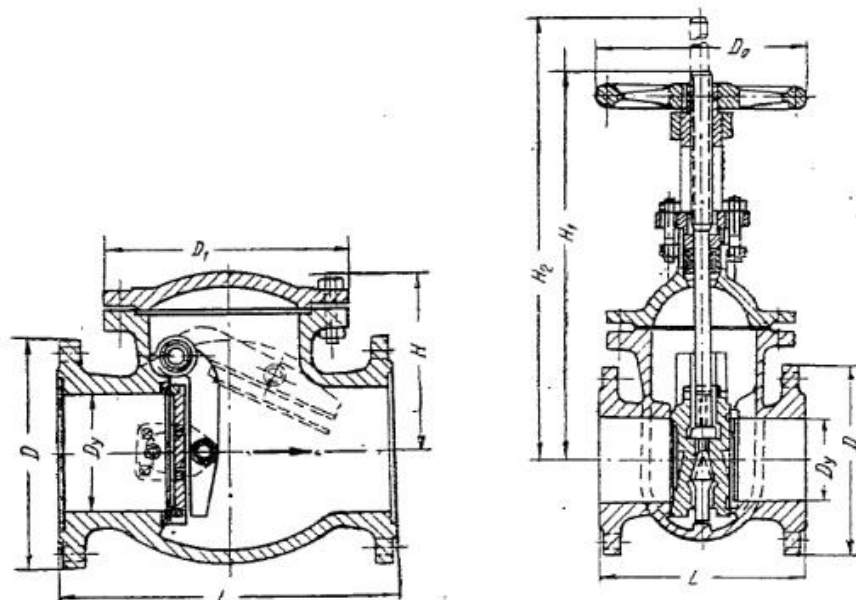
Фиг. 61

Клапан обратный поворотный многодисковый фланцевый 19с246р

Клапан обратный поворотный фланцевый 19с176р; $p_y = 40 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 62)Основное назначение—устанавливаются на трубопроводах для воды и пара с температурой до 225°C Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 40 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}} = 38 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 225^\circ \text{C}$

D_y	50	80	100	150	200	300	400	600
L	230	310	350	480	550	750	950	1350
H_1	155	175	205	265	295	408	490	692
D	170	205	250	330	400	450	700	960
D_0	160	195	230	300	375	510	655	900
Вес, кг	20,0	36,8	53,0	112,0	210,0	430,0	950,0	2200

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 62

Клапан обратный поворотный фланцевый 19с176р

Фиг. 63

Задвижка запорная параллельная фланцевая с выдвижным шпинделем чугунная 30ч66р

Задвижка параллельная с выдвижным шпинделем чугунная 30ч66р; $p_y = 10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 63)Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводах для воды и пара с температурой до 225°C Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 9 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}} = 8,5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 225^\circ \text{C}$

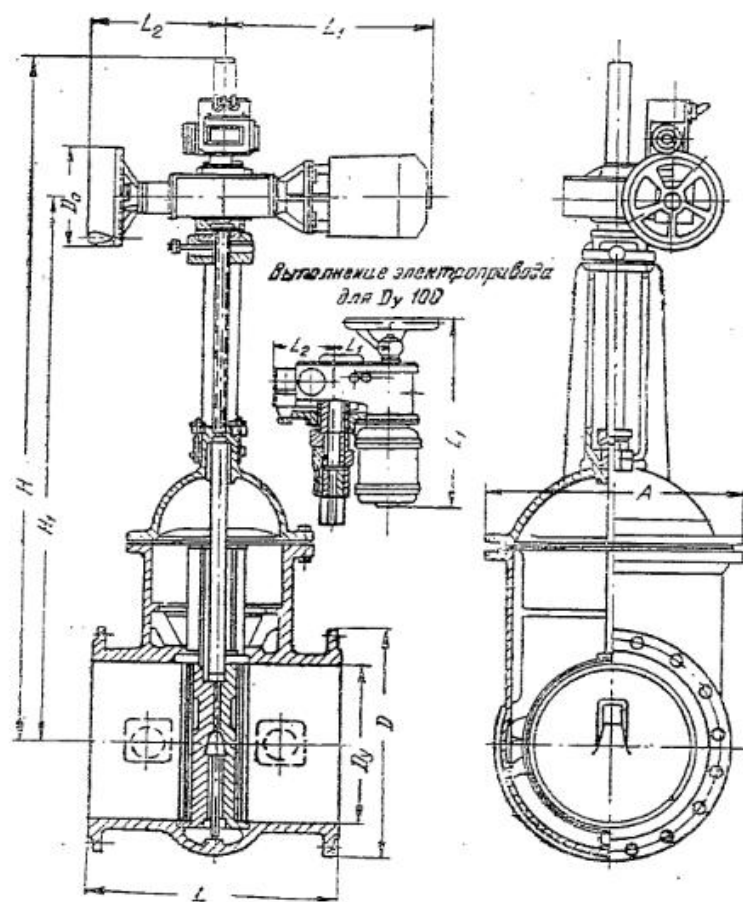
D_y	50	80	100	125	150	200	250	300	350	400
L	180	210	230	255	280	330	450	500	550	600
H_1	294	350	404	496	558	690	825	955	1150	1350
H_2	350	438	510	635	715	897	1084	1265	1500	1715
D_0	160	160	160	240	240	280	320	360	400	450
D	160	195	205	215	280	355	390	440	500	565
Вес, кг	18,4	34	42,5	61,5	75,0	130,0	190,0	262,5	357,7	494,5

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—41.

Задвижка запорная параллельная фланцевая с выдвижным шпинделем и электроприводом 30ч9066р; $p_y = 10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 64)Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды и пара с температурой до 225°C Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 9 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}} = 8,5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 225^\circ \text{C}$

D_y	100	150	200	250	300	400
L	230	280	330	450	500	600
D	215	280	335	390	445	565
H	768	896	1010	1145	1225	1670
H_1	—	656	770	905	502	1355
L_1	405	497	497	497	150	603
L_2	130	328	328	382	180	382
D_0	200	240	240	240	220	320
A	262	337	400	450	520	620
Вес, кг	74,2	140	184,1	285,2	344,3	730

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 64

Задвижка запорная параллельная фланцевая с подвижным шпинделем и электроприводом 30ч9066р

Таблица 126

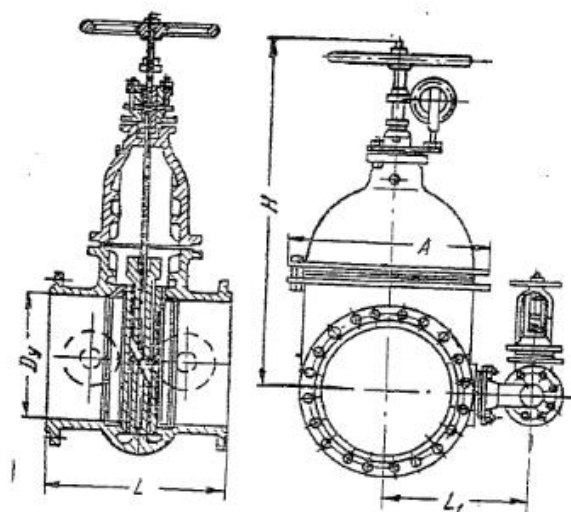
Задвижка запорная, параллельная фланцевая с неподвижным шпинделем, чугунная 30ч146р; $p_y = 10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 65)

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды с температурой до 120°

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 10 \text{ кг/см}^2$, $T_{\text{раб}} = 120^\circ \text{ C}$

D_y	500
L	700
A	790
H	1350
L_1	560
Вес (с обводом), кг	882

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 65

Задвижка запорная параллельная фланцевая с неподвижным шпинделем 30ч146р

Таблица 127

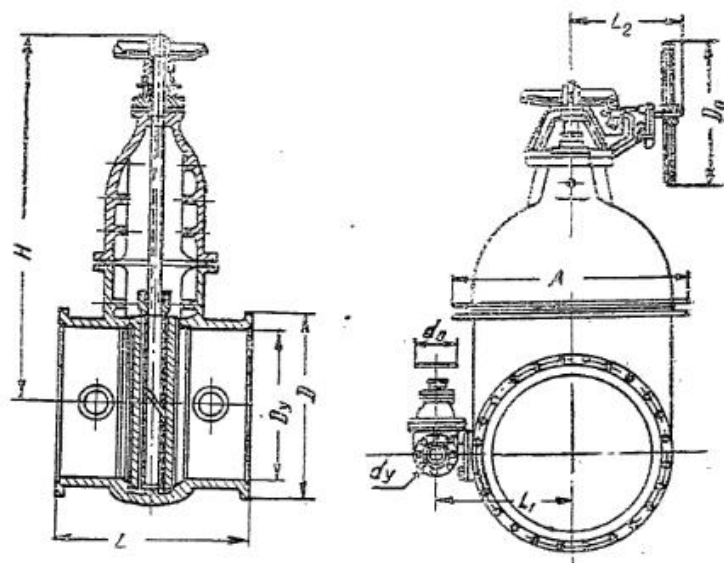
Задвижка запорная параллельная фланцевая с не подвижным шпинделем и конической зубчатой передачей 30ч5146р;
 $p_y = 6 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 66)

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды с температурой до 120°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 6 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 120^\circ \text{C}$; $D_y = 800$ и 1000 ; $p_{\text{раб}} = 10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 120^\circ \text{C}$; $D_y = 600$

D_y	600	800	1000
D	780	1010	1220
L	800	1000	1200
L_1	625	765	880
L_2	511	652	652
A	935	1224	1450
H	1513	1994	2324
D_0	600	900	900
Вес (с обводом), кг	1535	3405	5135,0

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 65

Задвижка запорная параллельная фланцевая с не подвижным шпинделем и конической зубчатой передачей 30ч5146р

Таблица 128

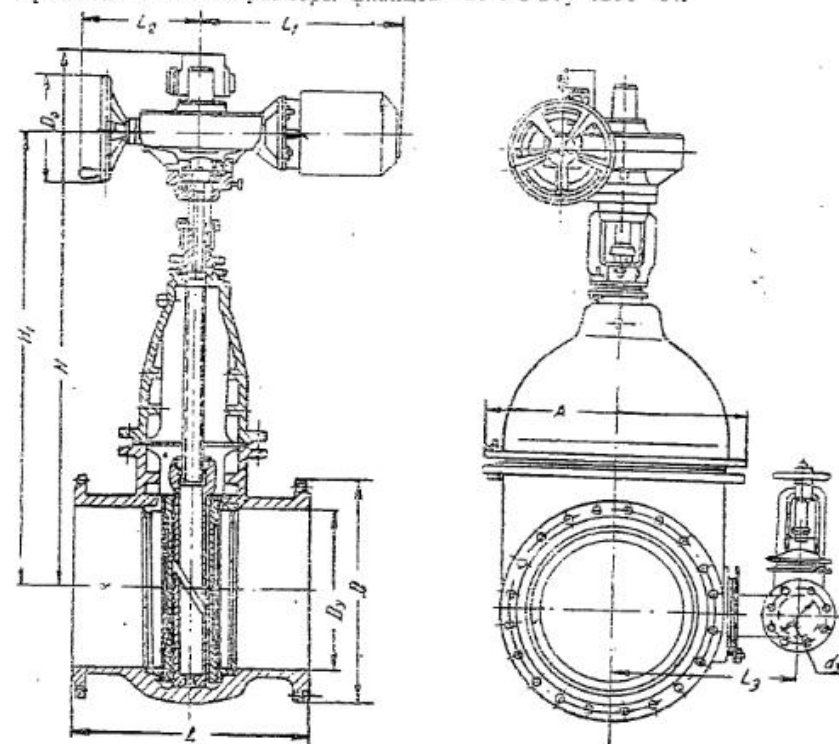
Задвижка запорная параллельная фланцевая с не подвижным шпинделем и электроприводом 30ч9146р; $p_y = 6 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 67)

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды с температурой до 120°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 6 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 120^\circ \text{C}$

D_y	500	600	800	1000	1200	1400	1600/1400
L	700	800	1000	1200	1400	1900	2200
L_1	603	603	603	820	820	820	820
H	1728	1928	2352	2567	3475	3683	3725
H_1	1481	1681	2074	2310	3291	3700	3542
A	790	935	1184	1376	1596	1850	1850
L_2	382	382	382	532	532	532	532
L_3	—	625	737	937	1082	1145	1175
D_0	320	320	320	400	400	400	400
D	670	720	1000	1220	1450	1675	1915
d_y	—	100	100	150	150	250	250
Вес (с обводом), кг	1074,0	1766,0	3490,0	4995	8900	10418	1133

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 67

Задвижка запорная параллельная фланцевая с не подвижным шпинделем и электроприводом 30ч9146р

Таблица 129

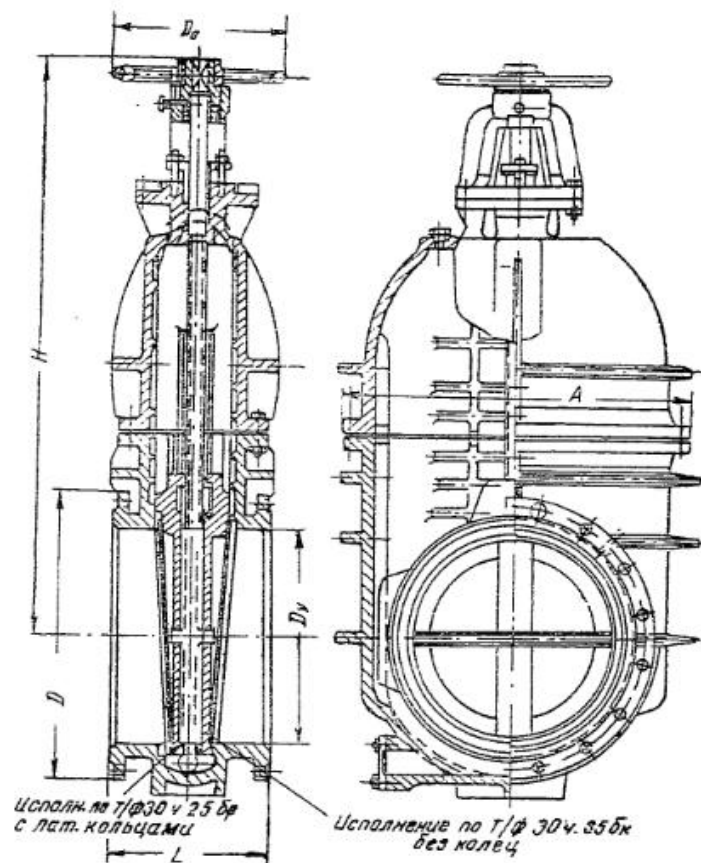
Задвижка запорная клиновая фланцевая с невымкнмым шпинделем
30ч256р; $p_y = 2,5 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 68)

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе
для воды при температуре до 100°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 2,5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 100^\circ \text{C}$

D_y	500	600	800
L	350	390	470
D	640	755	975
H	1310	1746	2032
D_0	400	640	640
A	814	933	1180
Вес, кг	796	1092,0	1900,0

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—41.



Фиг. 68

Задвижка запорная клиновая фланцевая с невымкнмым шпинделем 30ч256р

Таблица 130

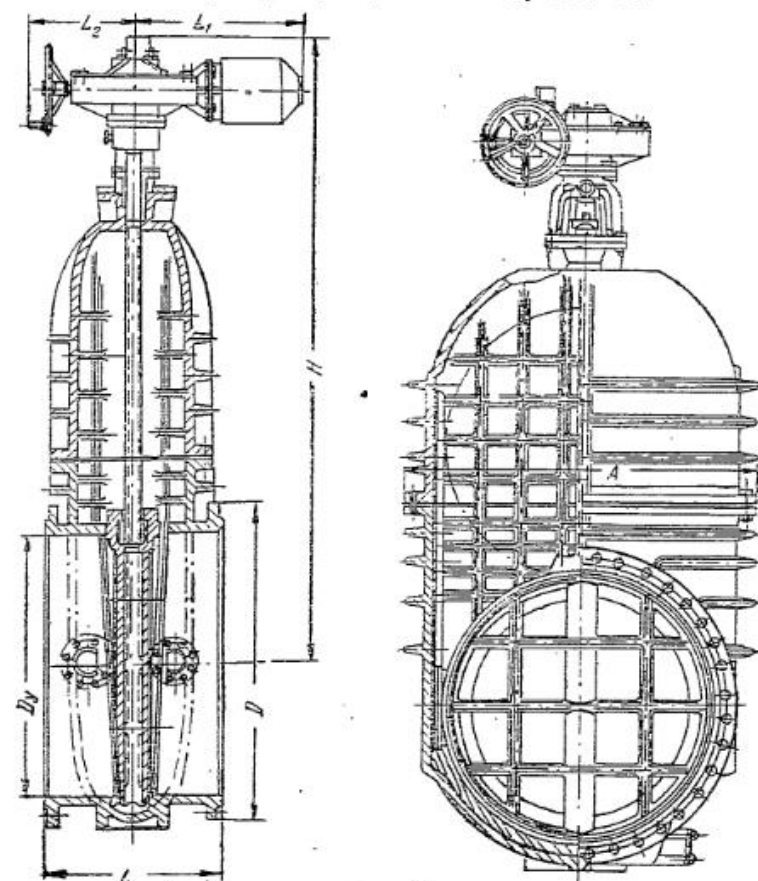
Задвижка запорная клиновая фланцевая с невымкнмым шпинделем
с электроприводом 30ч9256р; $p_y = 2,5 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 69)

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе
для воды, с температурой до 100°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 2,5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 100^\circ \text{C}$

D_y	800	1200	1400	1600	2000/1800
L	470	700	900	1000	1500
D	975	1450	1620	1820	2265
H	2175	3090	4255	3305	4350
D_0	1180	1655	1810	1954	2354
L_1	603	820	820	820	820
L_2	382	532	532	532	532
Вес, кг	2085	5400,0	6685,0	7370,0	12707,0

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 69

Задвижка запорная клиновая фланцевая с невымкнмым шпинделем
с электроприводом 30ч9256р

Таблица 131

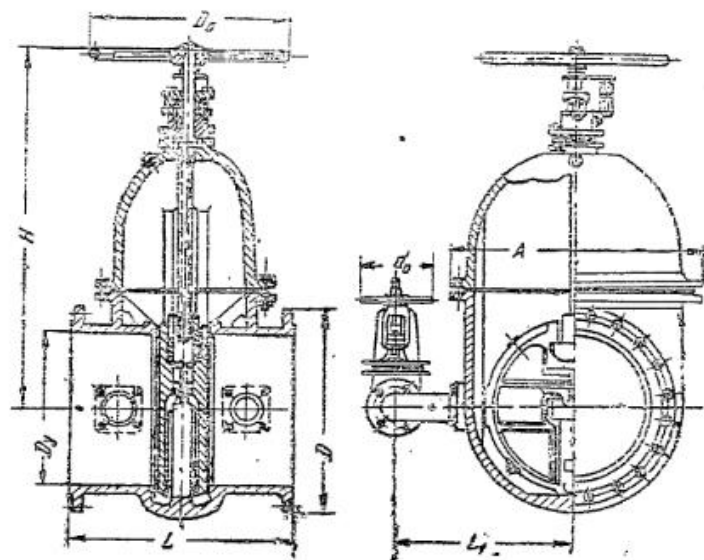
Задвижка запорная параллельная фланцевая с неподвижным шпинделем 30ч156р; $p_y = 10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 70)

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды с температурой до 120°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 120^\circ \text{C}$

D_y	500
L	700
A	768
L_1	602
D	670
D_0	610
H	1167
d	80
Вес, кг	763,0

Примечание. Задвижка намечена к освоению.



Фиг. 70

Задвижка запорная параллельная фланцевая с неподвижным шпинделем 30ч156р

Таблица 132

Задвижка запорная параллельная фланцевая с неподвижным шпинделем с конической зубчатой передачей 30ч5156р $p_y = 10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 71).

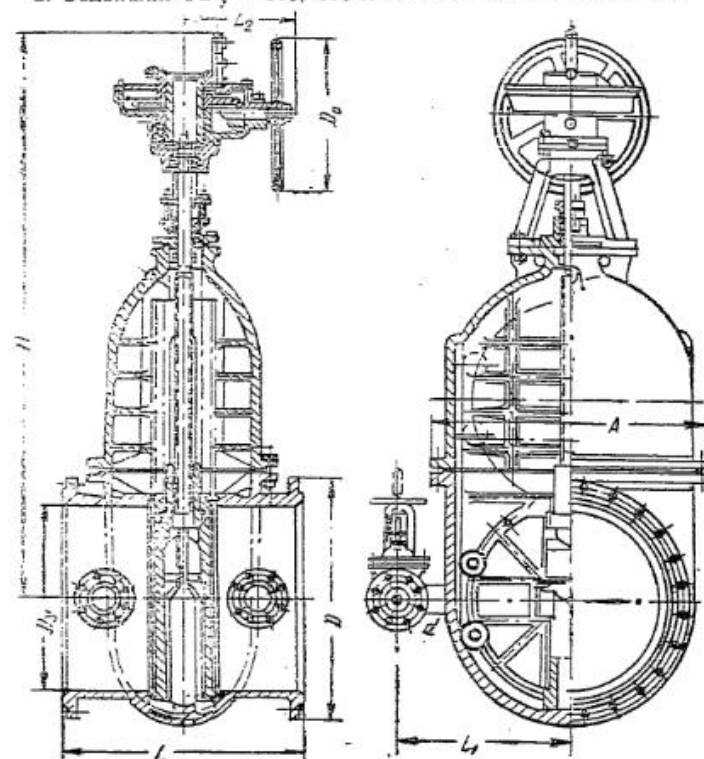
Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды с температурой до 120°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 120^\circ \text{C}$

D_y	600	800	1000	1200
L	800	1000	1200	1400
D	780	1010	1220	1450
A	905	1184	1376	1596
L_1	708	737	957	1082
L_2	291	463	586	—
H	1725	2385	2806	—
D_0	640	640	1000	—
Вес, кг	1255,0	2560,0	4722,0	7600,0

Примечания. 1. Задвижка $D_y = 1200$ изготавливается с червячным редуктором по т/ф 30ч3156р.

2. Задвижки с $D_y = 600, 800$ и 1000 намечены к освоению.



Фиг. 71

Задвижка запорная параллельная фланцевая с неподвижным шпинделем и конической зубчатой передачей 30ч5156р

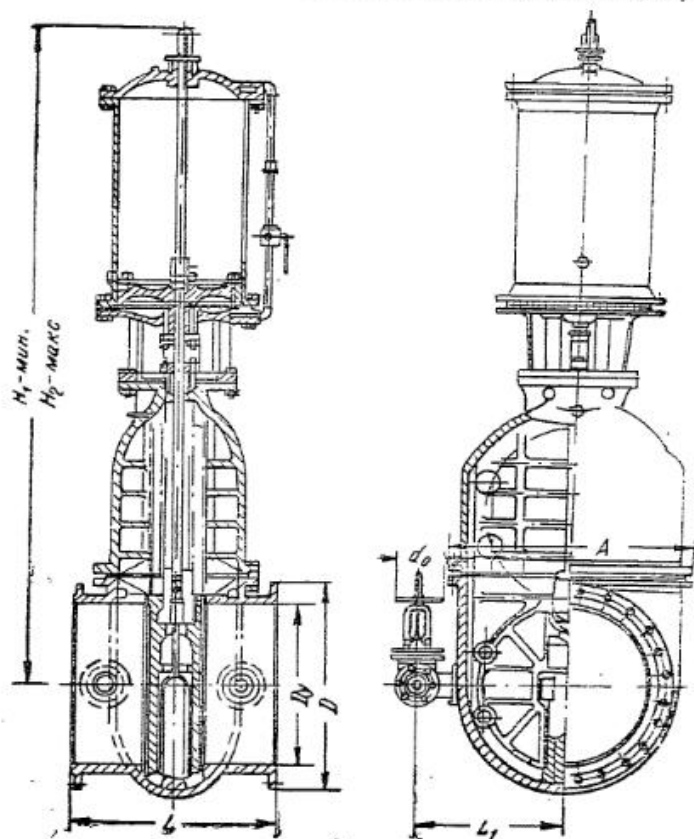
Таблица 133
Задвижка запорная параллельная фланцевая с гидроприводом
30ч7156р $p_y = 10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 72)

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды при температуре 40°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 40^\circ \text{C}$

D_y	500	600	800
L	700	800	1000
D	670	780	1010
H_1	2090	2480	3175
H_2	2640	3100	4010
A	785	895	1183
L_1	577	708	737
L_2	80	100	100
Вес, кг	1194,0	1532,4	3400,0

Примечание. Задвижки этого типа изготавливаются по особому заказу.



Фиг. 72

Задвижка запорная параллельная фланцевая с гидроприводом
30ч7156р

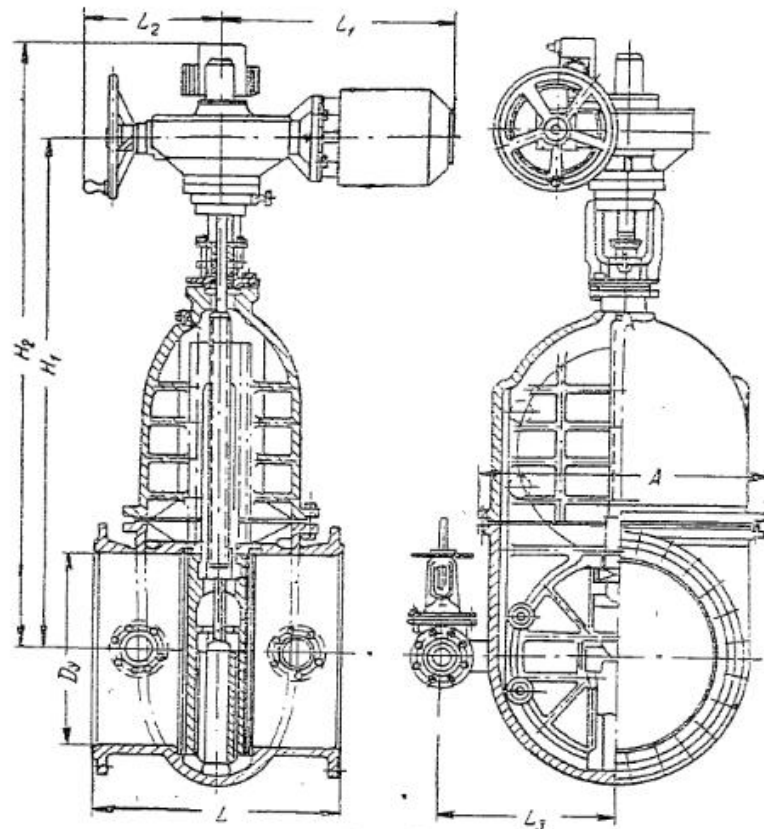
Таблица 134
Задвижка запорная параллельная фланцевая с неподвижным шпинделем и с электроприводом 30ч9156р (фиг. 73).

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды при температуре до 120°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 120^\circ \text{C}$

D_y	500	600	800	1000	1200	1400	1600/1400
L	700	800	1000	1200	1400	1900	2200
H_2	1530	1700	2215	2587	3295	3700	3700
H_1	1285	1453	2310	2310	3093	3000	3500
L_1	603	603	820	820	820	820	820
L_2	382	382	532	532	532	532	532
L_3	—	708	737	957	1082	1145	1175
A	785	905	1184	1276	1596	1850	1850
Вес, кг	810	1327	2780	5018	8511	11040	12805

Примечание. Задвижки с $D_y = 500, 600, 800$ и 1400 мм намечены к освоению.



Фиг. 73

Задвижка запорная параллельная фланцевая с неподвижным шпинделем и электроприводом 30ч9156р

Таблица 135

Задвижка запорная клиноватая фланцевая с неподвижным шпинделем и электроприводом 30с3306р; $p_y = 10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 74).

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды с температурой до 120°C .

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 120^\circ \text{C}$.

D_y	1200	1400	1600/1400
L	1400	1900	2200
L_1	820	800	820
D	1450	1675	1915
L_2	532	592	532
L_3	1082	1145	1175
H	3294	3696	3696
H_1	3094	3496	3496
A	1596	—	—
Вес, кг	8000,0	11030,0	11750,0

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.

Примечания. 1. Задвижки $D_y = 1200$ и 1400 выполняются полипроходными, а $D_y = 1600$ с сужением в затворе на 1400 мм .

2. Задвижка устанавливается только на горизонтальном трубопроводе. Расположение шпинделя—вертикальное, электроприводом вверх.

3. Задвижки $D_y = 1600/1400$ изготавливаются по особому заказу.

Таблица 136

Задвижка запорная клиновая фланцевая, из углеродистой стали с неподвижным шпинделем и червячной передачей 30с3276р; $p_y = 25 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 75).

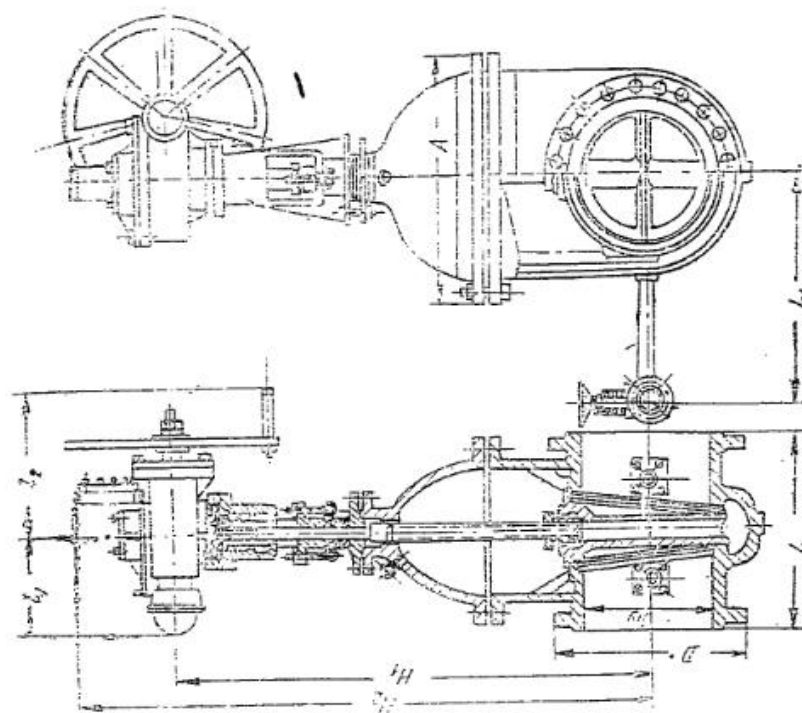
Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды и нейтрального газа с температурой до 225°C .

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 25 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}} = 24 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 225^\circ \text{C}$.

D_y	500	600	800
L	700	800	1000
L_1	845	910	788
D	730	840	1070
H_1	1740	2015	2482
H_2	2070	2345	2812
L_3	362	362	362
L_4	527	527	567
A	915	1070	1270
Вес, кг	1670	2360,0	4580,0

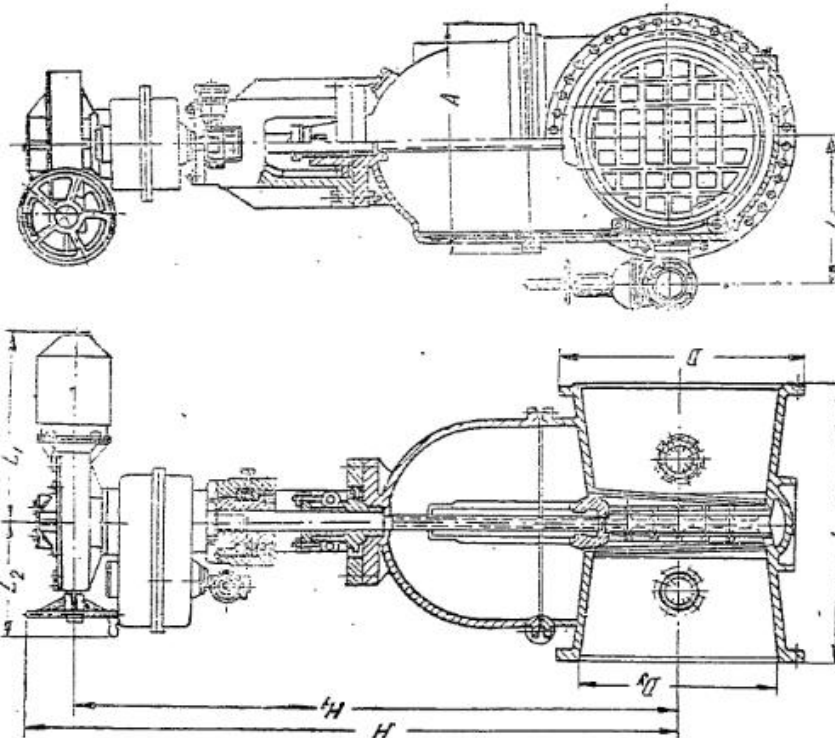
Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—41.

Примечание. Задвижки с $D_y = 800 \text{ мм}$ изготавливаются по особому заказу.



Фиг. 75.

Задвижка запорная клиновая фланцевая с неподвижным шпинделем и червячной передачей 30с3276р



Фиг. 74.

Задвижка запорная клиновая фланцевая с неподвижным шпинделем и электроприводом 30с3306р

Таблица 137

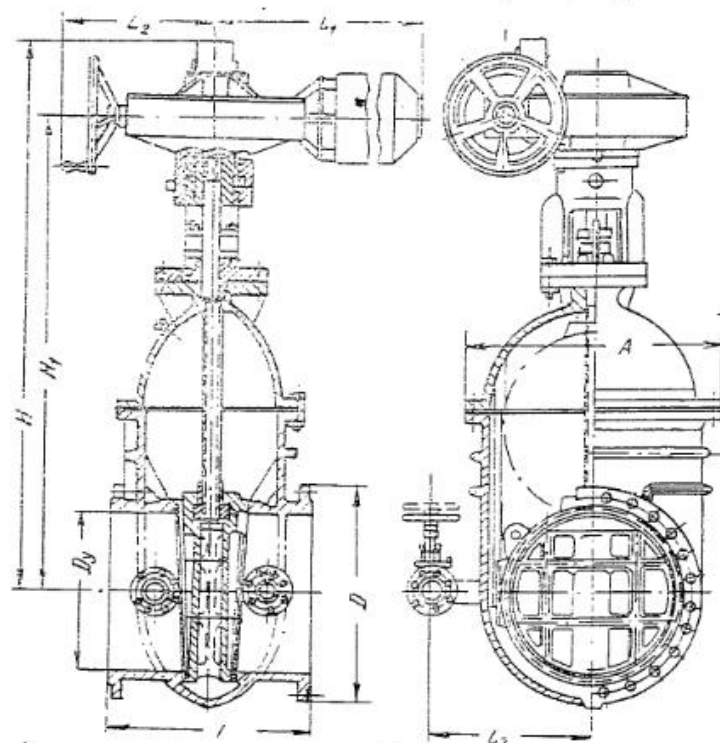
Задвижка запорная клиновая фланцевая с неподвижным шпинделем с электроприводом 30с9276р; $p_y = 25 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 76).

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды и нейтрального газа с температурой до 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}} = 24 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 225^\circ \text{C}$

D_y	500	600	800
L	700	800	1000
L_1	820	840	820
L_2	532	532	532
L_3	845	910	788
H	2022	2130	3123
H_1	1744	1855	2940
A	915	1070	1270
D	730	840	1070
Вес, кг	1770	2595	3330

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 76

Задвижка запорная клиновая фланцевая с неподвижным шпинделем с электроприводом 30с9276р

Таблица 133

Задвижка запорная клиновая фланцевая с выдвижным шпинделем 30с646р; $p_y = 25 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 77)

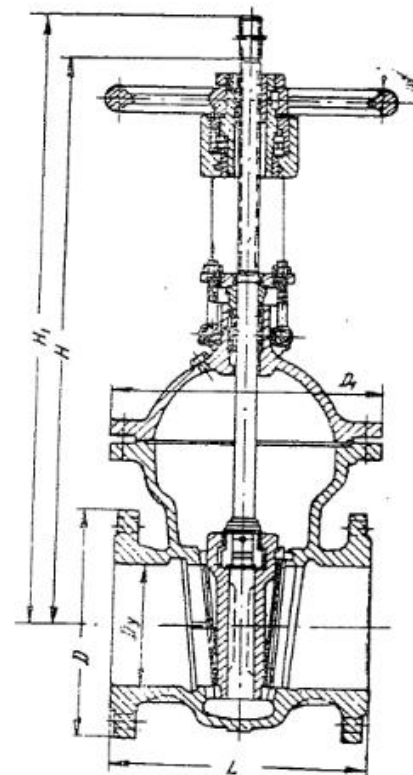
Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды, масла, нефти и пара с температурой до 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 25 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 120^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}} = 20 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 225^\circ \text{C}$

D_y	100	150	100	250/200
L	300	350	400	450
H	230	300	360	425
H_1	530	710	900	900
H_2	635	892	1140	1140
H_3	280	320	450	450
D_1	290	340	430	430
Вес, кг	74	130	245	275,5

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.

Примечание. Задвижки с $D_y = 100 \text{ мм}$ изготавливаются по особому заказу.



Фиг. 77

Задвижка запорная
клиновая фланцевая
с выдвижным шпинделем
30с646р

Таблица 139

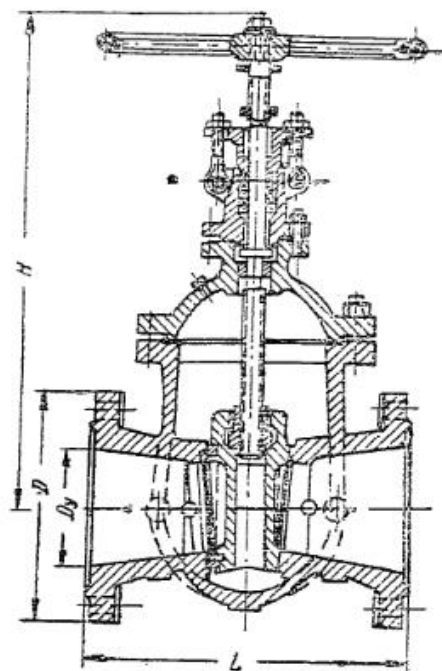
Задвижка запорная клиновая фланцевая с неподвижным шпинделем
30с755р; $p_y = 64 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 78)

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды, нефти, масла и насыщенного пара с температурой до 225°C

Пределы применения $p_{\text{раб}} = 64 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}} = 61,5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 225^\circ \text{C}$

D_y	100	200	250/200	300
L	450	550	650	750
D	340	405	470	530
H	715	984	984	1167
Вес, кг	235	458,0	508,0	860

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 78

Задвижка запорная клиновая фланцевая с неподвижным шпинделем
30с755р

Таблица 140

Задвижка запорная клиновая фланцевая с выдвижным шпинделем и конической передачей 30с5646р; $p_y = 25 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 79).

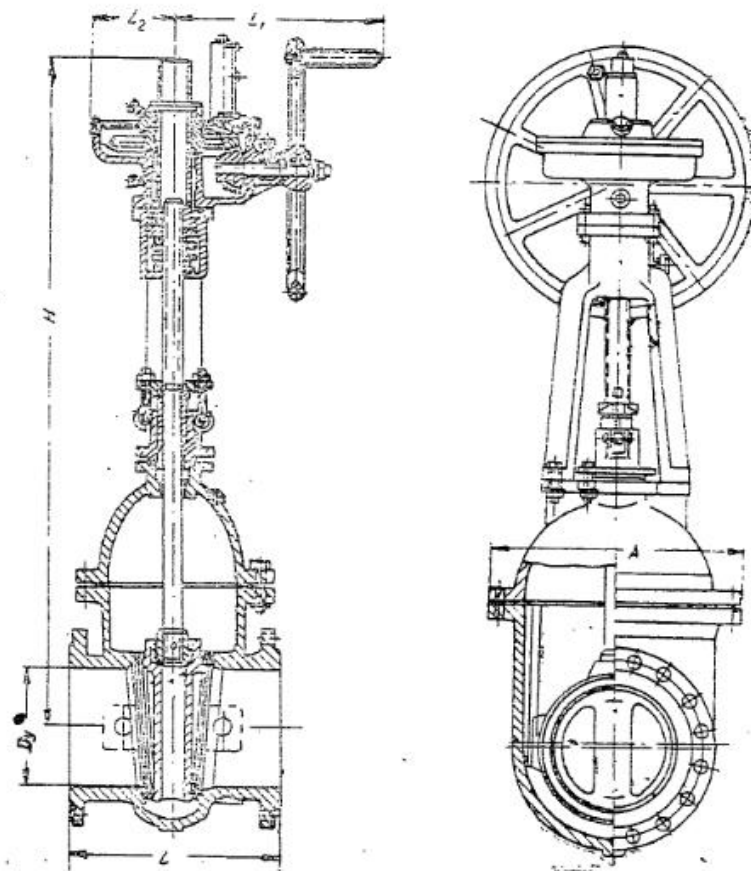
Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды при температуре до 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 25 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}} = 24 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 225^\circ \text{C}$

D_y
 L
 H
 A } мм
Вес, кг

300
560
1715
580
605,0

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 79. Задвижка запорная клиновая фланцевая с выдвижным шпинделем и конической передачей 30с5646р

Таблица 141

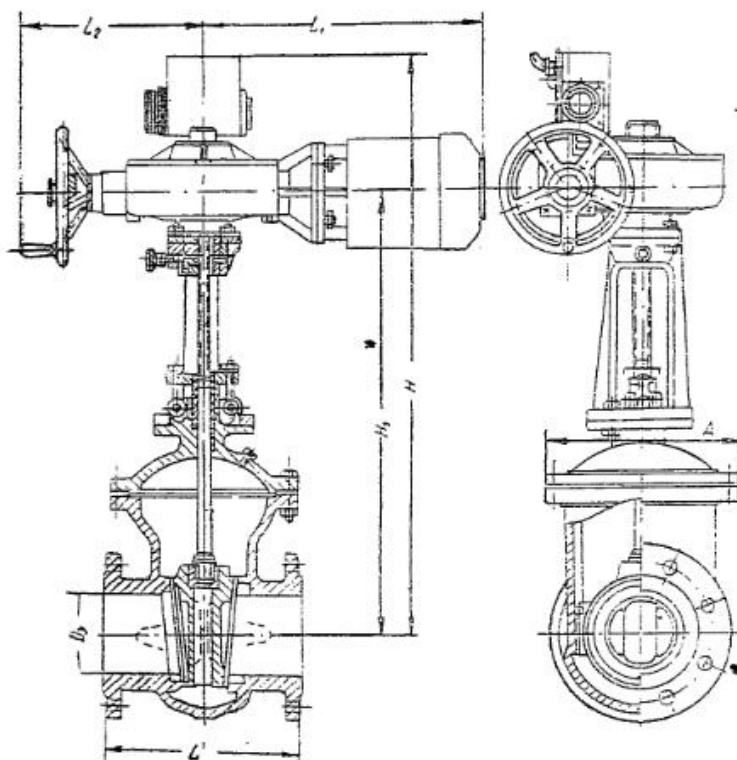
Задвижка запорная клиновая фланцевая с выдвижным шпинделем с электроприводом 30с9646р; $p_y = 25 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 80).

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды и пара при температуре до 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 25 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}} = 24 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 225^\circ \text{C}$

D_y	300	1000/800
L	500	1900
H_1	1451	3750
L_1	623	382
L_2	820	532
A	580	1360
Вес, кг	645	7800

Присоединительные размеры фланцев—по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 80

Задвижка запорная клиновая фланцевая с выдвижным шпинделем с электроприводом 30с9646р

Таблица 142

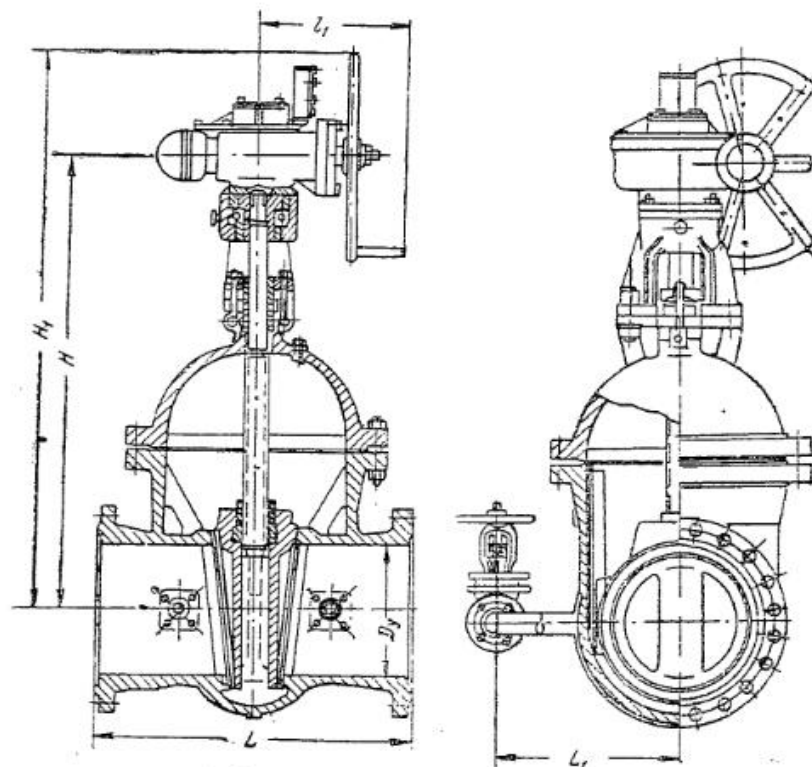
Задвижка запорная клиновая фланцевая с выдвижным шпинделем и червячной передачей 30с3756р $p_y = 64 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 81).

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе для воды и пара при температуре до 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}} = 64 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 200^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}} = 61,5 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 225^\circ \text{C}$

D_y	500
L	1150
H	1708
H_1	2108
L_1	658
Вес, кг	3000

Присоединительные размеры фланцев по ГОСТу 1234—54.



Фиг. 81

Задвижка запорная клиновая фланцевая с невыдвижным шпинделем и червячной передачей 30с3756р

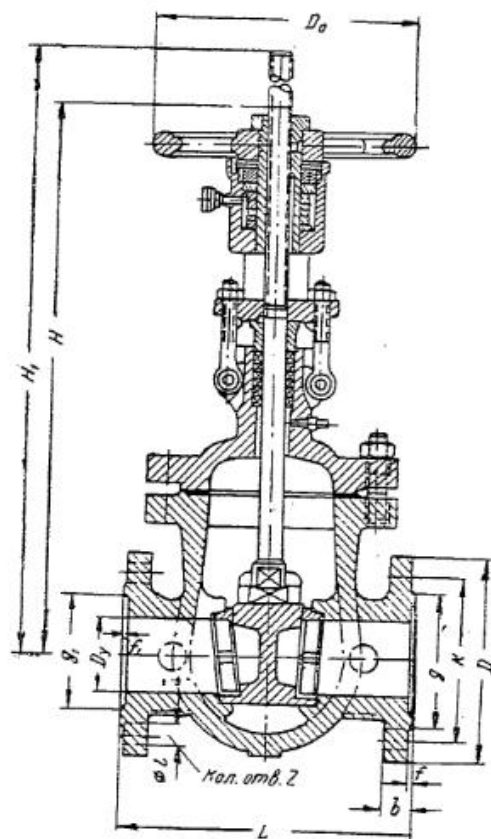
Таблица 143

Задвижка запорная клиновая фланцевая с выдвижным шпинделем
30с766р $p_y=64 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 82).

Основное назначение—служит запорным устройством на трубопроводе
для воды, пара, нефти и масла при температуре до 225°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=64 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=260^\circ \text{C}$; $p_{\text{раб}}=59 \text{ кг/см}^2$;
 $T_{\text{раб}}=225^\circ \text{C}$

D_y	50	80	100	150	400
L	250	310	350	450	950
H	435	535	604	790	1282
H_1	505	645	728	975	1625
Вес, кг	58	95	137	249,3	1002,7



Фиг. 82

Задвижка запорная клиновая фланцевая
с выдвижным шпинделем 30с766р

Затворы

Таблица 144

Затвор автоматический конусный фланцевый с гидроприводом
32ч7016р, 32ч701нж; $p_y=10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 83).

Основное назначение—применяется на напорных трубопроводах
для воды при температуре до 60°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=60^\circ \text{C}$

D_y	200	500	700	800
L	600	1150	1450	2000
D	335	670	895	1010
K	295	620	840	950
g	268	585	800	905
s	24	34	40	44
$\varnothing l$	23	25	30	34
H	260	505	635	635
H_1	1235	1450	1755	1755
l	720	760	1173	1173
l_1	766	1090	1670	1670
f	3	4	5	5
Z	3	20	24	24
Вес, кг	2780	3900	4880	5273

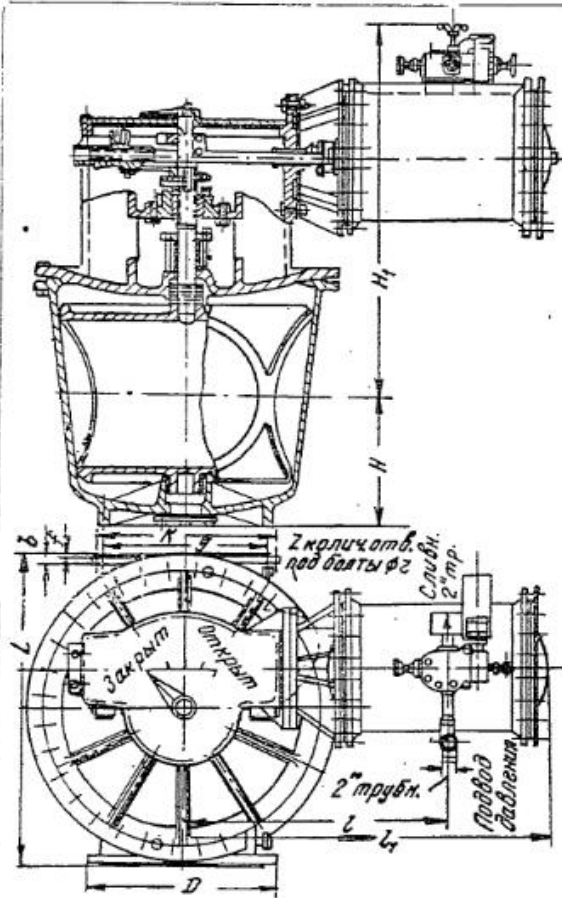
Таблица 145

Затвор конусный фланцевый с электроприводом 30ч9026р,
32ч902нж; $p_y=10 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 84).

Основное назначение—применяется на трубопроводах для воды
при температуре до 60°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}=10 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}}=60^\circ \text{C}$

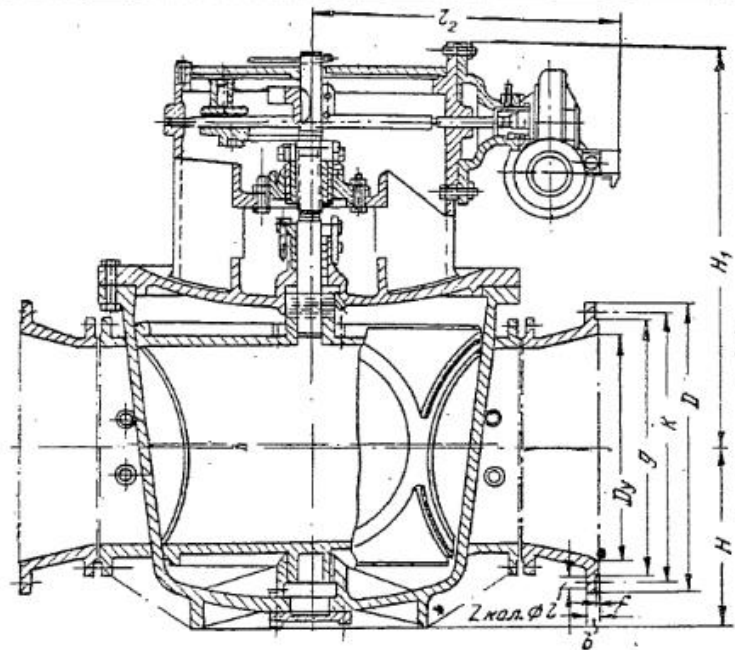
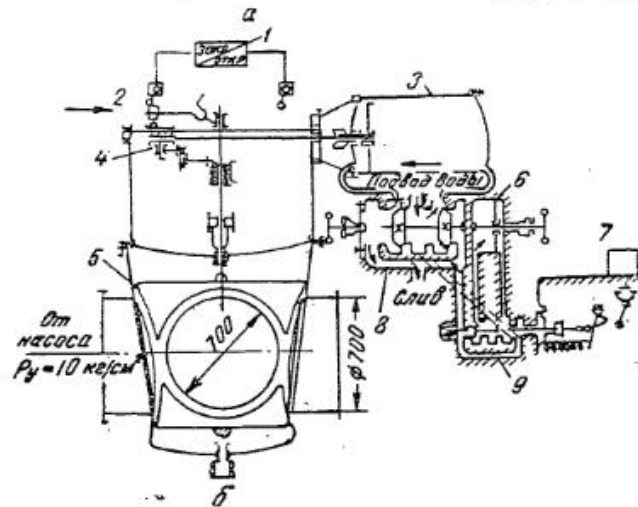
D_y	200	500	700	800
L	600	1150	1460	2000
D	335	670	895	1010
K	295	620	840	950
g	268	585	800	905
f	3	4	5	5
b	24	34	40	44
$\varnothing l$	23	25	30	34
H	260	505	635	635
H_1	710	795	1419	1419
l_1	385	550	838	838
l_2	624	800	1095	1095
L_1	397	603	603	603
L_2	328	382	382	382
Z	8	20	24	24
Вес, кг	2500	3600	4245	4637



Фиг. 83
Затвор автоматический
конусный фланцевый с
гидроприводом 32ч701бр;
32ч701нж

а — общий вид; б — кинематическая схема

1 — указатель положения с электровыключателями; 2 — механизм привода; 3 — гидропривод; 4 — механизм подъема; 5 — конусный затвор; 6 — гидропривод золотника; 7 — соленоид; 8 — большой золотник; 9 — малый золотник.



Фиг. 84. Затвор конусный фланцевый с электроприводом
30ч9026р; 32ч902нж

Таблица 146

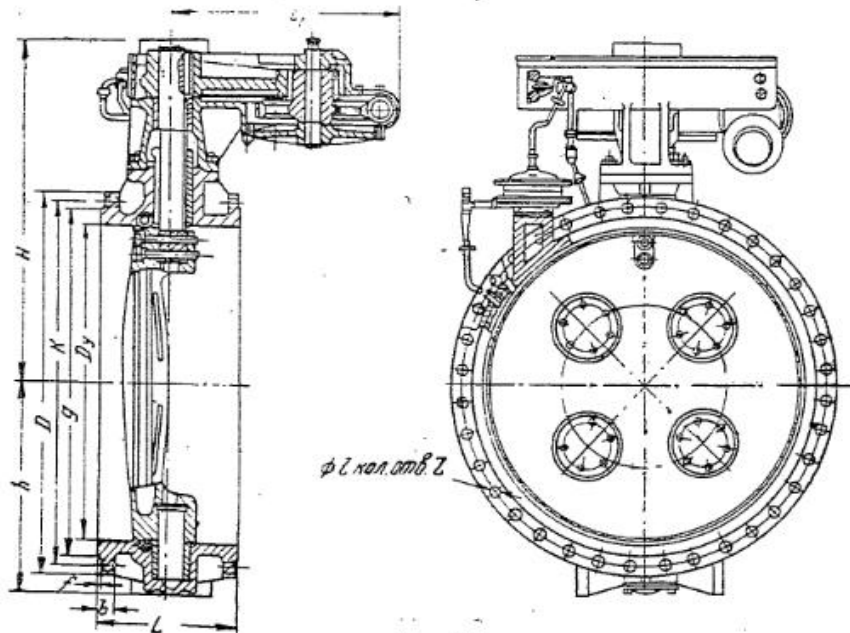
Затвор поворотный дисковый с электро- или гидроприводом
32ч904р, 32ч704р; p_y для $D_y = 1200$ и $1400 = 10 \text{ кг/см}^2$
 p_y для $D_y = 1600 = 6 \text{ кг/см}^2$ (фиг. 85).

Основное назначение—применяется на трубопроводах для воды
при температуре до 60°C

Пределы применения: $p_{\text{раб}}$ для $D_y = 1200$ и $1400 = 10 \text{ кг/см}^2$;
 $p_{\text{раб}}$ для $D_y = 1600 = 6 \text{ кг/см}^2$; $T_{\text{раб}} = 60^\circ \text{C}$

D_y	1200	1400	2600
L	500	600	600
D	1450	1675	1820
K	1380	1590	1760
g	1325	1525	1710
f	5	5	5
b	56	62	48
$\varnothing I$	41	48	34
H	1370	1500	1611
h	750	925	1020
l_1	982	982	982
Z	32	36	40
Вес, кг	2718	3500	4146

В табл. 146 (и на фиг. 85) указаны размеры для затвора с электро-приводом по т/ф 32ч904р.



Фиг. 85

Затвор поворотный дисковый с электроприводом или гидроприводом
32ч904р, 32ч704р

§ 13. ЗАЩИТА ВОДОПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ

1. Выбор типа изоляции

Укладываемые в землю стальные водопроводы следует покрывать противокоррозионной изоляцией, а при наличии блуждающих токов, кроме того, устраивать активную защиту (например дренажную).

Выбор типа противокоррозионной изоляции производится на основании табл. 147 и 148.

Таблица 147

Тип изоляции	Характер грунтов и участков
Нормальная	Водопроводы, укладываемые в грунты с низкой и нормальной коррозионностью.
Усиленная	1. Водопроводы, укладываемые в грунты с повышенной коррозионностью. 2. Участки водопроводов, укладываемые в грунты с низкой и нормальной коррозионностью на вводах во владения.
Весьма усиленная	1. Водопроводы, укладываемые в грунты с высокой коррозионностью. 2. Участки водопроводов, укладываемые в грунты с повышенной коррозионностью на вводах во владения, переходах железнодорожных и трамвайных путей. 3. Участки водопроводов на подводных частях переходов через реки, каналы и т. п., переходы через затопляемые поймы рек, топкие болота.

2. Типы противокоррозионной изоляции

Таблица 148

Тип изоляции	Наименование слоев изоляции	Минимальная толщина изоляции, мм
Нормальная	1. Грунтовка 2. Битумное покрытие (первый слой) 3. Битумное покрытие (второй слой) 4. Крафт-бумага	3
Усиленная	1. Грунтовка 2. Битумное покрытие (первый слой) 3. Битумное покрытие (второй слой) 4. Гидроизол 5. Битумное покрытие (третий слой) 6. Битумное покрытие (четвертый слой) 7. Крафт-бумага	6

Весьма усиленная	1. Грунтовка	9
	2. Битумное покрытие (первый слой)	
	3. Битумное покрытие (второй слой)	
	4. Гидроизол	
	5. Битумное покрытие (третий слой)	
	6. Битумное покрытие (четвертый слой)	
	7. Гидроизол	
	8. Битумное покрытие (пятый слой)	
	9. Битумное покрытие (шестой слой)	
	10. Крафт-бумага	

Примечания. 1. Для противокоррозионной изоляции следует, по возможности, употреблять грунтовку и битумное покрытие, выпускаемые промышленностью в готовом виде.

При приготовлении грунтовки и битумного покрытия на месте должны применяться материалы, отвечающие следующим требованиям:

- 1) нефтяной битум (ГОСТ 1544—46)—марка IV или смесь марок III и IV;
- 2) бензин автомобильный (ГОСТ 2084—51);
- 3) каолин в порошке (ОСТ НКТП 2371), дающий не более 2% остатка на сите с 4900 отверстиями на 1 см², имеющий влажность не выше 3%.
2. Грунтовкой является раствор битума в бензине в отношении 1:3 по объему, удельный вес грунтовки—0,8—0,82.
3. Битумное покрытие готовится из битума марки IV или смеси битумов марок III и V в примерном соотношении 1:1 и каолина по ОСТУ НКТП 2371.
4. При производстве работ по наложению противокоррозионной изоляции в зимнее время (при температуре ниже +5°) в состав битумного покрытия вводится осевое масло в количестве 3% по весу (ГОСТ 610—48).
5. Гидроизол, применяемый в качестве усиливающей обертки, должен изготавливаться из картона, изготовленного из асбестового волокна, путем пропитки его нефтяным битумом.

ГЛАВА IV

ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

§ 14. ВЫБОР ИСТОЧНИКА

Выбор источника водоснабжения должен быть обоснован технико-экономическими соображениями, а для питьевого водоснабжения и санитарными соображениями.

При наличии близости от проектируемого объекта промышленного, городского или районного водопроводов они должны рассматриваться в качестве возможных источников водоснабжения при условии соответствующего их расширения, реконструкции или постройки дополнительных сооружений.

Источники производственного и хозяйственно-питьевого водоснабжения, место забора воды из них, схемы хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также проектные задания на водозаборные сооружения, должны быть согласованы с местным Советом депутатов трудящихся.

Выбор источника производственного и хозяйственно-питьевого водоснабжения должен производиться с учетом обеспечения факторов, приведенных в табл. 149 (по Н и ТУ 126—55 и ГОСТу 2761—57).

§ 15. ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАБОРА ВОДЫ ИЗ ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМОВ

Водозаборные сооружения на открытых водоемах должны проектироваться с учетом гидравлического и ледового режимов, условий судоходства и проч. При необходимости должны быть приняты меры для предохранения сооружений от повреждения льдом, плотами и судами. Выбор места для устройства водозабора из открытых водоемов, проектирование водозаборных сооружений, решение вопроса о необходимости регулирования источника, укрепления берегов и пр. должны производиться на основании гидрологических, геологических и топографических изысканий, а при выборе места под водозабор хозяйственно-питьевого водоснабжения—и санитарных изысканий.

Таблица 149

Наименование фактора	Условия обеспечения	Пп. Н и ТУ 126—55
1. Вид источника	Для производственного водоснабжения преимущественно используются поверхностные источники (реки, озера, моря). Подземные и подрусовые воды, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям к хозяйственно-питьевой воде, должны использоваться преимущественно для хозяйственно-питьевого водоснабжения.	32
2. Дебит источника	Поверхностные источники производственного водоснабжения должны обеспечивать возможность забора из них расчетного расхода воды в маловодный год 97% обеспеченности, а хозяйственно-питьевого водоснабжения—в маловодный год 95% обеспеченности.	33
3. Гидрология источника	Колебания горизонтов воды в источнике, зависящие от его дебита или от явлений сезонного, ветрового и циклического характера, ледовые условия, а также условия движения и отложения наносов, должны обеспечивать нормальную работу водозаборов без устройства сложных и дорогостоящих защитных и очистных сооружений.	
4. Расположение источника.	При всех прочих равных условиях преимущество должно отдаваться тому источнику, который расположен ближе других к предприятию и высота подъема воды из которого будет наименьшей.	

Кроме того, выбор источника хозяйственно-питьевого водоснабжения должен производиться в соответствии с действующим стандартом „Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Правила выбора и оценки качества“ (ГОСТ 2761—57).

Таблица 150

Наименование фактора	Условия обеспечения	Пп. Н и ТУ 126—55
1	2	3
1. Расположение водозабора по отношению к населенному пункту	Водозаборы хозяйственно-питьевого водоснабжения должны располагаться обязательно выше населенного пункта и выше сброса в водоем загрязненных сточных вод. Для водозаборов производственного водоснабжения это требование необязательно.	
2. Расположение водозабора по отношению к водопотребителю	Водозабор должен располагаться как можно ближе к потребителю.	
3. Расположение водозабора по отношению к возможным трассам водоводов	Место расположения водозабора должно выбираться с учетом достоинств и недостатков возможных трасс водоводов к объекту водоснабжения.	
4. Расположение водозабора с точки зрения возможности расширения головных сооружений	Участок берега водоема по своим размерам и гидрогеологическим условиям должен быть вполне пригодным для размещения на нем головных сооружений водоснабжения с учетом возможного расширения их в будущем.	
5. Расположение водозабора по отношению к потоку речных вод	Береговые сооружения речного водозабора (колодцы, подпорные стенки, дамбы, ковши), а также самотечные трубопроводы, галереи и оголовки, по своим конструктивным формам и расположению их по отношению к потоку, должны обеспечить возможно меньшее стеснение реки, плавное обтекание сооружений и не должны вызывать переформирование русла реки и образования шугозажоров.	35
6. Топография берегов водоема	Прием воды из рек следует производить у вогнутого берега, где количество отлагаемых наносов имеет наименьшую величину. На прямом участке реки водозабор целесообразно устраивать только при отсутствии перекатов. На выпуклом берегу устраивать водозабор допускается лишь при условии, если есть уверенность, что берег не будет заноситься (устойчивая меандрическая форма русла). При выборе места озерных и морских водозаборов следует руководствоваться специально проведенными гидрологическими и гидрогеологическими изысканиями.	

1	2	3
7. Геология берегов и дна водоемов	учитывающими направление и силу течений, движение наносов и условия их отложения, условия образования и движения водорослей, ракушек и т. д.	
8. Глубина водоемов	Устойчивость берегов и дна водоемов является обязательным условием для расположения на данном участке водозабора. Следует избегать оползневых участков. При необходимости берега следует укреплять. Должна обеспечивать определенное заглубление водозаборных отверстий под минимальный горизонт воды с превышением низа водоприемных отверстий водозаборных сооружений над дном водоема на величину, зависящую от местных условий, но не менее 0,5 м. Наименший и наивысший горизонт воды в открытых водоемах, как правило, следует определять по соответствующим расходам повторяемостью 1 раз в 100 лет при проектировании производственных водопроводов и 1 раз в 50 лет при проектировании хозяйственно-питьевых водопроводов. Наименший и наивысший горизонты воды в Каспийском море определяются в соответствии с прогнозами колебания уровня моря в многолетнем разрезе и с данными о колебаниях горизонтов воды сезонного, стогно-нагонного и волнового характера. Слой воды над верхом водоприемных отверстий, а также над верхом затопленных водоприемных оголовков при наименьшем горизонте воды в открытом водоеме, должен быть не менее 0,3 м. При наименьшем горизонте ледостава расстояния от верха оголовка или водоприемных отверстий до нижней кромки льда должно быть не менее 0,2 м. Место расположения водозабора должно быть наименее опасным в отношении глубинного льда (донного льда и шуги). С этой точки зрения целесообразно забор воды производить на плесовом участке реки, а не на перекате, относя его как можно дальше от незамерзающего участка реки — полынья. Выбранный участок под водозабор должен быть безопасным также в отношении нагромождения поверхностного льда. Должны быть учтены требования, изложенные в «Положениях по строительству в сейсмических районах» (ПСР—101—51).	40
9. Образование льда глубинного и поверхностного		
10. Сейсмичность		

Правильный выбор места расположения водозаборных сооружений может быть сделан при учете большого и сложного комплекса различных условий, основные из которых приведены в табл. 150.

§ 16. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Водозаборные сооружения на реках и озерах водопроводов предприятий нефтяной промышленности ничем не отличаются от водозаборных сооружений, принимаемых в иных системах водоснабжения и оправданных практикой их эксплуатации.

Морские водозаборы, применяемые в водопроводах предприятий нефтяной промышленности на побережье Черного и, в особенности широко, на побережье Каспийского моря, обладают определенной долей специфичности. Отличительные особенности этих морских водозаборов приведены в табл. 151.

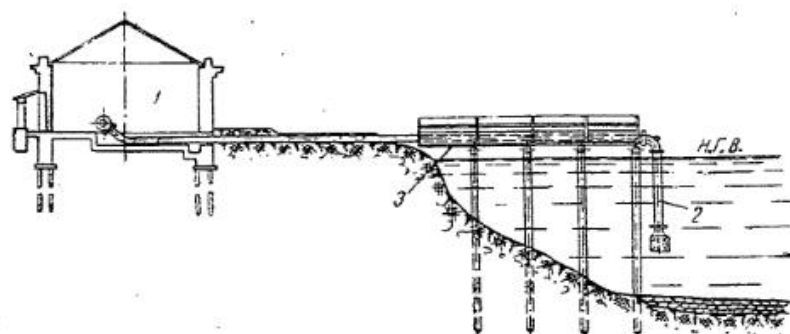
Таблица 151

Отличительные особенности	Причины, вызывающие особенности морских водозаборов
1. Расположение водоприемных отверстий на значительной глубине под горизонтом воды в море при его спокойном состоянии.	Весьма значительные колебания горизонта воды, вызываемые явлениями циклического (многолетнего), сезонного и ветрового (нагон, стог, волнения) характера.
2. Расположение водоприемных отверстий на значительной высоте над дном моря.	Легкая подвижность отложений на морском дне, состоящих, в основном, из мелких песка или ракушек, приводимых волнениями или морскими течениями во взвешенное состояние.
3. Расположение водозаборов на расстоянии от берега, измеряемом многими сотнями метров, а иногда и несколькими километрами.	Мелководье морского побережья, не позволяющее выдержать требования пп. 1 и 2 настоящей таблицы.
4. Усиленные конструкции водозаборов.	Наличие сильных и продолжительных волновых явлений.

Практикой проектирования и эксплуатации морских водозаборов выработан ряд типов водозаборных сооружений. Указанные сооружения описываются ниже.

1. Водозаборные сооружения раздельного типа с прокладкой всасывающих труб по берегу и эстакаде (фиг. 86).

Этот тип сооружений применяется в тех случаях, когда у берега моря имеется достаточная глубина для размещения водоприемных отверстий по вертикали, и при отсутствии в воде большого количества водорослей, песка и ракушки.



Фиг. 86

Водозаборные сооружения раздельного типа с прокладкой всасывающих труб по берегу и эстакаде

1—насосная станция; 2—всасывающие трубы; 3—эстакада.

Водозабор состоит из всасывающих труб, прокладываемых вначале по берегу, а затем на некотором расстоянии по эстакаде. Сосуны всасывающих труб опущены непосредственно в море и погружены под горизонт воды на требуемую глубину.

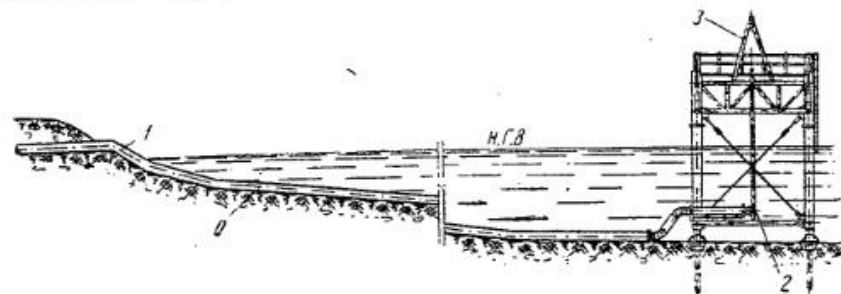
Достоинством этого типа сооружений является простота их исполнения и эксплуатации.

2. Водозаборные сооружения раздельного типа с прокладкой всасывающих труб по дну моря (фиг. 87)

В тех случаях, когда мелководье побережья не позволяет опустить сосуны в море у берега, всасывающие и самотечные трубы укладываются непосредственно по дну моря до глубины, определяемой условиями размещения водоприемных отверстий по вертикали.

Оголовок такого типа водоприемных сооружений представляет собой раструб с расположением водоприемного отверстия в вертикальной или горизонтальной плоскостях. Водоприемные отверстия имеют съемные решетки для задержания крупных водорослей и плавающих предметов.

Для производства работ по подъему и очистке решеток, а также для размещения подъемных приспособлений, над оголовком устраивается площадка. Отметка пола ее выше гребня наивысшей волны в данном районе. Опорные ноги площадки одновременно служат и для крепления к ним раструбов всасывающих труб.



Фиг. 87

Водозаборные сооружения раздельного типа с прокладкой самотечно-всасывающих труб по дну моря

0—самотечные трубы; 1—всасывающие трубы; 2—водоприемное отверстие, закрытое съемной решеткой; 3—приспособление для подъема решетки.

Этот тип сооружений, широко распространенный ранее, в настоящее время применяется редко.

Причинами этого являются:

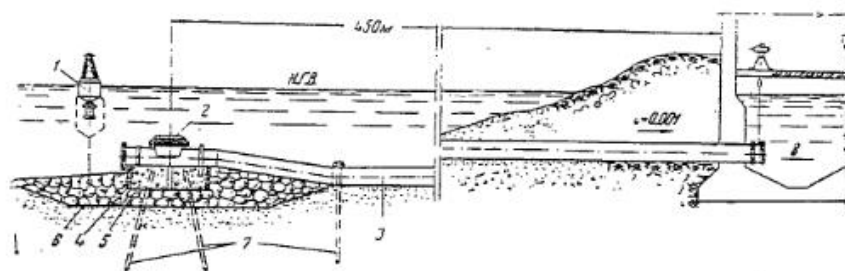
- 1) большой расход металла на прокладку длинных самотечных и всасывающих труб;
 - 2) большие гидравлические потери;
 - 3) необходимость производства некоторого объема подводных работ;
 - 4) усложненность эксплуатации, связанной с обслуживанием далеко выдвинутого в море оголовка;
 - 5) невозможность дополнительной очистки воды от мелких водорослей, песка и ракушки при наличии их в воде;
 - 6) большая чувствительность насосов к изменению горизонтов воды у сосунов во время волнений на море, сопровождаемому изменениями вакуумметрической высоты всасывания.
- Применение такого типа сооружений может быть оправдано в тех случаях, когда:

- 1) производительность насосной станции невелика;
- 2) длина самотечно-всасывающих труб не превышает 100—150 м;
- 3) дно моря пологое, без резких изменений рельефа;
- 4) волновой режим моря на данном участке не требует проведения специальных работ по креплению самотечных труб ко дну моря;

5) в воде отсутствуют в большом количестве мелкие водоросли, песок и ракушка.

3. Водозаборные сооружения раздельного типа с самотечными трубами, уложенными в траншею по дну моря

При больших расходах воды и отсутствии у берега требуемых глубин применяется тип водозаборного сооружения, состоящего из оголовка, самотечных линий большого диаметра и берегового колодца, куда опускаются сосуны всасывающих труб (фиг. 88). В тех случаях, когда возникает необходимость в дополнительной очистке воды от мелких водорослей или песка и ракушки, береговой колодец служит также и для размещения в нем вращающихся или плоских сеток и гидроэлеваторов для удаления песка и ракушки (фиг. 89). Достоинствами этого типа водозабора являются:



Фиг. 88

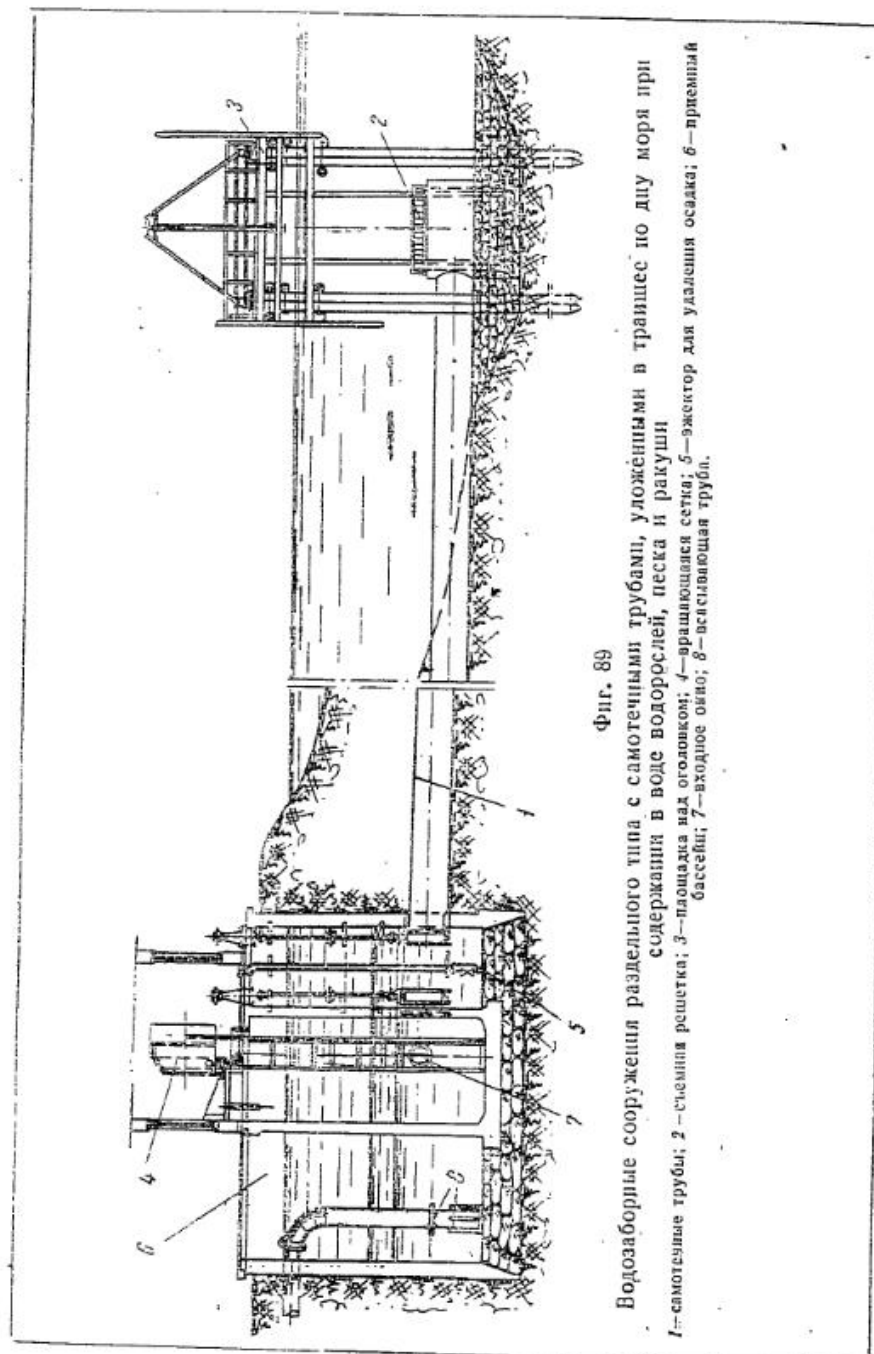
Водозаборные сооружения раздельного типа с самотечными трубами, уложенными в траншею по дну моря

1—светящийся буй; 2—приемное отверстие с решеткой; 3—самотечные трубы; 4—железобетонный ящик без дна; 5—бетонное заполнение ящика; 6—каменная наброска; 7—железобетонные сваи для крепления самотечных труб; 8—приемный бассейн насосной станции.

1) малая чувствительность горизонта воды в приемном бассейне к колебаниям волнового характера, происходящим вокруг оголовка;

2) получение лучшего качества воды за счет задержания водорослей вращающимися или плоскими сетками и осаждения песка и ракушки в приемке приемного бассейна.

Вместе с тем следует отметить, что сооружение водозабора этого типа требует производства больших и дорогостоящих подводных работ как по рытью подводной траншеи, так и по укладке самотечных труб и устройству оголовка.

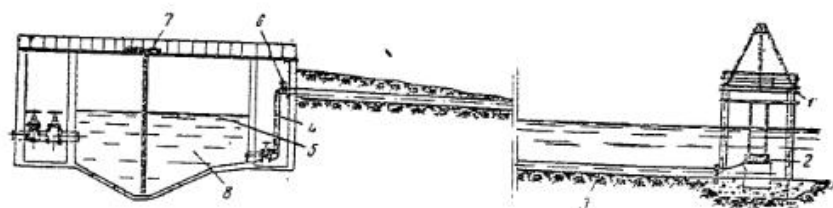


Фиг. 89

Водозаборные сооружения раздельного типа с самотечными трубами, уложенными в траншею по дну моря при содержании в воде водорослей, песка и ракушки
1—платформа над оголовком; 2—вращающаяся сетка; 3—самотечная труба; 4—входное окно; 5—всасывающая труба; 6—приемный бассейн; 7—сетчатая решетка; 8—приемный бассейн насосной станции.

4. Водозаборные сооружения раздельного типа с сифоном (фиг. 90)

При малых и средних расходах, а также при геологическом строении берегов и дна моря, затрудняющем производство работ по рытью подводной траншеи для укладки самонесущих труб (скала), или в случае отсутствия плавсредств для подводного землечерпания, применяются водозаборные сооружения с сифоном.



Фиг. 90

Водозаборные сооружения раздельного типа с сифоном

1—площадка над оголовком; 2—съезная решетка; 3—сифонный трубопровод; 4—сжатая часть сифонного трубопровода; 5—прямой к песколовке; 6—штуцер для удаления воздуха вакуумнасосом; 7—эжектор; 8—песколовка.

Водозабор состоит из оголовка с площадкой над ним, сифонного трубопровода, имеющего вертикальный патрубок сжатого сечения—„гусек Линдлея“ и берегового приемного бассейна. В нем при необходимости, размещаются сетки и гидроэлеваторы для удаления осадка.

Для зарядки сифона предусматривается установка вакуумнасосов.

Недостатком этого типа водозабора является некоторая усложненность эксплуатации, связанная с обслуживанием сифона.

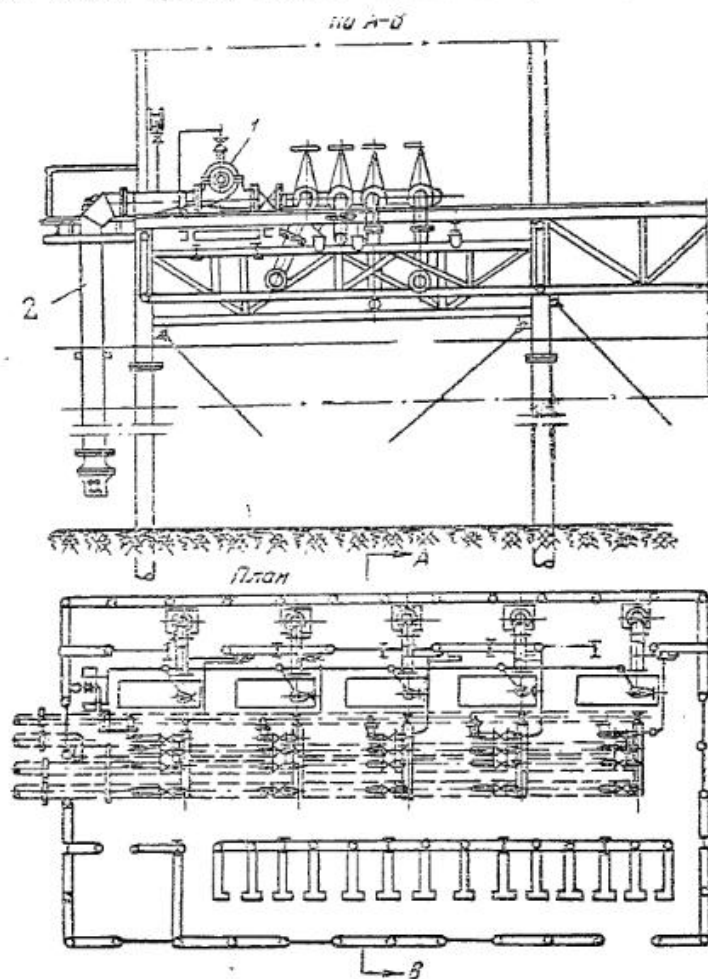
5. Водозаборные сооружения совмещенного типа на морском основании, связанном с берегом эстакадой

Водозабор этого типа, благодаря развитию морского бурения и эстакадного строительства, получил довольно широкое распространение.

Эти водозаборы проектируются двух типов.

1-й тип. Насосы с электродвигателями расположены на верхнем настиле морского основания или эстакады. Водозабор представляет всасывающие трубы, пропущенные через настил в море с погружением сосунов под горизонт воды на требуемую глубину (фиг. 91).

2-й тип. Электродвигатели расположены на верхнем настиле, а насосы (артезианского типа), связанные вертикальными валами с электродвигателями, опущены в воду. Водозабор представляет собой трубы, вбитые одним концом в дно моря и



Фиг. 91

Водозаборные сооружения совмещенного типа на морском основании, связанном с берегом эстакадой (при насосах с горизонтальной осью вращения)

1—насосы; 2—всасывающие трубы.

перфорированные на определенном участке, находящемся ниже расчетного горизонта воды в море. Из этих труб артезианские насосы, как из трубчатых колодцев, производят забор воды (фиг. 92).

Водозаборы этого типа наиболее просты в исполнении и эксплуатации. Гидравлические потери в них минимальные.

Расчетный срок службы сооружений обоих типов в части, зависящей от колебаний горизонта воды в море, более продолжителен, а при водозаборе 2-го типа совсем не зависит от них, что является несомненным достоинством этого типа водозабора.

Однако стоимость оснований и, особенно, эстакады, связывающей совмещенный водозабор с берегом, велика и сильно увеличивает капитальные вложения на строительство водопроводов.

Поэтому оба типа водозаборов рекомендуются преимущественно для тех случаев, где возможно использование существующих или проектируемых эстакад для других производственных нужд предприятий нефтяной промышленности.

6. Водозаборные сооружения берегового совмещенного типа с подводом воды по открытому морскому каналу (фиг. 93)

В ряде случаев приходится встречаться с усложненной обстановкой забора воды из моря, при которой требуемые глубины находятся очень далеко от берега (5—10 км), а рельеф дна моря пересеченный, с местными ямами, островами и грядами, выходящими на поверхность воды.

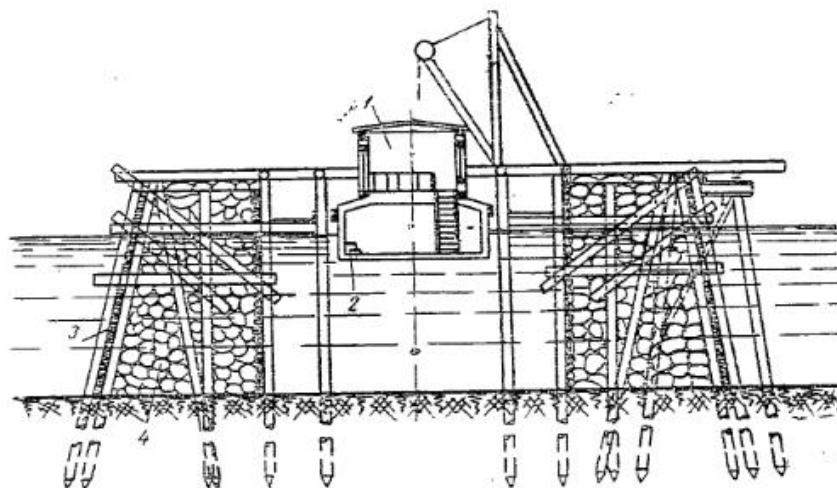
При этом гидрологическая обстановка такова, что исключает массовое передвижение донных отложений. В этих случаях целесообразным является устройство в дне моря открытого многокилометрового канала и водозаборного сооружения берегового совмещенного типа.

Недостатком этого типа водозабора являются эксплуатационные затруднения, связанные с необходимостью постоянного наблюдения за состоянием канала и его периодической очисткой от насосов.

7. Водозаборные сооружения совмещенного типа—плавучие (фиг. 94)

Совмещенный водозабор плавучего типа представляет баржу или плашкоут, на которых установлено насосное оборудование ниже горизонта воды в море. Баржа или плашкоут, плавающая на поверхности моря, следует по вертикали за колебаниями моря циклического, сезонного и сгонно-нагонного характера. Этим обеспечивается устойчивая работа водозабора, не зависящая от колебаний горизонта воды. Для защиты плавучего водозабора от волн, его помещают внутри ряжевого оголовка, в котором он следует за изменением горизонта воды в специальных направляющих.

Недостатком этого типа водозабора является затруднительность осмотра и ремонта корпуса баржи или плашкоута без вывода его из ряжа в сухой док.



Фиг. 94

Водозаборные сооружения совмещенного типа—плавучие

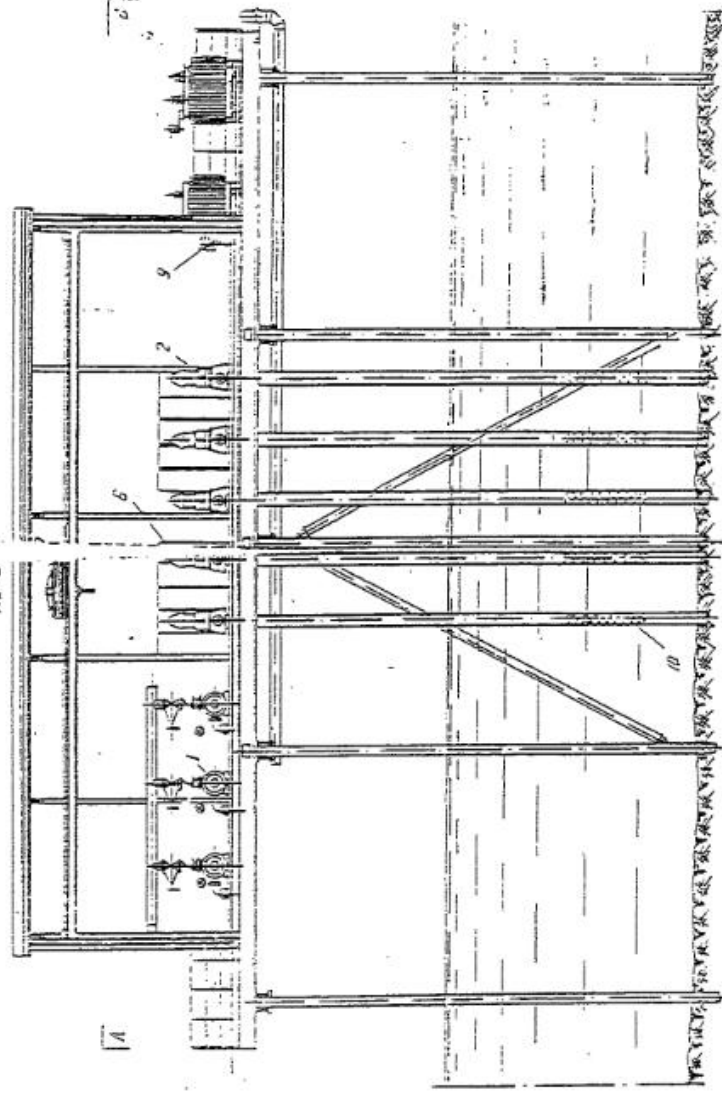
1—совмещенный плавучий водозабор; 2—всасывающая труба; 3—свайное ограждение; 4—каменная наброска.

8. Нормы и технические условия для определения размеров основных элементов водозаборных сооружений (табл. 152)

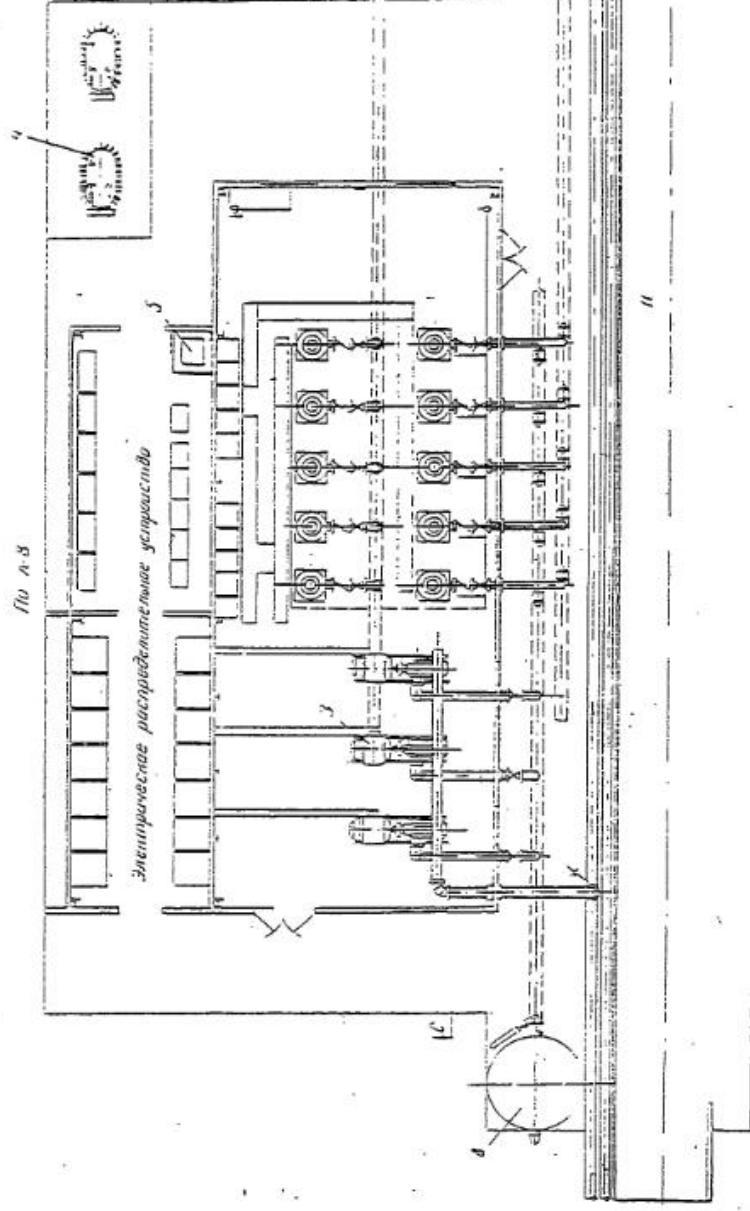
Таблица 152

Наименование	Требования	Н и Ту 126—55
1	2	3
1. Приемные отверстия водоприемников.	1. Приемные отверстия водоприемников должны иметь постоянные или съемные решетки и должны быть обеспечены средствами борьбы с шугой или донным льдом, если последние наблюдаются в водоеме. Прозоры между прутьями решеток следует принимать не более 50 мм.	41
	2. Входные скорости движения воды в водоприемаемых отверстиях водозаборных сооружений должны приниматься:	42

по С

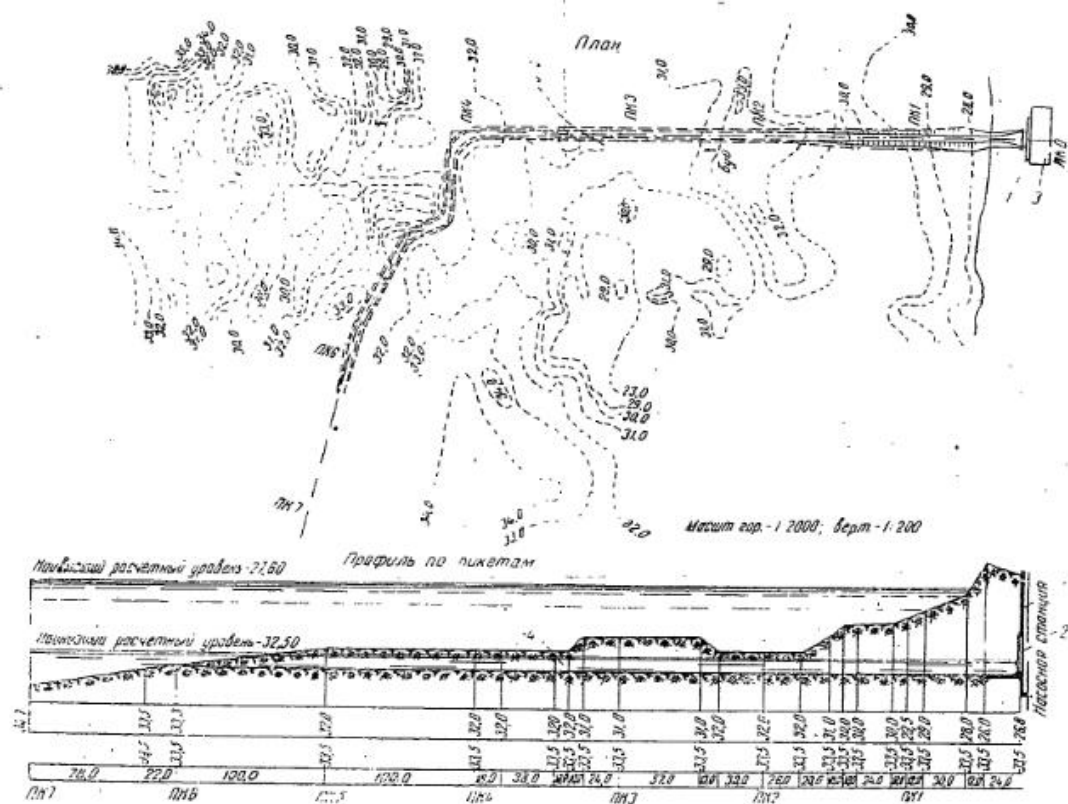


по А-В



Фиг. 92

Насосная станция в море на специализированном оседлом, оборудованная центробежными насосами и насосами с горизонтальным осью вращения (подкачивающие насосы) для артезианских скважин (подкачивающие насосы) ДАМН-11-1; 2 — электростанция; ДАМН-11-1; 3 — электрический шкаф; 4 — трансформатор; 5 — насос; 6 — контрольный шкаф; 7 — насос; 8 — насос; 9 — насос; 10 — насос; 11 — насос; 12 — насос.



Фиг. 93

Водозаборные сооружения берегового совмещенного типа с подводом воды по открытому морскому каналу

1 — приемный бассейн; 2 — решетки; 3 — насосная станция.

1	2	3
	а) при отсутствии шуги — в зависимости от количества взвешенных веществ в воде, скорости течения, величины водоотбора и прочих условий — в пределах 0,2—0,8 м/сек. б) при возможности образования шуги — в зависимости от скорости течения, величины водоотбора, длительности шуговых явлений и прочих условий — в пределах 0,1—0,4 м/сек. Примечания. 1. Минимальные входные скорости следует принимать на реках со значительным количеством взвешенных веществ (более 1000 мг/л) в паводок. 2. При определении площади входных отверстий водоприемников следует учитывать возможность сокращения ее на 25% за счет засорения. 3. При необходимости очистки воды от прошедших через решетки взвешенных веществ и плавающих предметов должны устанавливаться сетки. Скорость движения воды при проходе через отверстия плоских сеток с учетом загрязнения полотна до 50% следует принимать не более 0,4 м/сек, а во вращающихся сетках — не более 0,8 м/сек. 1. Необходимое количество самотечных и сифонных линий должно определяться расчетом, но не должно быть менее двух; устройство одной линии может быть допущено лишь при соответствующем обосновании. Указанные линии следует рассчитывать на пропуск наибольшего расчетного расхода воды при наименьшем горизонте воды в водоеме при одновременной работе всех линий и проверять на пропуск указанного расхода при выключении одной линии на ремонт. Для рек скорость во всасывающих трубах принимается в зависимости от скорости воды в реке в паводок и межень. Количество всасывающих линий принимается согласно указаниям в разделе «Насосные станции». 2. Скорость в самотечных и всасывающих трубах, а также в галереях, надлежит принимать из расчета обеспечения незаияемости их.	43 44 45

2. Самотечные, всасывающие сифонные линии.

1	2	3
	Кроме того, должна предусматриваться возможность промывки или очистки труб и галерей. Всасывающие трубы должны иметь подъем в сторону насосов. 3. Всасывающие и сифонные линии должны проектироваться из стальных труб.	46
3. Береговые колодцы.	1. Водозаборы, из которых не может быть допущено прекращение подачи воды, а также обслуживающие противопожарные нужды с расходом воды на наружное пожаротушение 25 л/сек и более, должны иметь не менее двух независимо работающих секций. 2. Береговые колодцы должны располагаться на незатопляемых участках или иметь обсыпку до отметки, превышающей гребень волны при наивысшем горизонте не менее чем на 0,5 м. Необходимость строительства берегового водозаборного колодца в каждом отдельном случае должна быть обоснована технико-экономическими соображениями при решении схемы водозаборных сооружений.	47 48
	3. Береговые колодцы должны быть оборудованы приспособлениями для удаления скапливающегося в них осадка.	49

§ 17. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ВОДОЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Предприятия нефтяной промышленности в ряде случаев располагаются в районах, где поверхностные воды в количествах, достаточных для их водоснабжения, отсутствуют. В этих случаях как для питьевых, так и для производственных целей используются подземные воды.

Захват подземных вод осуществляется каптажными сооружениями горизонтального или вертикального типа:

- 1) горизонтальными водозаборами,
 - 2) шахтными колодцами
 - 3) трубчатыми колодцами
- вертикальные водозаборы.
- (буровые скважины)

Область применения указанных типов каптажа приведены в табл. 153.

Область применения типов каптажа

Тип каптажа	Область применения	Достоинства и недостатки
1. Горизонтальный водозабор (трубы или галереи для сбора воды, которая поступает через щели в стенках водозаборов).	Применяется для захвата неглубоких подземных вод, обычно на глубине 5—8 м и при небольшой мощности водоносного горизонта, обычно 2—3 м, когда ставится задача захвата подземного потока на значительной ширине. При механизированной проходке (щитом) применяется на больших глубинах.	Является рациональным способом захвата подземной воды из неглубоких слоев, сложенных трещиноватыми породами или сцементированными песками, в которых вода движется отдельными струями. Недостатком этого типа каптажа является опасность загрязнения наземными водами подземных вод, залегающих на небольшой глубине, и обычно большая строительная стоимость.
2. Шахтные колодцы, рытые или сооруженные опускным способом, бурением, взрывным способом.	Применяются при глубине залегания водоносного слоя не более 20—40 м при мощности его обычно не более 8 м в зернистых породах.	Достоинствами шахтных колодцев следует считать: 1) простоту конструкции; 2) возможность размещения в них насосов больших размеров; 3) возможность обеспечивать без больших затрат очень спокойное поступление воды через открытое днище; 4) доступность осмотра и ремонта главных частей колодца; 5) большой срок работы.

Тип каптажа	Область применения	Достоинства и недостатки
3. Трубчатые колодцы, осуществляемые бурением.	Применяются при глубине залегания водоносных грунтов, обычно более 20 м при мощности водоносного слоя более 5 м.	Недостатком является затруднительность опускания шахтного колодца при мощности водоносного слоя более 5 м. В этом случае приходится прибегать к водоплавному или другим способам без водоотлива или устраивать трубчатый колодец. Глубокое бурение обеспечивает получение отличного в санитарном отношении качества воды. Сооружение буровых скважин для водопроводов предприятий нефтяной промышленности облегчается специфичностью производства этих предприятий. Недостатками данного типа каптажа по сравнению с шахтным колодцем являются: 1) усложненность конструкции; 2) необходимость применения специальных насосов (артезианских и глубоких насосов); 3) недоступность осмотра главных частей колодца без демонтажа их и т. д.

§ 18. НОРМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА УСТРОЙСТВО
СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

При проектировании водозаборных сооружений следует руководствоваться нормативами, приведенными в табл. 154.

Таблица 154

Наименование устройства	Нормативы	Пп. Н и ТУ 126—55
1	2	3
1. Устройство, обеспечивающее скважины от загрязнения.	1. При устройстве горизонтального водозабора необходимо весь участок каптажа включить в зону строгого режима санитарной охраны. 2. Конструкция горизонтальных водозаборов, шахтных и трубчатых колодцев должна удовлетворять следующим требованиям: а) не допускать проникновения поверхностных загрязнений, а также загрязнений из подземных водоносных горизонтов, не используемых в данном водоснабжении; б) не допускать заноса водоприемника частицами породы из эксплуатируемого водоносного пласта; в) обеспечивать вентиляцию пространства над водой в водозаборном сооружении. 3. Во избежание проникновения поверхностных вод в водоносный горизонт при устройстве шахтных колодцев необходимо: а) перекрытие колодца располагать не менее чем на 0,5 м выше поверхности земли, а в местах затопляемых, — выше паводкового горизонта; б) люк колодца снабжать плотно закрывающейся крышкой; в) вокруг колодца устраивать покрытие — отмостку шириной 1,5 м с уклоном от колодца, а в фильтрующих грунтах — глиняный замок шириной 0,5 м и глубиной 1,5 м.	52

Продолжение табл. 154

	2	3
	4. Конструкция ствола и устья трубчатых колодцев водозаборов из подземных источников должна обеспечивать изоляцию эксплуатируемого водоносного горизонта от поверхностных загрязнений, а также от подземных вод из горизонтов, не используемых данной скважиной. 5. Размеры шахтных и трубчатых колодцев должны определяться гидравлическим расчетом и, кроме того, обеспечивать возможность размещения в них необходимого оборудования. 6. Каждый шахтный колодец должен быть снабжен вентиляционной трубой высотой не менее 2 м от поверхности земли. Верхнее отверстие вентиляционной трубы должно быть защищено колпаком и сеткой с ячейками не крупнее 3 мм.	50
2. Оборудование скважин эрлифтом и насосами.	1. При оборудовании скважины эрлифтом глубина ее должна быть больше глубины погружения труб эрлифта не менее чем на 5 м. 2. Оборудование скважины эрлифтами допускается в случае невозможности или нецелесообразности оборудования их артезианскими насосами. При оборудовании скважины эрлифтами диаметр водоподъемной трубы должен определяться из условия скорости движения эмульсии: при изливе — 6—8 м/сек; у форсунки — 3,5 м/сек. 3. Воздухопроводы, подающие воздух к эрлифту, допускается прокладывать выше поверхности земли с уклоном к скважине, без утепления. При этом диаметр воздухопровода следует принимать на 50 мм больше расчетного. Для удаления конденсата из воздухопровода на нем через 200—300 м следует устанавливать конденсационные горшки. 4. Забор воздуха компрессором должен производиться на высоте не менее 4 м от поверхности земли через фильтры.	56
		60
		61

1	2	3
	5. Выбор типа насосного оборудования для вертикальных водозаборов должен производиться одновременно с выбором типа и размеров самого водозабора и обосноваться техническими и экономическими соображениями и расчетами.	57
	6. Оборудование скважин штанговыми насосами допускается при условии невозможности или нецелесообразности оборудования их центробежными насосами или эрлифтами.	59
3. Резервные скважины	Водозаборы, из которых не может быть допущено прекращение подачи воды, а также обслуживающие противопожарные нужды с расходом воды на наружное пожаротушение 25 л/сек и более, должны иметь не менее одной резервной скважины, если они оборудуются погруженными в воду центробежными или поршневыми насосами.	63
	Допускается взамен устройства резервных скважин предусматривать хранение резервных агрегатов на складе при соответствующем увеличении емкости резервуаров для обеспечения подачи воды на время замены агрегата.	
4. Устройство трубчатых колодцев.	Устройство трубчатых колодцев и их оголовков должно производиться согласно ГОСТу В-1872—42 «Колодцы буровые трубчатые. Технические условия». (Переиздано в 1954 г.).	55

§ 19 ОБОРУДОВАНИЕ ВОДЯНЫХ СКВАЖИН ВОДОПОДЪЕМНИКАМИ

При выборе подъемника руководствуются глубиной расчетного динамического уровня

$$h = h_0 - S_p + S_{от} + S_{вл}, \text{ м},$$

где h — глубина динамического уровня, м;

h_0 — глубина статического уровня, м;

S_p — дополнительное увеличение районной депрессии;

$S_{от}$ — понижение уровня при откачке расчетного расхода;

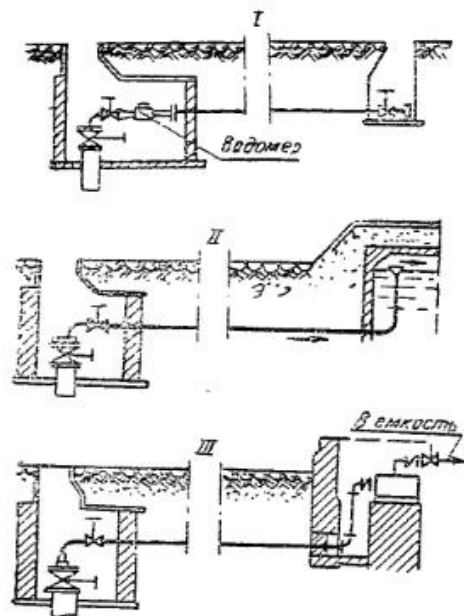
$S_{вл}$ — понижение от влияния работы соседних скважин.

В табл. 155 приводятся характеристика скважин по положению уровня воды и возможные схемы подачи воды из скважин.

Глубина статического уровня	Глубина динамического уровня	Возможные схемы подачи воды из скважин
1. Выше поверхности земли	1. Выше поверхности земли.	1. При достаточной высоте динамического уровня возможна подача непосредственно в сеть и башню (встречается редко) или в подземные резервуары.
	2. Ниже поверхности земли.	2. Подача воды производится водоподъемниками. Водоподъемник избирается в соответствии с глубиной динамического уровня.
2. Ниже поверхности земли	1. На глубине до 4 м.	1. Насосом с горизонтальной осью, установленным на поверхности земли.
	2. На глубине от 4 до 9 м.	2. Насосом с горизонтальной осью, установленным в заглубленной станции или насосной шахте, в пределах всасывания насоса.
	3. На глубине от 9 до 60 м.	3. Глубоководными водоподъемниками: вертикальными центробежными, штанговыми, винтовыми насосами и эрлифтом.
	4. На глубине от 60 до 100 м.	4. Глубоководными водоподъемниками: вертикальными центробежными насосами, винтовыми насосами и эрлифтом.
	5. На глубине более 100 м.	5. Подъем воды возможен вертикальным центробежным насосом и эрлифтом. Сопровождается большими трудностями.

1. Оборудование скважин, имеющих статический и динамический уровень воды выше поверхности земли

Схемы оборудования скважин для получения самоизливающейся воды приведены на фиг. 95.



Фиг. 95

Подача воды из самоизливающихся скважин

I—непосредственно в сеть; II—в подземный резервуар; III—насосом в сеть.

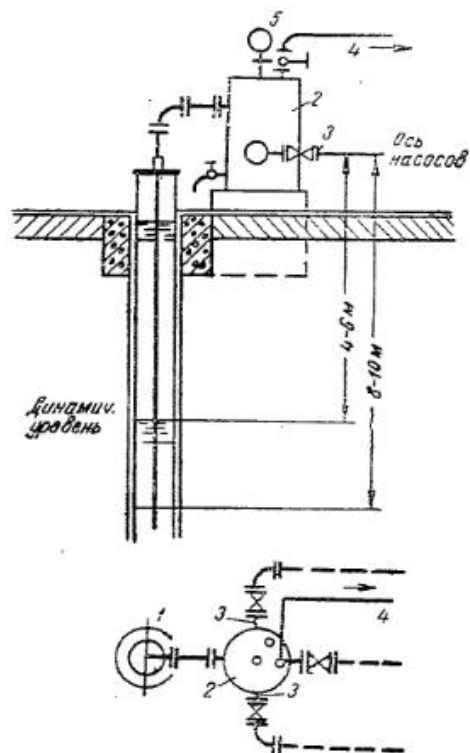
2. Оборудование скважин при динамическом уровне ниже поверхности земли

Характеристика оборудования водяных скважин при динамическом уровне ниже поверхности земли приведена в табл. 156.

Таблица 156

Глубина динамического уровня	Тип водоподъемника	Производительность и высота подъема	Схема подачи воды из скважины	Условия для обеспечения бесперебойной подачи воды
1. До 9 м ниже поверхности земли	Насосы с горизонтальной осью: центробежные, поршневые, приводные и паровые.	Любой производительности. Высота всасывания до 7 м.	Вода из скважин может быть подана в подземный резервуар или непосредственно в сеть и башню.	Водозаборы, из которых не может быть допущено прекращение подачи воды, а также обслуживающие противопожарные нужды с расходом на наружное пожаротушение 25 л/сек и более, должны иметь не менее одной резервной скважины.
2. Ниже 9 м от поверхности земли	1. Штанговые насосы. 2. Вертикальные центробежные насосы с длинным валом и электромотором на поверхности земли, насосы погружные с электромотором, винтовые насосы.	Обычная—до 10 м ³ /час, могут быть изготовлены на большую производительность. От 15 до 1500 м ³ /час. Высота напора у насоса до 200 м. До 150 м ³ /час. Высота подъема 60 м.	Целесообразна подача в резервуар или напорный бак на небольшую высоту. Работают ненадежно. Может быть подана в подземный резервуар. То же	Допускается взамен устройства резервных скважин предусматривать хранение резервных агрегатов на складе при соответствующем увеличении емкости резервуара для обеспечения подачи воды на время замены агрегата. То же
	3. Эрлифт.	От 5 до 1000 м ³ /час. Высота подъема—250 м.	Только в подземный резервуар.	При резервной скважине с полным оборудованием и резервном компрессоре.

Схемы оборудования скважин насосами с горизонтальной осью приведены на фиг. 96, 97 и 98. При выборе отметки оси насоса рекомендуется иметь запас на всасывание 1—2 м на случай понижения уровня и не допускать установку насоса на предельную высоту всасывания.



Фиг. 96

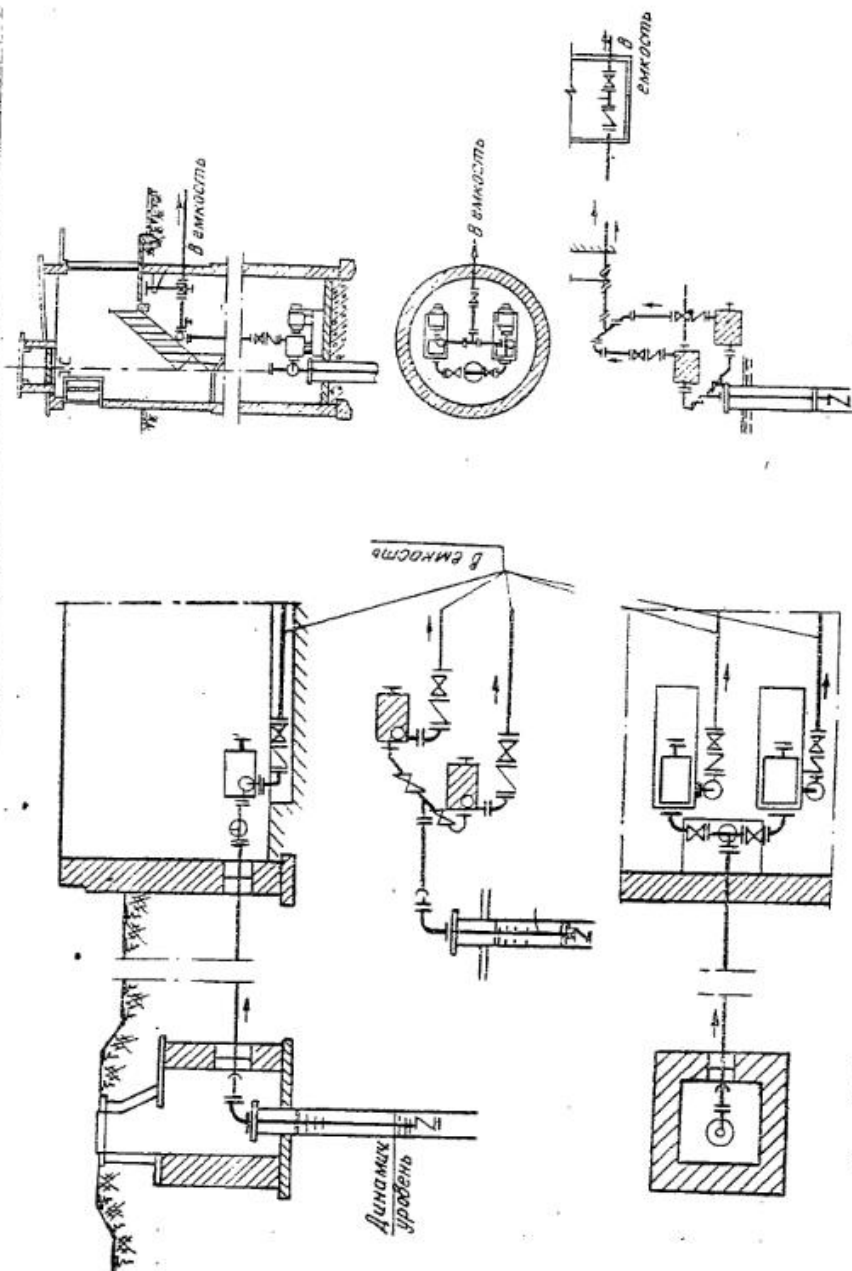
Подача воды из скважины несколькими насосами

1—скважина; 2—вакуум-котел; 3—патрубки для присоединения насосов; 4—труба к вакуум-нагнетателю; 5—вакуумметр.

Схема оборудования скважины штанговым насосом Байбак-5-6 приведена на фиг. 142.

Схема оборудования скважины вертикальным центробежным насосом приведена на фиг. 119.

Схема оборудования скважины винтовым артезианским насосом приведена на фиг. 145.



Фиг. 97. Полузатопляемая насосная станция

Фиг. 98. Штанговая насосная станция

Вертикальные водозаборы

Виды и типы вертикальных водозаборов для гидравлического расчета приведены в табл. 157.

Таблица 157

Виды вертикальных водозаборов	Назначение	Типы колодцев	Характеристика
1. Грунтовые колодцы	Для вскрытия грунтовых вод	Совершенные	Колодец опущен до подстилающего водоупорного слоя. Поступление воды происходит через отверстия в боковых стенках.
		Несовершенные	Колодец не доведен до водоупорного слоя. Поступление воды в колодец может происходить: 1) только через дно; 2) только через стенки; 3) через дно и стенки.
2. Артезианские колодцы	Для вскрытия артезианских вод	Совершенные	То же
		Несовершенные	То же.

1. Приток воды к грунтовому совершенному колодцу

При откачке из совершенного колодца уровень воды в нем понизится. Это вызовет подток к колодцу воды из окружающего водоносного горизонта с образованием депрессионной воронки (фиг. 99).

Подсчет дебита колодца производится по преобразованной формуле Дюпюи.

$$Q = 1,36 \kappa \frac{(2H - S) S}{\lg \frac{R}{r}}, \text{ м}^3/\text{сут.},$$

где $S^* = H - h$ — понижение уровня воды в колодце при откачке;

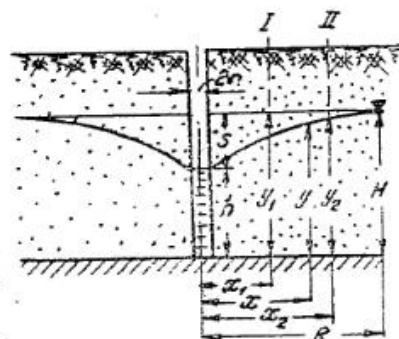
κ — коэффициент фильтрации, м/сут;

H — мощность водоносного горизонта, м;

h — высота слоя воды в колодце при откачке, м;

R — радиус влияния колодца, м;

r — радиус колодца, м.

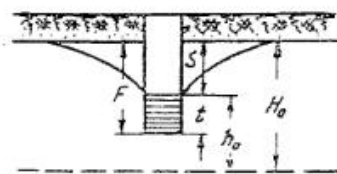


Фиг. 99

Совершенный грунтовый колодец

2. Приток воды к грунтовому несовершенному колодцу

Влияние откачки из несовершенного колодца распространяется не на всю глубину водоносного слоя, а только на часть ее, которая называется активной зоной. За глубину активной зоны H_0 принимается $2/3$ глубины воды в колодце, считая от статического уровня воды в нем (F) (фиг. 100).



Фиг. 100

Активная зона несовершенного грунтового колодца

$$H_0 = \frac{4}{3} F \approx 1,3 F \approx 1,3 (S + t) \text{ м.}$$

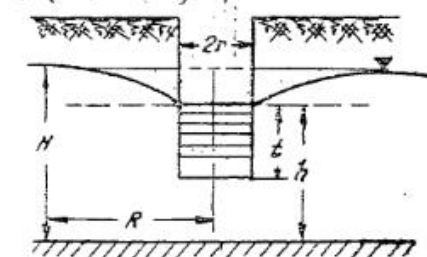
Е. А. Замарин дал ряд значений H_0 (по отношению

Таблица 158

Величина понижения S	Глубина активной зоны H_0
0,2 F	1,3 F
0,3 F	1,5 F
0,5 F	1,7 F
0,8 F	1,85 F

* При точном расчете вместо S в колодце следует брать S_c у наружной стенки. Ввиду сложности замеров S_c определяется приблизительно по формуле С. К. Абрамова [3]. Ред.

к глубине колодца F) в зависимости от величины понижения S (табл. 158).



Фиг. 101
Несовершенный грунтовый колодец

Для определения дебита несовершенного колодца (фиг. 101) пользуются уравнением

$$Q = 1,36 R \frac{H_0^2 - h_0^2}{\lg \frac{R}{r}}, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где H_0 берется по табл. 159, а h_0 отсчитывается от основания активной зоны.

3. Приток воды к неглубоким колодцам с проницаемым дном

В неглубоких шахтных колодцах при интенсивных откачках вследствие выноса грунта с дна, весьма часто дно представляет полусферу (фиг. 102).

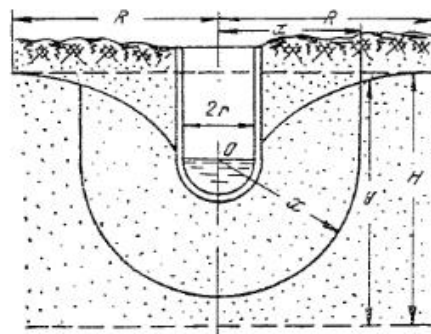
Дебит неглубокого колодца с полусферическим проницаемым дном определяется по формуле

$$Q = \pi d S \kappa, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где $d = 2r$ — диаметр колодца, м;

S — понижение уровня при откачке, м;

κ — коэффициент фильтрации, м/сут.



Фиг. 102
Шахтный колодец с полусферическим дном (по Г. Н. Каменскому)

4. Приток воды к шурфам

Шурфы обычно углубляются в водоносный пласт на весьма небольшую величину. При большом диаметре шурфа и плоском дне дебит его может быть определен по формуле:

$$Q = 2d S \kappa, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где d — диаметр шурфа, м;

S — понижение уровня при откачке из шурфа, м;

κ — коэффициент фильтрации, м/сут.

5. Приток воды к артезианскому совершенному колодцу

При откачке воды из буровой скважины с напорной водой вокруг скважины также образуется депрессионная воронка (фиг. 103).

Для определения дебита артезианского совершенного колодца пользуются формулой

$$Q = 2,73 \cdot \kappa \cdot M \frac{S}{\lg \frac{R}{r}}, \text{ м}^3/\text{сут},$$

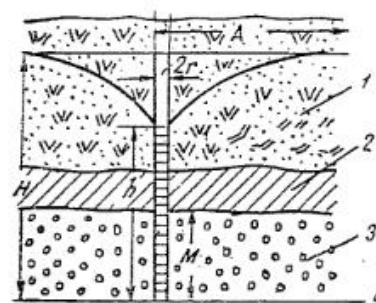
где M — мощность водоносного пласта, м;

κ — коэффициент фильтрации; м/сут;

S — понижение при откачке, м;

$R(A)$ — радиус влияния колодца, м;

r — радиус колодца, м.



Фиг. 103
Артезианский колодец

1 — слабопроницаемый слой; 2 — водоупорный слой, обуславливающий напор; 3 — водоносный пласт; 4 — водоупорное основание колодца

6. Приток воды к несовершенному артезианскому колодцу

Дебит несовершенного артезианского колодца может быть вычислен по формуле

$$q = 2,73 \cdot \kappa \cdot M \frac{S}{\lg \frac{R}{r}} \sqrt{\frac{t}{M}} \sqrt{\frac{2M-t}{M}}, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где M — мощность водоносного пласта, м;

S — понижение напора при откачке, м;

R — радиус влияния колодца, м;

r — радиус колодца, м;

t — глубина слоя воды в колодце во время откачки, м;

κ — коэффициент фильтрации, м/сут.

Институтом Гипроспецнефть предложена номограмма (автор инж. В. И. Ренжин) для подсчета коэффициентов фильтрации и дебитов скважин для безнапорных вод.

Номограмма позволяет определять:

1) коэффициент фильтрации для дебитов от 1 до 50 л/сек любого количества наблюдательных скважин, располагаемых на расстоянии от 3 до 100 м от центральной скважины при мощности водоносного горизонта от 1 до 20 м, понижении от 1 до 19 м и диаметрах скважин от 2 до 16". т. е. во всех случаях, практически встречающихся при опытной откачке;

2) по имеющимся данным опытных откачек и известному коэффициенту фильтрации—дебит скважины при заданном понижении для диаметров скважин от 2 до 16", мощности водоносного горизонта до 20 м и радиусах питания до 300 м (в зависимости от диаметра скважины), что также охватывает все практически встречающиеся случаи.

Номограмма (фиг. 104) состоит из двух самостоятельных графиков. Первый график служит для вычисления выражения

$$A=0,73 q (\lg x_n - \lg x_{n-1})$$

в зависимости от дебита q и отношения

$$\frac{x_{n-1}}{x_n} = a^2.$$

Второй график позволяет определить величину

$$B = y_n^2 - y_{n-1}^2.$$

Определив величины A и B , простым делением можно найти коэффициент фильтрации

$$K = \frac{A}{B}.$$

Для определения дебита при заданном понижении и известном коэффициенте фильтрации по второму графику определяется значение величины B , а затем по известным B , K и отношению $a = \frac{D_{\text{скв}}}{x_n}$ (диаметр скважины в мм к радиусу влияния, м) по первому графику находят дебит q .

Дебит можно определить по номограмме только в том случае, если $a \geq 1$.

На фиг. 105 приведена схема гидрогеологических показателей.

Пример 1. Требуется определить коэффициент фильтрации для луча, состоящего из трех скважин—одной центральной и двух наблюдательных.

Получены данные откачки (см. фиг. 101): $q = 30$ л/сек; $x_n = 15$ м; $x_{n-1} = 5$ м; $H = 12$ м; $S = 6$ м; $S_{n-1} = 3$ м, $S_n = 1$ м.

По этим данным находим:
для пары скважин—центральной и первой наблюдательной

$$a_1 = \frac{D_{\text{скв}}}{x_{n-1}} = \frac{200}{5} = 40;$$

для пары скважин—центральной и второй наблюдательной

$$a_2 = \frac{D_{\text{скв}}}{x_n} = \frac{200}{15} = 13,35;$$

¹ В авторском графике x —ред.

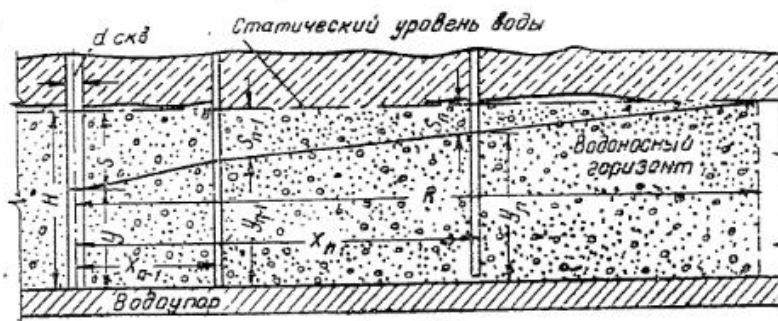
пары скважин—первой наблюдательной и второй наблюдательной

$$a_3 = \frac{x_{n-1}}{x_n} = \frac{5}{15} = 0,33;$$

$$y = H - S = 12 - 6 = 6 \text{ м};$$

$$y_{n-1} = H - S_{n-1} = 12 - 3 = 9 \text{ м};$$

$$y_n = H - S_n = 12 - 1 = 11 \text{ м}.$$



Фиг. 105

Схема основных гидрогеологических показателей

По первому графику находим при $a_1 = 40$ м и $q = 30$ л/сек— $A_1 = 3210$;
при $a_2 = 13,35$ и $q = 30$ л/сек— $A_2 = 4120$;
при $a_3 = 0,33$ и $q = 30$ л/сек— $A_3 = 900$.

Соответственно по второму графику имеем

$$\text{при } y_n = 9 \text{ м и } y_{n-1} = 6 \text{ м—} B_1 = 47;$$

$$\text{при } y_n = 11 \text{ м и } y_{n-1} = 6 \text{ м—} B_2 = 84;$$

$$\text{при } y_n = 11 \text{ м и } y_{n-1} = 9 \text{ м—} B_3 = 38.$$

Отсюда находим коэффициенты фильтрации

$$K_1 = \frac{A_1}{B_1} = \frac{3210}{47} = 68,3 \text{ м/сут};$$

$$K_2 = \frac{A_2}{B_2} = \frac{4120}{84} = 49 \text{ м/сут};$$

$$K_3 = \frac{A_3}{B_3} = \frac{900}{38} = 23,7 \text{ м/сут}.$$

Пример 2. Определить дебит при заданном понижении $S = 5$ м, при $H = 10$ м для скважины диаметром $D_{\text{скв}} = 300$ мм, $K = 50$ м/сут (в средне-зернистых грунтах—гравий с песком).

Принимая $R = 300$ м, находим

$$a = \frac{D_{\text{скв}}}{R} = \frac{300}{300} = 1;$$

$$y_{n-1} = H - S = 5 \text{ м}; y_n = H = 10 \text{ м}.$$

По второму графику находим
 $B=75$, $A=\kappa B=50 \cdot 75=3750$,
 при $a=1$ и $A=3750$, $q=18$ л/сек.

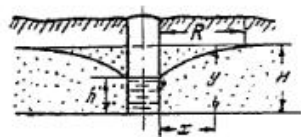
Горизонтальные водозаборы

1. Приток воды в канал, доведенный до водоупорного основания (фиг. 106).¹

Для водозаборного канала длиной L приток с одной стороны будет равен:

$$Q = \kappa \cdot L \cdot \frac{H^2 - h^2}{2R} \text{ м}^3/\text{сут},$$

где Q —расход на длине канала L , $\text{м}^3/\text{сут}$;
 κ —коэффициент фильтрации, $\text{м}/\text{сут}$;
 R —радиус влияния канала, м ;
 H —мощность водоносного слоя, м ;
 L —длина водозаборного канала, м .



Фиг. 106

Водозаборный канал, доведенный до водоупора

Для определения притока с обеих сторон величину Q следует удвоить. Если значение R неизвестно, то для определения пользуются уравнением

$$Q = \kappa \cdot L \cdot \frac{H+h}{2} I_0 \text{ м}^3/\text{сут};$$

где I_0 —средний уклон кривой депрессии, значения которого, установленные по опытным данным, приводятся ниже:

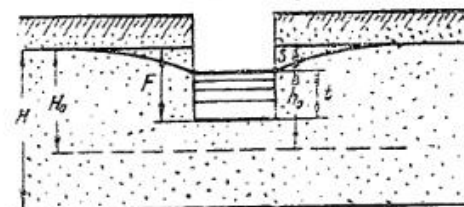
Категории грунтов	Средний уклон депрессионной кривой I_0
Наиболее проницаемые	0,003—0,006
Пески	0,006—0,02
Песчаные	0,02—0,05
Суглинистые	0,05—0,10
Глинистые	0,10—0,15
Тяжелые глины	0,15—0,20

Величина коэффициента фильтрации κ , входящая в уравнение, определяется опытной откачкой или на основании лабораторных исследований.

¹ При точном расчете вместо h следует брать h_c по замеру у наружной стенки. Величина h_c (в виду сложности замера) определяется приблизительно с учетом формулы С. К. Абрамова [3] Ред.

2. Приток воды в канал, не доведенный до водоупорного основания (фиг. 107)

Приток воды в водозаборный канал, не доведенный до водоупорного основания, определяется по уравнению



Фиг. 107

Водозаборный канал, не доведенный до водоупора

$$q = \kappa \cdot L \cdot \frac{H_0^2 - h_0^2}{2R} \text{ м}^3/\text{сут},$$

где H_0 —глубина активной зоны, равная $1,3F$ м;
 F —глубина воды в канале, отсчитываемая от статического уровня грунтовых вод;
 h_0 —глубина воды в канале, отсчитываемая от подошвы активной зоны, м ;
 R —радиус влияния, м ;
 κ —коэффициент фильтрации водоносного пласта, $\text{м}/\text{сут}$;
 L —длина канала, м .

ГЛАВА V

НАСОСЫ, ВЫПУСКАЕМЫЕ ЗАВОДАМИ СССР,
ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ К НИМ И НАСОСНЫЕ
СТАНЦИИ

§ 21. НАСОСЫ С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСЬЮ

1. Центробежные насосы, выпускаемые заводами
Министерства Машиностроения и Министерства
угольной промышленности СССР

В приведенной ниже табл. 159 содержатся технические данные о горизонтальных и вертикальных лопастных насосах: 1) центробежных; 2) вихревых и 3) осевых.

Данные заимствованы из каталога—справочника „Насосы“ Главхиммаша, изд. 1953 г.

Учитывая изменения, происшедшие в номенклатуре выпускаемых насосов за период с 1953 г., в табл. 161 и 162 приведены технические данные насосов марки АЯП-5.

На фиг 108, 109, 110, 111 и 112 даны графические характеристики и чертежи с габаритными размерами этих насосов. Все приведенные в таблицах насосы, за исключением насосов марок АЯП и ГИМ, выпускаются заводами Министерства машиностроения СССР.

Насосы марок АЯП и ГИМ выпускаются заводами Министерства угольной промышленности СССР.

Начиная с 1953 г., Лаптевский завод Главугольмаша Министерства угольной промышленности СССР (г. Лаптево Тульской области) приступил к выпуску насосов типа АЯП-5.

Насосы АЯП-5 отличаются высоким к. п. д., небольшими весом и размерами, большой высотой всасывания и повышенной износоустойчивостью.

В табл. 160 и 161 приведены технические данные насосов типа АЯП-5.

Марка насоса	Подача насоса, м ³ /час	Полный напор, м	Число об/мин.	Рекомендуемая мощность двигателя, квт
1	2	3	4	5

Центробежные и вихревые горизонтальные насосы

1В-0,9	1	37	1490	1,0—1,7
1В-0,9	1,8	31	1490	1,0—1,7
1В-0,9	2,5	9,5	1490	1,0—1,7
ЭСН-2/II	3	35	2890	2,4
1,5В-1,3	3	58	1490	2,8—4,5
1,5К-66	4,5	12,8	2900	1
1,5В-1,3	4,5	39	1490	2,8—4,5
1,5К-66	5	16	2900	1,7
1,5В-1,3	6	20,3	2900	1,7
1,5К-6	6	23	1490	2,8—4,5
2В-1,6	6	54	1450	4,5
2В-1,6	8	40	1450	4,5
ЭСН-1/1	8	44	2900	3,5
1,5К-66	9	11,4	2900	1
1,5К-6а	9,5	14,2	2900	1,7
2К-96	10	13	2900	1,7
2К-9а	10	16,8	2900	1,7
2К-66	10	22	2900	2,8
2В-1,6	10	26	1450	4,5
2К-6а	10	28,5	2900	2,8
2К-6	10	34,5	2900	4,5
ЭСН-1/1	10	36	2900	3,5
1,5К-6	11	17,4	2900	1,7
2К-9	11	21	2900	2,8
2,5В-1,8	11	60	1450	7—10
ЭСН-1/1	12	26	2900	3,5
1,5К-6а	13	8,8	2900	1
1,5К-6а	13,5	11,2	2900	1,7
1,5К-6	14	14	2900	1,7
2,5В-1,8	14	14	1450	7—10
2К-96	15	12	2900	1,7
2К-9а	17	15	2900	1,7
2,5В-1,8	17	30	1450	7—10
2К-96	20	10,3	2900	1,7
2К-9	20	18,5	2900	2,8
2К-66	20	18,8	2900	2,8
2К-6а	20	25,2	2900	2,8
2К-6	20	30,8	2900	2,8
3В-2,7	20	90	1450	28
2К-9а	21	13,2	2900	1,7
2К-9	22	17,5	2500	2,8
2К-66	25	16,4	2900	2,8

1	2	3	4	5
3К-9а	25	24,2	2900	4,5
3В-2,7	28	62	1450	28
2К-6а	30	20	2900	2,8
2К-6	30	24	2900	4,5
3К-9	30	34,8	2500	7
3К-6а	30	45	2900	10
3К-6	30	62	2900	14
3К-9а	35	22,5	2900	4,5
3В-2,7	35	40	1450	28
3К-6а	40	41,5	2900	10
3К-9а	45	19,5	2900	4,5
3К-9	45	31	2900	7
3К-6	45	57	2900	14
4К-18а	50	20,7	2900	4,5
3К-6а	50	37,5	2900	10
3К-9	54	27	2900	7
3НМГ × 4	54	140	2950	55
3НМГ × 6	54	210	2950	75
4К-18	60	25,7	2900	7
4К-12а	60	31,6	2900	14
3К-6	60	50	2900	20
3К-6а	65	30	2900	14
4К-12	65	37,7	2900	20
4К-6а	65	82	2900	40
4К-6	65	98	2900	55
4К-18а	70	18,2	2900	7,0
3К-6а	70	44,5	2900	20
4К-8а	70	48	2900	20
4К-8	70	59	2900	28
3НМГ × 4	72	125	2950	55
3НМГ × 6	72	188,4	2950	75
АЯП-75	75	50	1500	19
АЯП-75	75	75	1500	28
АЯП-75	75	100	1500	37
АЯП-75	75	125	1500	46
АЯП-75	75	150	1500	55
АЯП-75	75	175	1500	64
АЯП-75	75	200	1500	73
АЯП-75	75	225	1500	82
АЯП-75	75	250	1500	91
АЯП-75	75	275	1500	100
4К-18	80	22,8	2900	10
4К-12а	85	28,6	2900	14
4К-6а	85	76	2900	40
4К-18а	90	14,3	2900	7,0
4НДв	90	24	1450	14
4К-12	90	34,6	2900	20
4К-8а	90	43	2900	20
4К-8	90	54,9	2900	28
4К-6	90	91	2900	55
3НМГ × 4	90	101,6	2950	55

1	2	3	4	5
3НМГ × 6	90	152	2950	75
5МД-7 × 56	90	360	2950	185
6К-12а	95	17,8	1450	10
4К-18	100	18,9	2900	10
ГИМ-100	100	60	1500	30
ГИМ-100	100	90	1500	45
ГИМ-100	100	120	1500	60
ГИМ-100	100	150	1500	75
ГИМ-100	100	180	1500	90
ГИМ-100	100	210	1500	105
5МД-7 × 3а	100	216	2950	150
ГИМ-100	100	240	1500	118
ГИМ-100	100	270	1500	133
5МД-7 × 5а	100	412	2950	240
4К-6а	105	69,5	2900	40
4НДв	108	22	1450	14
4К-8а	109	36,8	2900	20
4К-8	109	47,8	2900	28
6К-12	110	22,7	1450	14
4К-12а	110	23,3	2900	14
6К-8б	110	24,4	1450	20
6К-8а	110	30,5	1450	20
6К-8	110	36,5	1450	28
5МД-7 × 3	110	260	2950	150
5МД-7 × 5	110	450	2950	290
4К-6	115	81	2900	55
4К-12	120	28	2900	20
4К-8	120	43	2900	28
5МД-7 × 56	120	327	2950	185
4К-6а	125	61,6	2900	40
5НДв	126	30	1450	20
4НДв	126	94	2950	55
5МД-7 × 3а	130	196	2950	150
5МД-7 × 5а	130	375	2950	240
4К-6	135	72,5	2950	55
6К-8б	140	22	1450	20
6К-8а	140	28,6	1450	20
6К-8	140	35,9	1450	28
5МД-7 × 3б	144	234	2950	150
5МД-7 × 5	144	409	2950	290
6К-12а	150	15	1450	10
5НДв	150	28	1450	20
5НДв	150	33	1450	20
5НДв	150	40	1450	28
4НДв	150	90	2950	75
4НДв	150	104	2950	75
5МД-7 × 56	150	267	2950	185
6К-12	160	21,1	1450	14
5МД-7 × 5	160	320	2950	240
6К-8а	170	25,8	1450	20
6К-8	170	32,5	1450	28

Продолжение табл. 159

1	2	3	4	5
5МД-7 × 5	170	350	2950	290
6К-12а	180	12,6	1450	10
6К-8б	180	18	1450	20
6К-8а	180	25	1450	20
5НДв	180	26	1450	20
5НДв	180	31	1450	28
5НДв	180	38	1450	28
4НДв	180	84	2950	75
4НДв	180	97	2950	75
8МД-12 × 36	180	180	2900	185
8МД-6 × 3	180	460	2950	475
6К-8	190	31	1450	28
6К-12	200	17,1	1450	14
8К-18а	200	17,5	1450	20
8К-12а	200	26	1450	28
8МД-12 × 3а	200	208	2900	220
8МД-12 × 3	200	230	2900	240
8МД-6 × 3	200	450	2950	475
8МД-6 × 5	200	725	2950	700—850
5НДв	216	28	1450	28
5НДв	216	34	1450	40
6НДв	216	42	1450	40
6НДв	216	48	1450	55
6НДс	216	69	2950	75
6НДс	216	80	2950	75
8К-18	220	20,7	1450	18
8К-12	220	32	1450	40
8МД-12 × 36	240	158	2900	185
8МД-6 × 5	243	675	2950	700—850
ВК-12а	250	24	1450	28
5НДв	250	31	1450	40
6НДв	250	40	1450	55
6НДв	250	46	1450	55
6НДв	250	54	1450	55
6НДс	250	66	2950	75
6НДс	250	77,5	2950	75
3В200 × 2	250	92,5	1450	125
3В200 × 4	250	185	1450	250
8МД-12 × 3а	250	192	2900	220
8К-18а	260	15,7	1450	20
8МД-12 × 3	260	210	2900	240
3В200 × 2	270	107	1450	150
3В200 × 4	270	214	1450	300
8К-12	280	29,1	1450	40
8МД-6 × 3	280	360	2950	475
8МД-6 × 5	280	615	2950	700—850
8К-13	285	18,9	1450	28
8К-12а	290	21,9	1450	28
8МД-12 × 36	290	138	2900	185
6НДв	300	38	1450	55
6НДв	300	44	1450	55

Продолжение табл. 159

1	2	3	4	5
6НДс	300	60	2950	75
6НДс	300	70	2950	100
3В200 × 2	300	119,5	1450	175
8МД-12 × 3а	300	165	2900	220
3В200 × 4	300	239	1450	350
8К-18а	320	12,7	1450	20
8МД-12 × 3	320	182	2900	240
6НДв	325	49	1450	75
6НДс	330	64	2950	100
8К-12	340	25,4	1450	40
3В200 × 2	350	83	1450	125
3В200 × 4	350	166	1450	250
8К-18	360	15	1450	28
6НДв	360	33	1450	55
6НДв	360	39	1450	75
6НДв	360	46	1450	75
3В200 × 2	360	98,8	1450	150
3В200 × 4	360	197,6	1450	300
10Д-6а	380	58	1450	115
8НДв	400	32	960	55
8НДв	400	36	960	55
8НДв	400	42	960	75
10Д-6	400	70	1450	135
3В200 × 2	400	108	1450	175
3В200 × 4	400	216	1450	350
3В200 × 2	450	70	1450	125
3В200 × 2	450	87	1450	150
3В200 × 4	450	140	1450	250
3В200 × 4	450	174	1450	300
10Д-6а	480	54	1450	115
3В200 × 2	480	64	1450	125
3В200 × 4	480	128	1450	250
8НДв	500	28	960	55
8НДв	500	33	960	75
8НДв	500	39	960	75
10Д-6	500	65	1450	135
3В200 × 2	500	78	1450	150
3В200 × 2	500	93,5	1450	175
3В200 × 4	500	156	1450	300
3В200 × 4	500	187	1450	350
12Д-196	540	18	1450	40
8НДв	540	74	1450	160
8НДв	540	84	1450	180
3В200 × 2	540	87	1450	175
8НДв	540	94	1450	195
3В200 × 4	540	174	1450	350
12Д-19а	580	21	1450	55
10Д-6а	580	46	1450	115
12НДс	600	27	960	75
8НДв	600	35	960	100
10Д-6	600	57	1450	135

Продолжение табл. 159

1	2	3	4	5
12Д-6а	600	75	1450	225
12Д-19	620	24	1450	75
12НДс	650	30	960	75
12Д-6	650	97	1450	300
12Д-196	700	15,5	1450	40
14М-12 × 4	700	350	1450	1000
12НДс	720	21	960	55
12НДс	720	25	960	75
8НДв	720	67	1450	180
8НДв	720	76	1450	220
8НДв	720	89	1450	240
10НМК × 2	720	170	1450	470
12Д-19а	750	18,5	1450	55
12Д-6а	760	70	1450	225
12Д-19	780	21,3	1450	75
12Д-28	792	11,6	1450	40
12НДс	800	28	960	100
14НДс	800	33	960	100
14Д-6а	800	115	1450	500
10НМК × 2	800	206	1450	575
12Д-6	820	88	1450	300
12Д-196	840	11,7	1450	40
14Д-6	850	137	1450	650
12Д-19а	900	15,2	1450	55
12НДс	900	18	960	75
12НДс	900	22	960	75
14НДс	900	32	960	100
14НДс	900	37	960	115
14НДс	900	42	960	140
12НДс	900	51	1450	160
12НДс	900	60	1450	190
12Д-6а	900	62	1450	225
12НДс	900	70	1450	225
10НМК × 2	900	150	1450	500
12Д-19	930	17,8	1450	75
12Д-6	930	82	1450	300
12НДс	1000	24	960	100
10НМК × 6	1000	140	1450	540
10НМК × 2	1000	182	1450	650
14М-12 × 4	1000	294	1450	1200
14НДс	1080	30	960	115
14НДс	1080	35	960	130
14НДс	1080	40	960	1500
12НДс	1080	48	1450	190
12НДс	1080	58	1450	225
12НДс	1080	68	1450	260
14Д-6а	1100	107	1450	500
14М-12 × 4	1100	240	1450	1200
14Д-6	1250	125	1450	650
14НДс	1260	32	960	140
14НДс	1260	37	960	160

Продолжение табл. 159

1	2	3	4	5
12НДс	1260	44	1450	190
12НДс	1260	54	1450	225
12НДс	1260	64	1450	270
16НДн	1260	10	750	55
20Д-6а	1350	93	970	650—750
20Д-6	1450	107,5	970	840—900
16НДн	1500	15	750	100
14Д-6а	1500	90	1450	500
14Д-6	1700	100	1450	650
20Д-6а	1750	88	970	650—750
16НДн	1800	16	960	100
20Д-6	1950	100	970	840—900
16НДн	1980	21	960	140
18НДс	1980	34	730	225
20НДн	2000	13,5	730	110
20Д-6а	2160	76	970	650—750
20Д-6	2300	89	970	840—900
20НДн	2500	17,5	730	155
20НДс	2700	39	730	340
18НДс	2700	58	960	520
20НДн	3000	23	960	240
28М-12 × 2*	3000	197	1000	270
32Д-196	3200	16	585	220
20НДн	3420	32	960	350
20НДс	3420	71	960	800
22НДс	3600	52	730	600
24НДн	3800	13	585	165
32Д-19	3800	21	585	310—350
32Д-196	3800	25,5	730	390
32Д-196	4000	14	585	220
24НДн	4000	16,5	585	220
32Д-19	4700	18,5	585	310—350
24НДн	4700	20	735	320
32Д-19	4700	33	730	590
22НДс	4700	90	960	1350
32Д-196	4800	10,5	585	220
2Д-196	4900	22,5	735	390
24НДн	5000	26	730	450
24НДс	5200	50	600	850
32Д-19	5400	15,5	585	310—350
32Д-19	5400	30,5	730	590
32Д-196	5900	16,5	730	390
32Д-19	6500	26	730	590
24НДс	6500	79	750	1600
48Д-22	8500	19,6	485	750
48Д-22	9000	28,5	485	1100
48Д-22	10000	18,5	485	750
48Д-22	11000	26,3	485	1100
48Д-22	12000	14,3	485	750
48Д-22	12500	23,6	485	100

* Насос находится в стадии освоения.

Продолжение табл. 159

1	2	3	4	5
Центробежные вертикальные насосы				
20НДсВ	2700	40	730	340
28В-126	3000	48	600	600
28В-12а	3200	56,5	600	820
20НДсВ	3420	71	960	800
28В-12	3500	65,5	600	1000
28В-126	3600	44,5	600	600
28В-12а	4000	52	600	820
32В-126	4000	54	500	1100
28В-126	4300	38,5	600	600
28В-12	4300	61	600	1000
28В-12а	4700	45,5	600	820
32В-12а	4700	61	500	1300
32В-12	5000	72	500	1700
28В-12	5100	53	600	1000
24НДсВ	5200	51	600	850
32В-126	5500	50	500	1100
32В-12а	6000	57	500	1300
32В-12	6500	65,5	500	1700
24НДсВ	6500	79	750	1600
32В-12а	6800	52	500	1300
32В-126	7000	42	500	1100
32В-12	7200	62	500	1700
40Б-16*	10080	35	375	1300
70В-36	47000—65000	26—18,5	250	4400

Осевые насосы

Осевой	120	5,5	2850	2,4
Осевой	500	6	1450	13
ПГ-35	972	4,7	960	23
20ПрВ-60	1150	3	580	14
20ПрВ-60	1250	3,1	580	20
20ПрВ-60	1300	2,5	580	14
20ПрВ-60	1300	3,3	580	20
20ПрВ-60	1400	2,7	580	20
20ПрВ-60	1400	3,2	580	20
20ПрВ-60	1450	1,7	580	14
20ПрВ-60	1450	3,4	580	20
20ПрВ-60	1450	4,9	730	28

* Насос находится в стадии освоения.

Продолжение табл. 159

1	2	3	4	5
20ПрВ-60	1500	2,7	580	20
20ПрВ-60	1520	2,8	580	20
20ПрВ-60	1600	1,8	580	20
20ПрВ-60	1600	3,1	580	20
20ПрВ-60	1600	4,2	730	28
20ПрВ-60	1600	5,0	730	28—40
20ПрВ-60	1600	5,3	730	28—40
20ПрВ-60	1700	1,8	580	20
20ПрВ-60	1700	2,2	580	20
20ПрВ-60	1700	5,3	730	40
20ПрВ-60	1800	2,4	580	20
20ПрВ-60	1800	2,9	730	28
20ПрВ-60	1800	4,2	730	28—40
20ПрВ-60	1800	5,5	730	40
20ПрВ-60	1900	4,3	730	23—40
20ПрВ-60	1900	8,4	960	75
20ПрВ-60	1950	4,6	730	40
20ПрВ-60	2000	9	730	28—40
20ПрВ-60	2100	3,1	730	40
20ПрВ-60	2100	4,5	730	40
20ПрВ-60	2100	7,2	960	75
20ПрВ-60	2100	8,5	960	75
20ПрВ-60	2100	9,0	960	75
20ПрВ-60	2200	3,2	730	40
20ПрВ-60	2200	9,1	960	75—100
20ПрВ-60	2300	3,6	730	40
20ПрВ-60	2300	5,6	960	75
20ПрВ-60	2300	9,5	960	75—100
20ПрВ-60	2350	7,1	960	75
20ПрВ-60	2400	7,8	960	75
20ПрВ-60	2550	7,7	960	75—100
20ПрВ-60	2600	5,3	960	75
20ПрВ-60	2650	8,3	960	75—100
20ПрВ-60	2700	5,8	960	75
ВП-60	2700	6,4	730	75
20ПрВ-60	2900	5,4	960	75—100
ВП-60	3000	5,5	730	75
ВП-60	3000	7,4	730	75—100
20ПрВ-60	3000	6,2	960	75—100
ВП-60	3100	7,6	730	75—100
ВП-60	3200	4,7	730	75
ВП-60	3200	7,7	730	75—100
ВП-60	3500	6,2	730	75—100
ВП-60	3600	6,3	730	75—100
ВП-60	3750	6,4	730	75—100
ВП-60	3900	4,3	730	75—100
ВП-60	4100	4,3	730	75—100
ВП-60	4300	4,3	730	75—100

1	2	3	4	5
ВП-60	4300	5,8	730	75—100
ВП-50	4700	4,2	730	75—100
ВП-60	5000	4,4	730	95
30.1рВ-60	5300	8,6	580	190
30ПрВ-60	5700	9	580	190
30ПрВ-60	5900	9,3	580	190
30ПрВ-60	6000	7	580	190
30ПрВ-60	6100	9	580	190
30ПрВ-60	6500	7,5	580	190
30ПрВ-60	6600	9,7	580	230
30ПрВ-60	6700	4,9	580	190
30ПрВ-60	6800	7,8	580	190
30ПрВ-60	7100	8,1	580	190
30ПрВ-60	7300	5,3	580	190
30ПрВ-60	7600	8,2	580	230
30ПрВ-60	7700	5,5	580	190
30ПрВ-60	8100	5,6	580	190
30ПрВ-60	8600	5,9	580	230
40ПрВ-60×2	10400—17300	10—21	485	800—1150
40ПрВ-60	10600—17300	6—11	485	500—820
40ПрВ-58×2	11000—15000	13,6—19,7	485	800—850
75ПрВ-60	47000—66000	8,3—13	250	1800—2900

Примечания. 1. Осевые насосы ПГ-35—горизонтальные, все остальные—вертикальные.

2. Наряду с указанными выше вертикальными насосами 20ПрВ-60 и 30ПрВ-60 с такими же параметрами выпускаются горизонтальные насосы 20Пр-60 и 30Пр-60.

Таблица 160

Марка насоса	Производительность, м³/час	Напор на входе, м	Число оборотов, об/мин	Диаметр штуцера, мм	Число камер шт.	Напор, м	Наименьшая мощность двигателя, кВт	Размеры				Вес, кг
								А	Б	В	ММ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
АЯП-5-3*	30	15	1450	80	2	30	5,3	207	180	1001	290	
"	30	15	1450	80	3	45	8,0	282	255	1076	323	
"	30	15	1450	80	4	60	10,6	357	330	1151	356	
"	30	15	1450	80	5	75	13,3	432	405	1226	389	
"	30	15	1450	80	6	90	16,0	507	480	1301	422	
"	30	15	1450	80	7	105	18,6	582	555	1376	455	
"	30	15	1450	80	8	120	21,2	657	630	1451	488	
"	30	15	1450	80	9	135	23,9	732	705	1526	520	
"	30	15	1450	80	10	150	26,6	807	780	1601	553	
"	30	15	1450	80	11	165	29,3	882	855	1776	585	
"	30	15	1450	80	12	180	32,0	957	930	1851	610	
АЯП-5-50**	50	20	1450	100	2	40	10	255	205	1037	420	
"	50	20	1450	100	3	60	15	355	305	1137	475	
"	50	20	1450	100	4	80	20	455	405	1237	530	
"	50	20	1450	100	5	100	25	555	505	1337	585	
"	50	20	1450	100	6	120	30	655	605	1437	640	
"	50	20	1450	100	7	140	35	755	705	1537	695	
"	50	20	1450	100	8	160	40	855	805	1637	750	

* Во фланцах штуцеров имеется по 8 отверстий диаметром 18 мм, расположенных по окружности диаметром 160 мм.

** Во фланцах штуцеров имеется по 8 отверстий диаметром 24 мм, расположенных по окружности диаметром 190 мм.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АЯП-5-50	50	20	1450	100	9	180	45	955	905	1737	805
"	50	20	1450	100	10	200	50	1055	1005	1837	860
"	50	20	1450	100	11	220	55	1155	1105	1937	915
АЯП-5-100*	50	20	1450	100	12	240	60	1255	1205	2037	970
"	100	27,5	1450	125	2	55	26	292	246	1298	760
"	100	27,5	1450	125	3	82,5	39	402	356	1408	840
"	100	27,5	1450	125	4	110	52	512	466	1518	920
"	100	27,5	1450	125	5	137,5	65	622	576	1628	1000
"	100	27,5	1450	125	6	165,0	78	732	686	1738	1080
"	100	27,5	1450	125	7	192,5	91	842	796	1848	1160
"	100	27,5	1450	125	8	220	104	952	906	1958	1240
"	100	27,5	1450	125	9	247,5	117	1062	1016	2068	1320
"	100	27,5	1450	122	10	275	130	1172	1126	2178	1400
"	100	27,5	1450	125	11	302,5	143	1282	1236	2288	1480
"	100	27,5	1450	125	12	330	156	1392	1346	2398	1560
АЯП-5-150**	150	35	1450	150	2	70	49	328	260	1327	943
"	150	35	1450	150	3	105	73,5	453	385	1452	1072
"	150	35	1450	150	4	140	98,0	578	510	1577	1201
"	150	35	1450	150	5	175	122,5	703	635	1702	1330
"	150	35	1450	150	6	210	147	828	760	1827	1459
"	150	35	1450	150	7	245	171,5	953	885	1952	1588
"	150	35	1450	150	8	280	196,0	1078	1010	2077	1717
"	150	35	1450	150	9	315	220,5	1203	1135	2202	1846
"	150	35	1450	150*	10	350	245	1328	1260	2327	1976

* Во фланцах штуцеров имеется по 8 отверстий диаметром 24 мм, расположенных по окружности диаметром 220 мм.

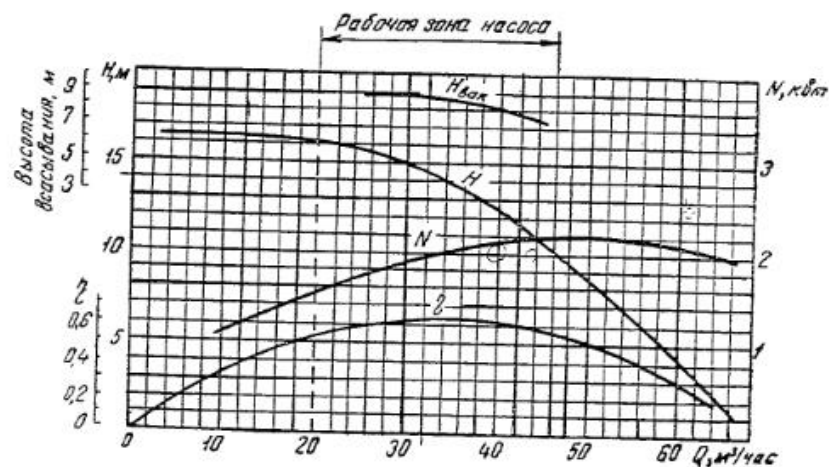
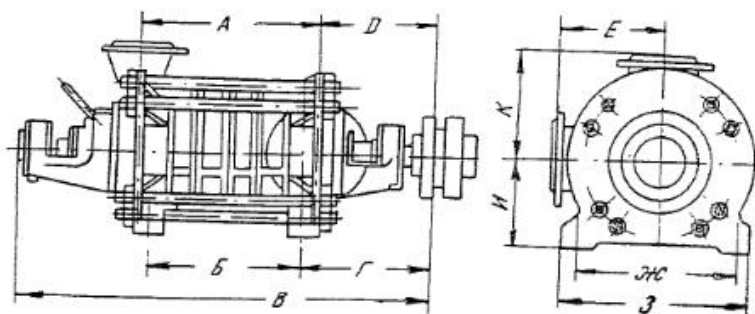
** Во фланцах штуцеров имеется по 8 отверстий диаметром 25 мм, расположенных по окружности диаметром 250 мм.

Окончание табл. 160

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АЯП-5-150	150	35	1450	150	11	385	269,5	1453	1385	2422	2104
"	150	35	1450	150	12	420	294,0	1578	1510	2577	2233
АЯП-5-300*	300	50	1450	200	2	100	136	375	310	1403	1252
"	300	50	1450	200	3	150	204	525	460	1553	1443
"	300	50	1450	200	4	200	272	675	610	1703	1634
"	300	50	1450	200	5	250	340	825	760	1853	1825
"	300	50	1450	200	6	300	408	975	910	2003	2016
"	300	50	1450	200	7	350	476	1125	1060	2153	2207
"	300	50	1450	200	8	400	544	1275	1210	2303	2398
"	300	50	1450	200	9	450	612	1425	1360	2453	2589
"	300	50	1450	200	10	500	680	1575	1510	2603	2780
"	300	50	1450	200	11	550	748	1725	1660	2753	2971
"	300	50	1450	200	12	600	816	1875	1810	2903	3152

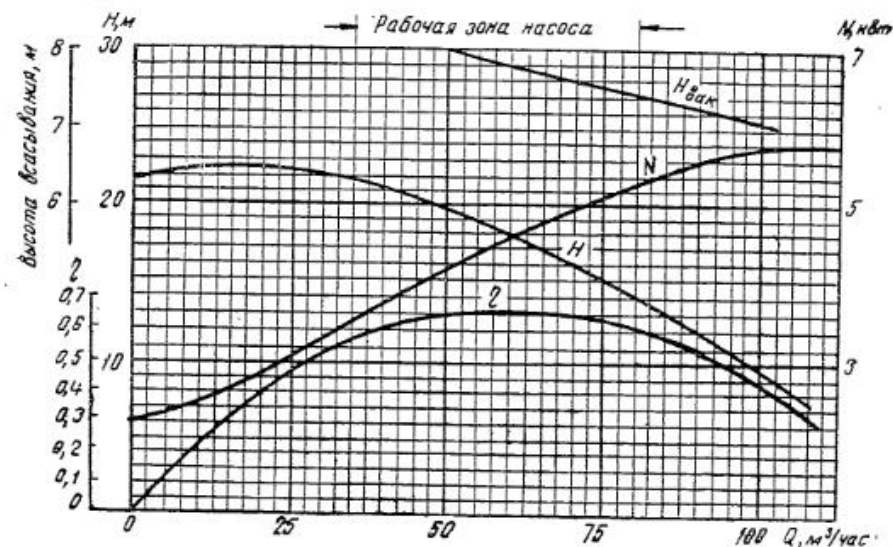
* Во фланцах штуцеров имеется по 12 отверстий диаметром 34 мм, расположенных по окружности диаметром 345 мм.

Марка насоса	Размеры насоса, мм						
	Г	Д	Е	Ж	З	И	К
АЯП-5-30	413	403	270	430	500	230	270
АЯП-5-50	417	403	330	500	580	270	330
АЯП-5-100	555	532	330	500	580	270	330
АЯП-5-150	555	527	415	650	750	370	415
АЯП-5-300	555	544	460	710	810	370	460



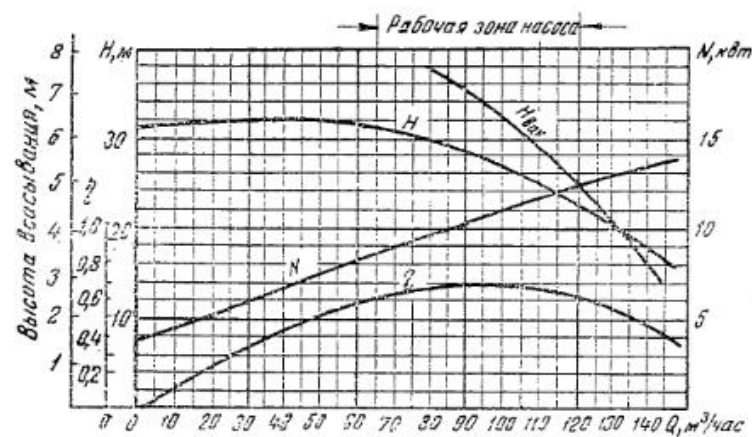
Фиг. 108

Графическая характеристика насоса АЯП-5-30



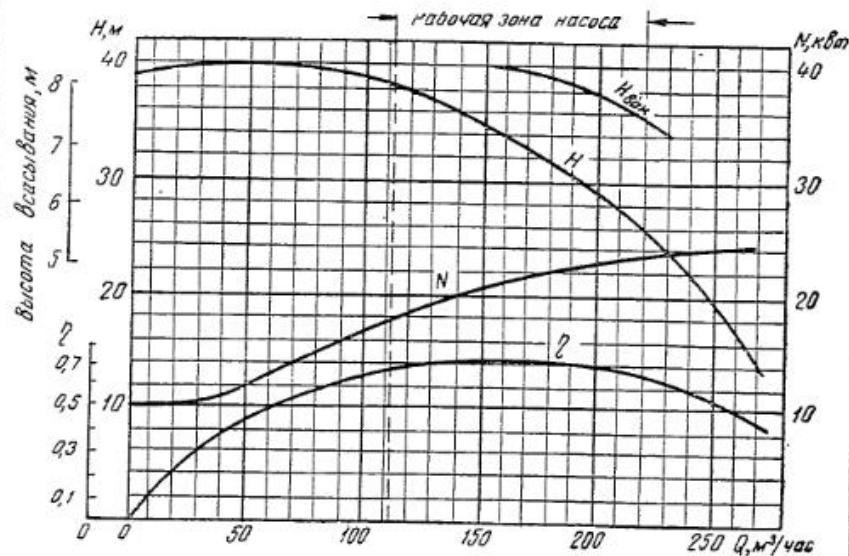
Фиг. 109

Графическая характеристика насоса АЯП-5-50



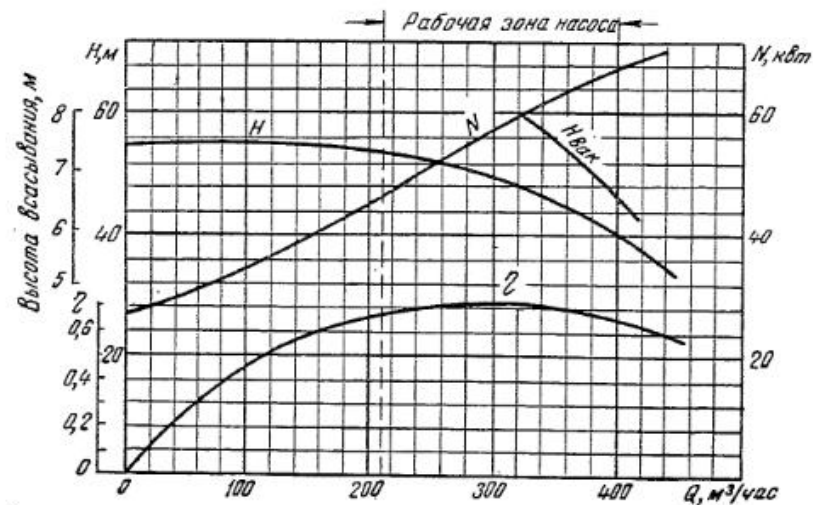
Фиг. 110

Графическая характеристика насоса АЯП-5-100



Фиг. 111

Графическая характеристика насоса АЯП-5-150

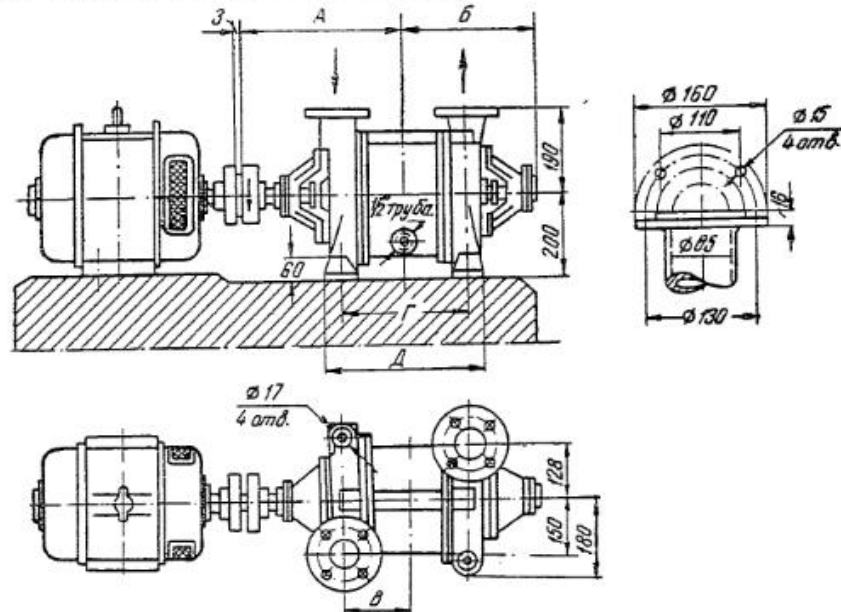


Фиг. 112

Графическая характеристика насоса АЯП-5-300

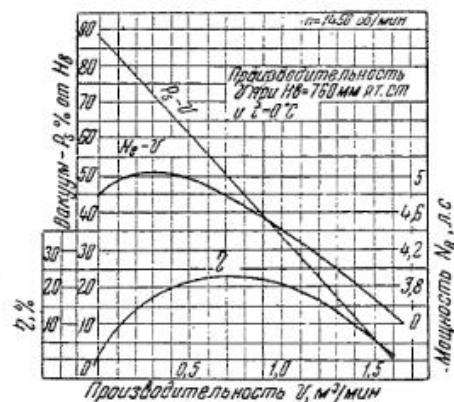
2. Водокольцевые вакуум-насосы типа РМК

В табл. 162—165 приведены технические данные и на фиг. 113, 114, 115, 116, 117 и 118 графические характеристики и габаритные размеры водокольцевых вакуумных насосов большой мощности типа РМК, выпускаемых заводом „Средазхиммаш“ (г. Чирчик, Ташкентской области).



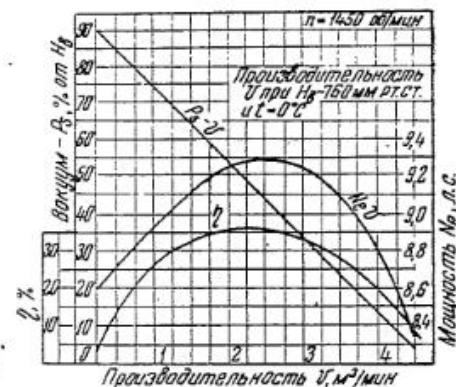
Фиг. 113

Водокольцевые вакуум-насосы типа РМК-1 и РМК-2



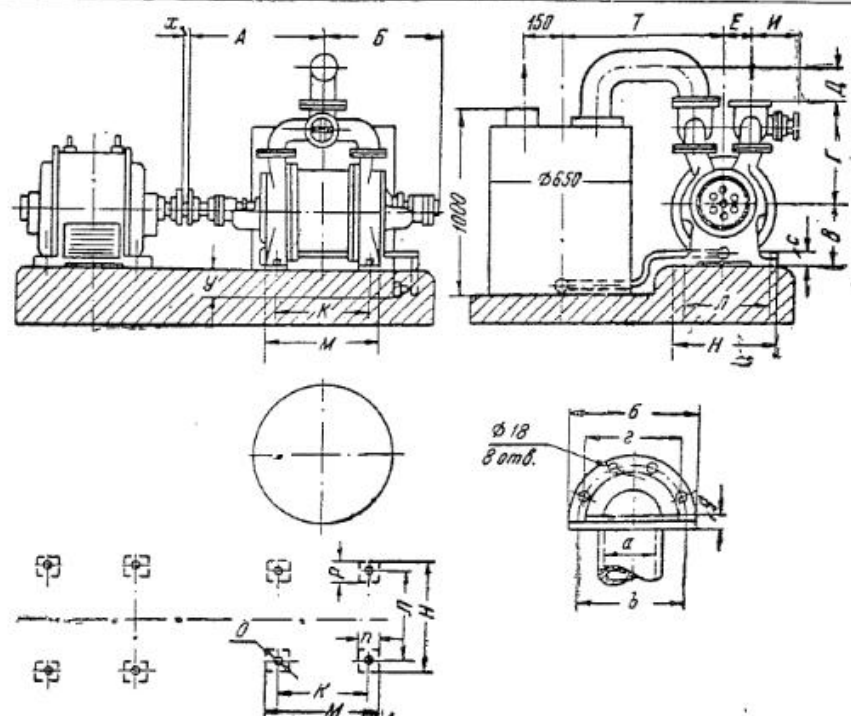
Фиг. 114

Характеристика вакуум-насоса РМК-1



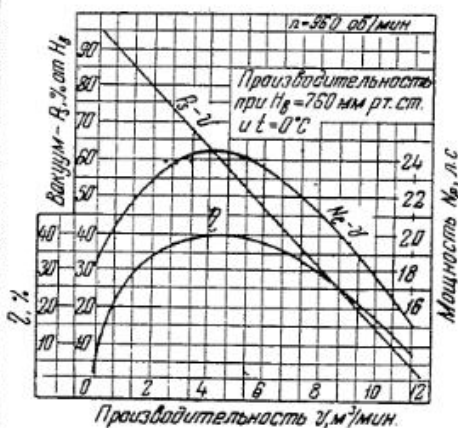
Фиг. 115

Характеристика вакуум-насоса РМК-2



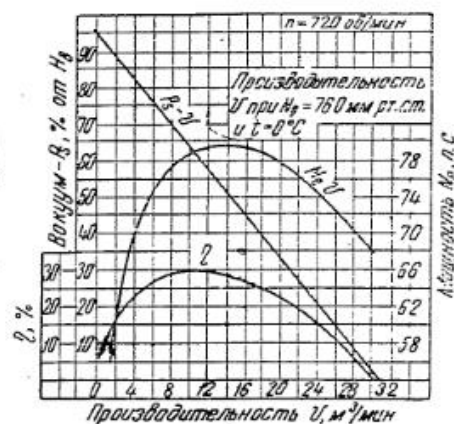
Фиг. 116

Водокольцевые вакуум-насосы РМК-3 и РМК-4



Фиг. 117

Характеристика вакуум-насоса РМК-3



Фиг. 118

Характеристика вакуум-насоса РМК-4

Содержание

Марки машин

	РМК-1	РМК-2	РМК-3	РМК-4
1	2	3	4	5
1. Завод-изготовитель	Завод „Средазхиммаш“			
2. Сжимаемая среда	Воздух			
3. Производительность, м³/мин, при вакууме 0	1,5	4,2	11,5	27,0
при вакууме 40%	0,88	2,4	6,8	17,6
при вакууме 60%	0,50	1,55	4,5	11,0
при вакууме 80%	0,15	0,60	2,0	5,0
при вакууме 90%	—	0,10	1,0	2,0
4. Максимально возможный вакуум, %	90	92	97	96
5. Число оборотов, об/мин	1450	1450	960	720
6. Потребляемая мощность эффективная (максимальная), л. с.	5,1	9,3	24,5	79
7. Привод	От электродвигателя через упругую муфту			
8. Расход воды, л/мин	10	20	60	100
9. Внутренний диаметр корпуса, мм	230	230	380	540
10. Диаметр ротора, мм	200	200	320	450
11. Ширина ротора, мм	90	220	320	520
12. Число лопаток, шт.	12	12	18	20
13. Эксцентриситет насоса, мм	12	12	20	35
14. Размеры штуцеров насоса, мм:				
всасывающих	65	65	125	170
нагнетательных	65	65	125	170
водяных	13	13	13	13
15. Подшипники:				
тип	Подшипники качения—шариковые			
количество, шт.	2	2	2	2
16. Водосборник, емкость общая, л	—	—	315	315
17. Размеры штуцеров сборника, мм:				
подающего воду	—	—	13	13
переливного	—	—	13	13
сливного	—	—	38	38
18. Габаритные размеры насоса, мм:				
длина	577	705	1215	1645
ширина	416	416	500	680
высота	390	390	790	1080
19. Приводной двигатель				
тип	Электродвигатель			
марка и завод-изготовитель	*	*	*	*
номинальная мощность, квт	4,5	10	29	70
номинальное число оборотов	1450	1450	960	720
напряжение	*	*	*	*

1	2	3	4	5
20. Вес общий: (без электродвигателя), кг: насос с арматурой (без воды)	86 86	101 101	535 461	1032 938
деталей общей сборки	—	—	17	27
насоса, заполненного водой	95	115	498	1083
водосборника с водой	—	—	200	200
приводного двигателя	*	*	*	*
21. Объем поставки:				
насос в собранном виде, шт.	1	1	1	1
вентиль воздушный, шт.	—	—	1	1
водосборник, шт.	—	—	1	1
Детали общей сборки:				
а) труба, шт.	—	—	1	1
б) труба для воды 1 1/2" с вентилем, компл.	—	—	1	1
в) болты и гайки М16, шт.	—	—	8	8
г) прокладки разные, шт.	—	—	3	3
Муфта упругая компл.	1	1	1	1
Электродвигатель, шт.	1	1	1	1

* Обязательными данными по электродвигателю является мощность и число оборотов, все другое могут изменяться.

Таблица 163

Габаритные размеры насоса РМК, мм

Марка насоса	А	Б	В	Г	Д	Вес, кг
РМК-1	320	255	85	190	270	86
РМК-2	385	320	160	320	400	101

Таблица 164

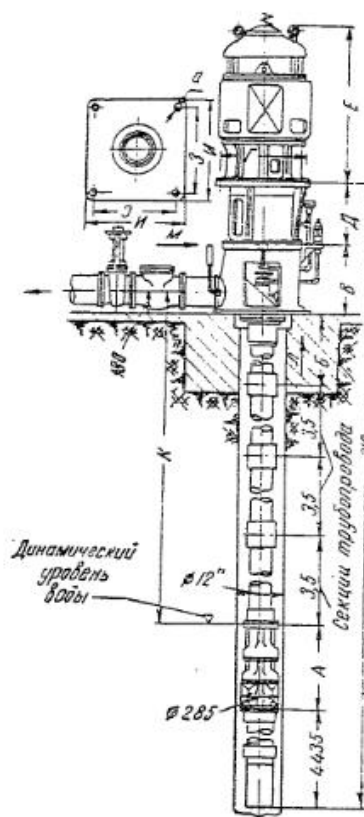
Размеры всасывающего патрубка, мм

Марка насоса	а	б	в	г	д
РМК-3	125	240	200	178	20
РМК-4	170	320	280	258	27

Таблица 165

Габаритные размеры установки, мм

Марка насоса	А	Б	В	Г	Д	Е	И	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Х	Вес, кг
РМК-3	680	535	300	490	230	130	240	430	430	520	500	25	90	90	35	500	180	7	533
РМК-4	905	740	425	655	300	165	275	730	580	875	680	35	150	120	85	1000	110	7	1032



§ 22. ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ МИНИСТЕРСТВА МАШИНОСТРОЕНИЯ СССР С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ

1. Артезианские насосы с электродвигателем над скважиной типа НА и А (фиг. 119 и табл. 166 и 167)

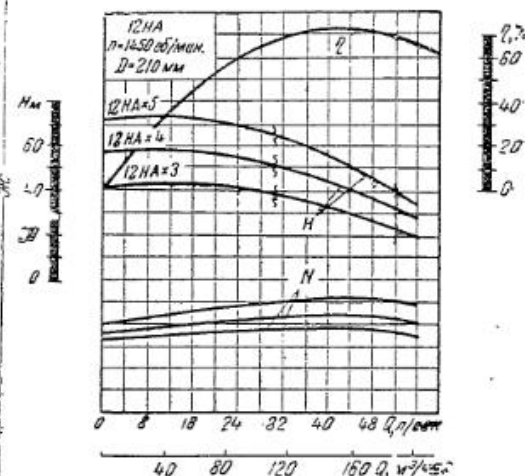
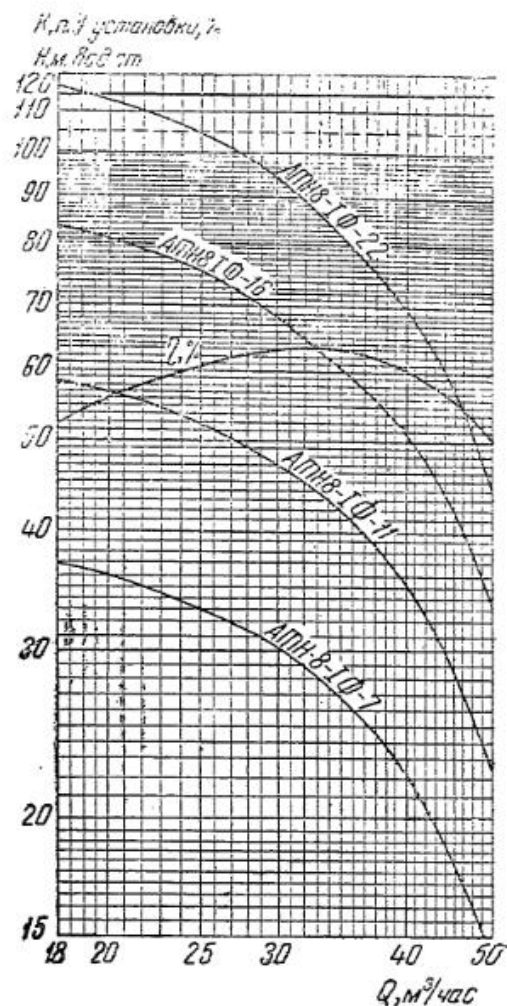
Фиг. 119
Артезианский насос типа НА

Таблица 166

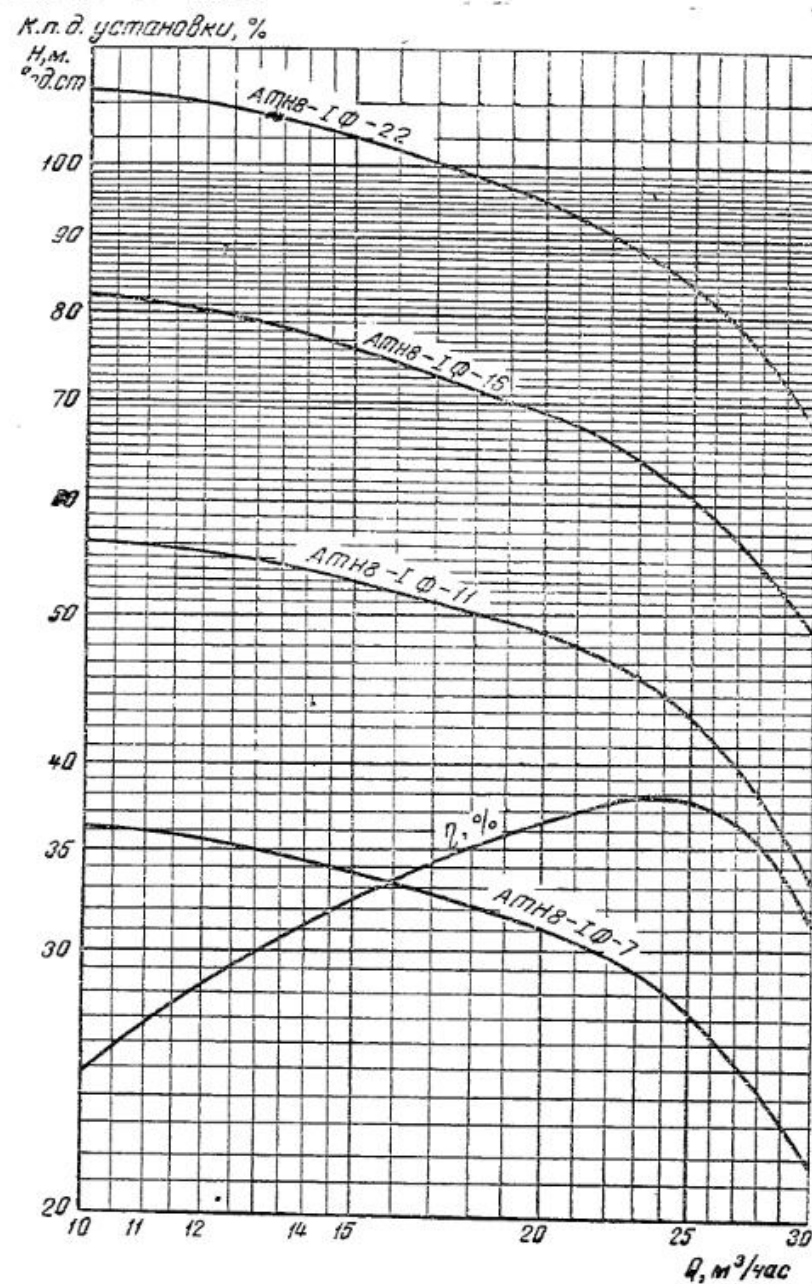
Марка насоса	Подача, м³/час	Полный напор, м	Число оборотов в мин.	Рекомендуемая мощность двигателя, кВт	Внутренний диаметр, мм		Количество колес	Габаритные размеры, мм			Вес, кг
					скважины	напорного патрубка		длина	ширина	высота	
12НА×3	150	33	1450	28	300	150	3	640	640	32500	730
12НА×4	150	44	1450	40	300	150	4	640	640	43300	775
12НА×5	150	55	1450	55	300	150	5	640	640	54000	810
12А-18×6	150	66	1450	75	300	150	6	800	800	75200	1288
12А-18×7	150	77	1450	75	300	150	7	800	800	75400	1324
12А-18×8	150	88	1450	75	300	150	8	800	800	107000	1375
20А-18×1	600	28	1450	90	500	250	1	1000	1000	25700	5200
20А-18×3	600	85	1450	230	500	250	3	1000	1000	80600	—
24А-18×1	1200	45	1450	230	600	300	1	1300	1300	42045	15000

На фиг. 121 и 122 приведены графические характеристики насосных установок АТН8-1Ф при различной работе.



Фиг. 121

Характеристика насосных установок АТН8-1Ф при работе на скважине с максимальным числом секций напорного трубопровода



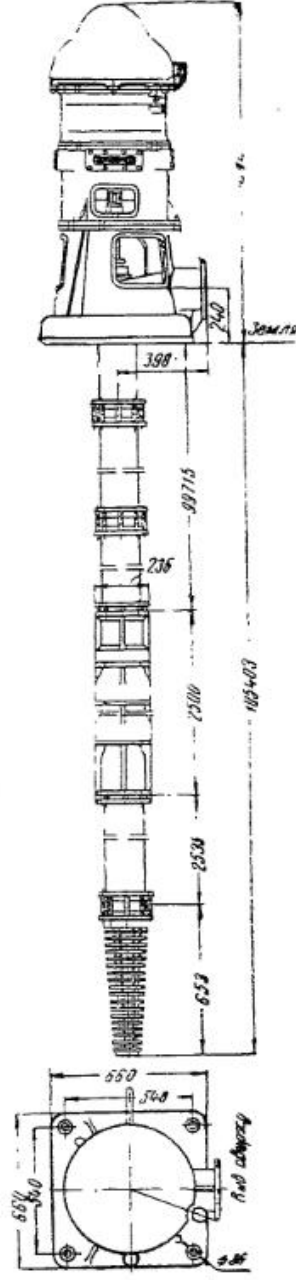
Фиг. 122

Характеристика ряда насосов АТН8-1Ф при работе насосов на второй подъем (без напорного трубопровода В)

3. Артезианские насосы с электродвигателем над скважиной типа АТН-10

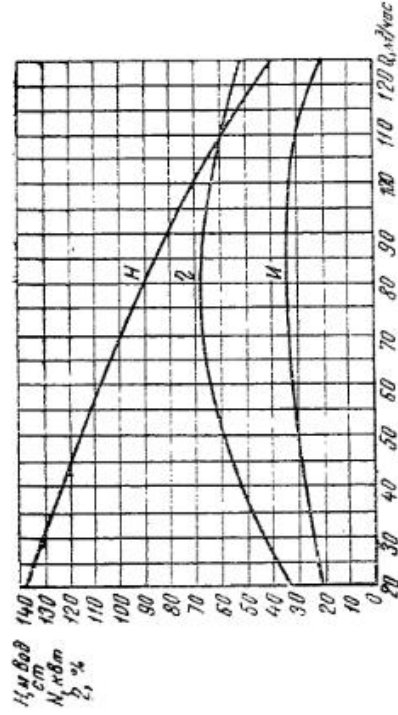
На фиг. 123 и 124 показаны общий вид насоса и его графическая характеристика. В табл. 169 приведены технические данные насоса АТН-10.

Заводы-изготовители: Кутанский машиностроительный завод Главстроймеханизации и Тульские монтажно-механические мастерские всесоюзной конторы "Союзшахтооснащение."



Фиг. 123

Артезианский насос АТН-10
(размеры в мм)



Фиг. 124

Графическая характеристика 12-ступенчатого насоса АТН-10

Таблица 169

Марка насоса	Производительность, м³/час	Напор, м	Тип рабочего колеса	Коэффициент быстроходности	Число рабочих колес	Наименьший диаметр осевых труб, дюймы	К. п. д.	Тип электродвигателя	Мощность электродвигателя, кВт	Число оборотов в минуту	Напряжение, в	Диаметр рабочего колеса	Диаметр напорного патрубков стальные	Диаметр напорных труб (в свету)	Диаметр трансмиссионного вала	Длина секции вала (труба)	Число секций вала	Расстояние в плане между фундаментами болтами привоной головки, мм	Диаметр отверстий в станине под фунда-ментные болты	Габаритная высота насоса ниже отметки поверхности земли, м	Габаритные размеры привоной головки с электродвигателем, мм	Вес привоной головки с двигателем, кг	Общий вес насосной установки, кг
АТН-10	60	110	Открытое, полуосевое	150	12	10	68	МА-204-1/4	37	1470	220/360	173	150	152	36	2550/2520	39	540 × 540	36	105,4	600 × 720 × 1494	512 5478	512 5478
АТН-10	70	100		150	12	10	68		37	1470	220/380	173	150	152	36		39		36	105,4		512 5478	512 5478
АТН-10	90	90		150	12	10	65		37	1470	220/380	17	150	152	36		39		36	105,4		512 5478	512 5478

Примечание. Учитывая возможность непрямолинейности скважины, рекомендуется принимать диаметр обсадной трубы равным 12".

4. Артезианские насосы с электродвигателем над скважиной типов АТН-14 и АТН-16

На фиг. 125 и 126 приведены общие виды, на фиг. 127 и 128 графические характеристики, а в табл. 170 и 171 технические данные насосов АТН-14 и АТН-16. Завод-изготовитель насосов АТН-14 и АТН-16—Государственный Союзный Московский завод № 2, (Москва, 164, I-ая Мытищинская ул., д. № 2).

Таблица 170

Марка насоса	Производительность, м³/час	Напор, м	Мощность электродвигателя, кВт	Число секций трубопровода и вала	Минимальный диаметр обсадных труб, дюймы	Вес, кг	мм			
							А	Г	Д	Е
АТН-14Р/2	240	32	40	15	14	5298	1790	39250	43°36	930
АТН-14Р/3	240	48	55	2	14	7159	1790	57550	62380	1183
АТН-14Р/4	240	64	75	30	14	9532	2080	78350	83442	1436
АТН-14Р/6	240	96	100	46	14	13703	2080	119950	128 548	1942

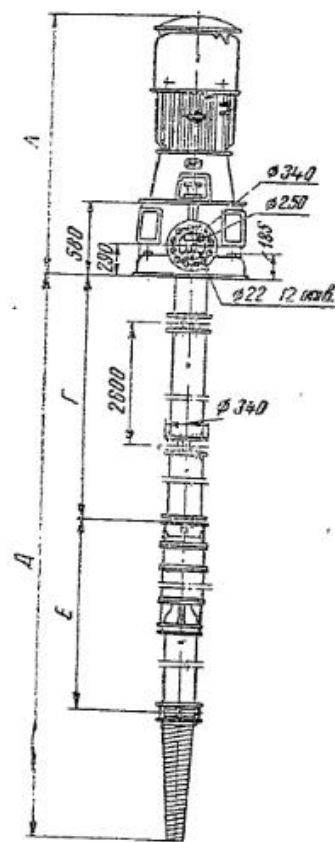
Таблица 171

Марка насоса	Производительность, м³/час	Напор, м	Мощность электродвигателя, кВт	Число секций трубопровода и вала	Минимальный диаметр обсадных труб, дюймы	Вес, кг	мм			
							А	Г	Д	Е
АТН-16Р/1	400	18,2	40	8	16	4402	1920	22790	27745	885
АТН-16Р/2	400	36,4	75	16	16	7512	2210	45190	50430	1170
АТН-16Р/3	400	54,6	100	24	16	10314	2210	67590	78115	1455
АТН-16Р/5	400	91	180	40	16	15887	2345	11390	118485	2025

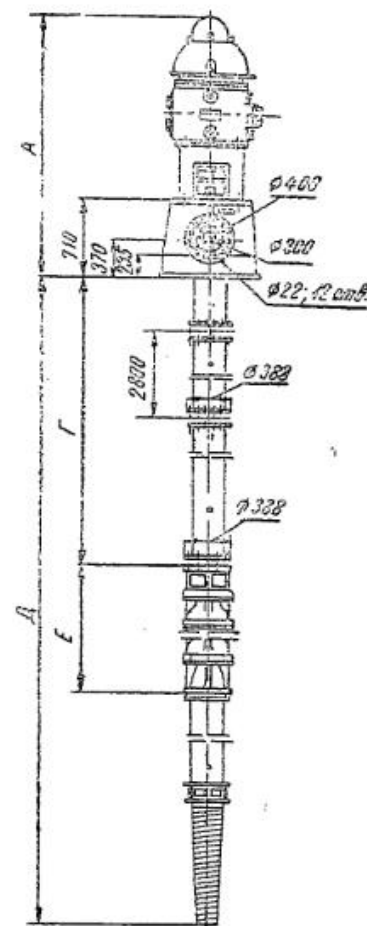
Примечания к табл. 170 и 171. 1. Нормально в качестве привода применяются электродвигатели типа ЭДП, изготавливаемые на базе электродвигателей единой серии АО с числом оборотов 1460.

2. В случае применения для насосов АТН-14Р/2, АТН-14Р/4, АТН-16Р/1 и АТН-16Р/2 электродвигателей типа ДАМВШ 114-4 и 115-4 мощностью соответственно 45 и 75 кВт размер А будет равен:

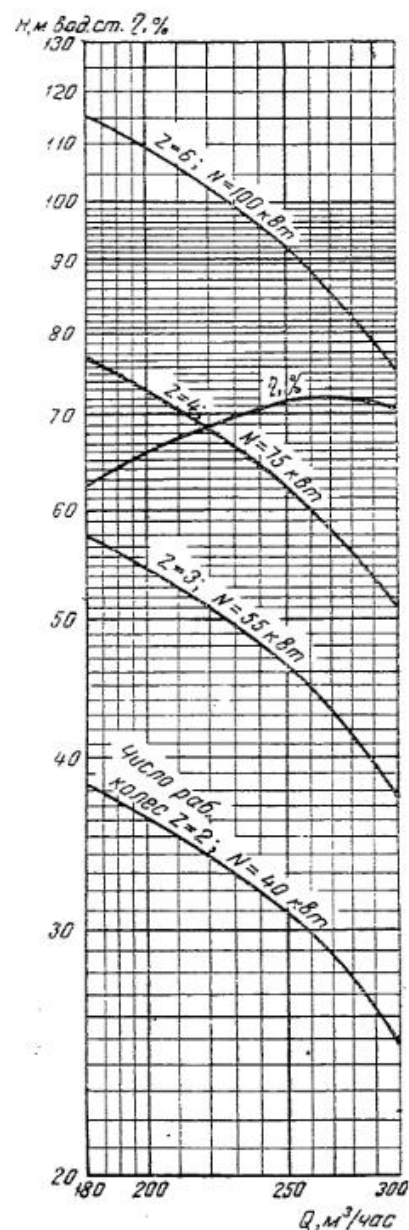
для насосов АТН-14Р/2 и АТН-14Р/4—2172 мм, для насосов АТН-16Р/1 и АТН-16Р/2—2302 мм.



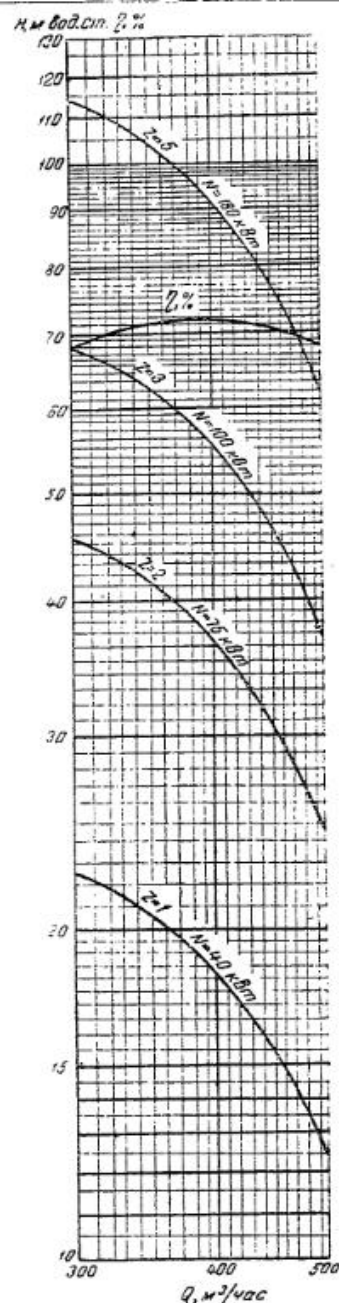
Фиг. 125
Артезианский насос АТН-14Р



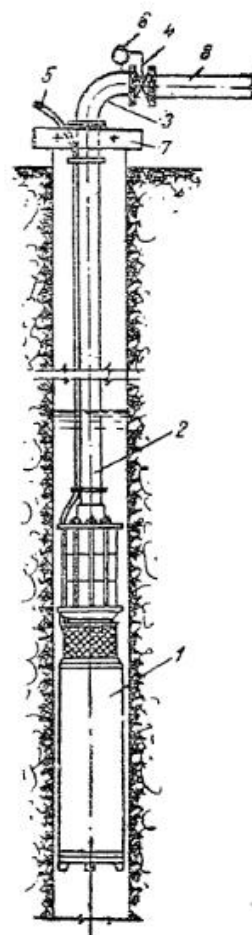
Фиг. 126
Артезианский насос АТН-16Р



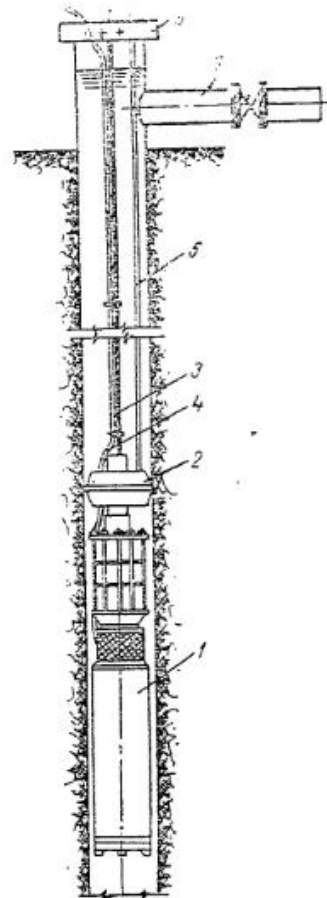
Фиг. 127. Графическая характеристика насоса АТН-14Р



Фиг. 128. Графическая характеристика насоса АТН-16Р



Фиг. 130
Установка агрегата ПМНЛ с подвесным трубопроводом
1—насос; 2—подвесной трубопровод; 3—колено; 4—защелка; 5—кабель; 6—манометр; 7—опорный хомут; 8—водостливный патрубок.



Фиг. 131
Установка агрегата ПМНЛ с устройством для подачи воды непосредственно внутри обсадной трубы
1—насос; 2—уплотнительное устройство; 3—стальной канат; 4—кабель; 5—трубка для замера д. водяного уровня; 6—опорный хомут; 7—водостливный патрубок.

5. Артезианские насосы с погружным электродвигателем типа ПМНЛ

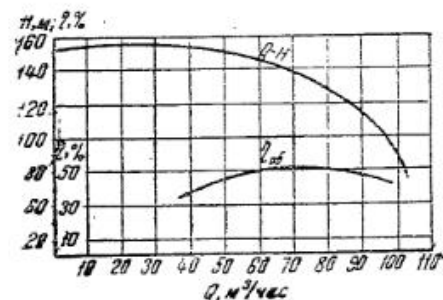
Новые насосы ПМНЛ (Погружной мотор-насос "Ленинград") по сравнению с выпускаемыми до сих пор глубинными насосами типа АТН обладают следующими преимуществами:

- 1) более высоким к. п. д.;
- 2) в несколько раз меньшим весом и основными размерами;
- 3) возможностью установки в искривленных скважинах;
- 4) они более просты в эксплуатации;
- 5) требуется значительно меньше времени на монтаж и демонтаж;
- 6) требуется меньше запасных частей и времени на ремонт;
- 7) возможностью подачи воды с больших глубин;
- 8) возможностью перевода на автоматическую работу.

На фиг. 129 показана конструкция, а в табл. 172 приведены технические данные насосов ПМНЛ. Завод-изготовитель насосов ПМНЛ—ремонтная база треста "Союзшахтоосушение" (г. Тула).

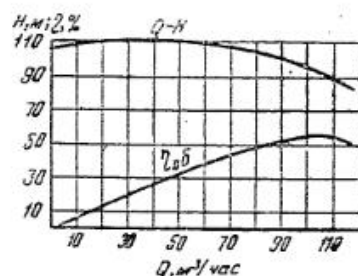
Спуск агрегата на требуемую глубину производится двумя способами:

- а) на трубах, присоединяемых к напорному патрубку, одновременно служащих для подачи воды на поверхность (фиг. 130).



Фиг. 132.

Характеристика насоса ПМНЛ-100×100



Фиг. 133.

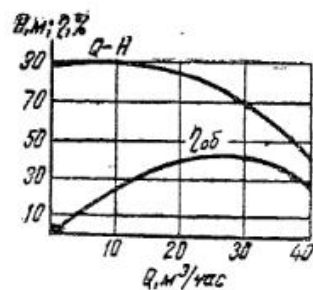
Характеристика насоса ПМНЛ-60×150

- б) на стальном канате, закрепляемом на особом устройстве у напорного патрубка насоса, позволяющем подавать воду непосредственно по обсадной трубе (фиг. 131).

На фиг. 132, 133 и 134 даны графические характеристики насосов ПМНЛ.

Таблица 172

Марка насоса	Производительность, м³/час			Напор, м			Тип рабочих колесов			Число рабочих колес			Наименьший диаметр обсадной трубы, дюймов			Диаметр напорного патрубка, мм			Асинхронный коротко-замкнутый, погружной, мокрый			Полухоронный кабельный пластикат			Мощность электродвигателя, кВт			Число оборотов в минуту			Напряжение, в			Общая длина агрегата, м			Общий вес агрегата (без кабеля), кг			Материал подшипников и подпятника электродвигателя			Смазка всех подшипников		
	ПМНЛ-100×100	ПМНЛ-66×150	ПМНЛ-30×80	100	150	80	3	5	5	12	12	8	125	100	75	125	100	75	Асинхронный коротко-замкнутый, погружной, мокрый	Полухоронный кабельный пластикат	10,5	2900	380	1480	160	420	396	2900	380	1738	420	396	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная							
	100	60	30	100	150	80	3	5	5	12	12	8	125	100	75	125	100	75	Асинхронный коротко-замкнутый, погружной, мокрый	Полухоронный кабельный пластикат	10,5	2900	380	1480	160	420	396	2900	380	1738	420	396	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная							
	100	60	30	100	150	80	3	5	5	12	12	8	125	100	75	125	100	75	Асинхронный коротко-замкнутый, погружной, мокрый	Полухоронный кабельный пластикат	10,5	2900	380	1480	160	420	396	2900	380	1738	420	396	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная							
	100	60	30	100	150	80	3	5	5	12	12	8	125	100	75	125	100	75	Асинхронный коротко-замкнутый, погружной, мокрый	Полухоронный кабельный пластикат	10,5	2900	380	1480	160	420	396	2900	380	1738	420	396	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная	Латунная							



Фиг. 134

Характеристика насоса
ПМНЛ-30X80

Мотор-насос ПМНЛ представляет собой агрегат, состоящий из секционного центробежного насоса и электродвигателя, валы которых соединены жесткой муфтой. Электродвигатель расположен внизу, насос — над ним.

В месте входа воды в насос расположена сетка всасывания, служащая для задерживания предметов, случайно попавших в скважину.

Опущенный в скважину агрегат ПМНЛ всегда находится под водой. Корпус электродвигателя всегда заполнен водой и во время работы вода непрерывно циркулирует по обмоткам, охлаждая их и смазывая подшипники.

Возможность работы электродвигателя под водой достигается за счет применения особой влагонепроницаемой изоляции на проводах обмотки, для которой непосредственное охлаждение водой является неперенным условием сохранения обмоткой высокой электрической прочности.

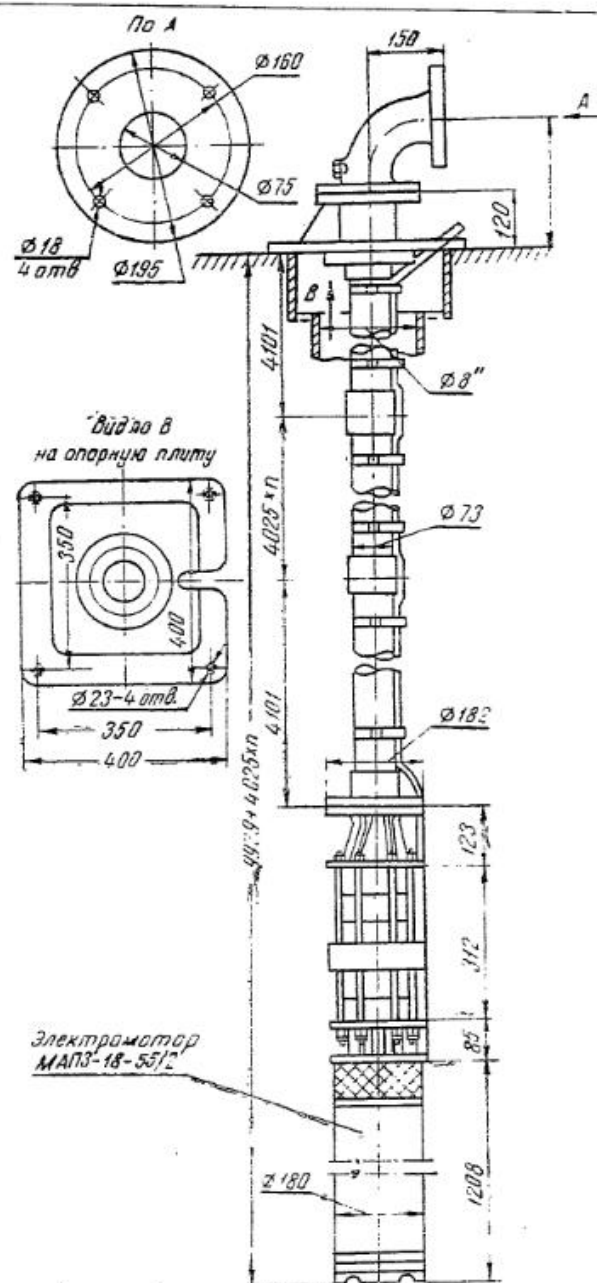
6. Артезианские насосы с погружным электродвигателем типа АП

Габаритные размеры этих насосов даны на фиг. 135, 136, 137 и 138, а технические данные — в табл. 173.

Завод-изготовитель — Насосный завод им. М. И. Калинина (г. Москва).

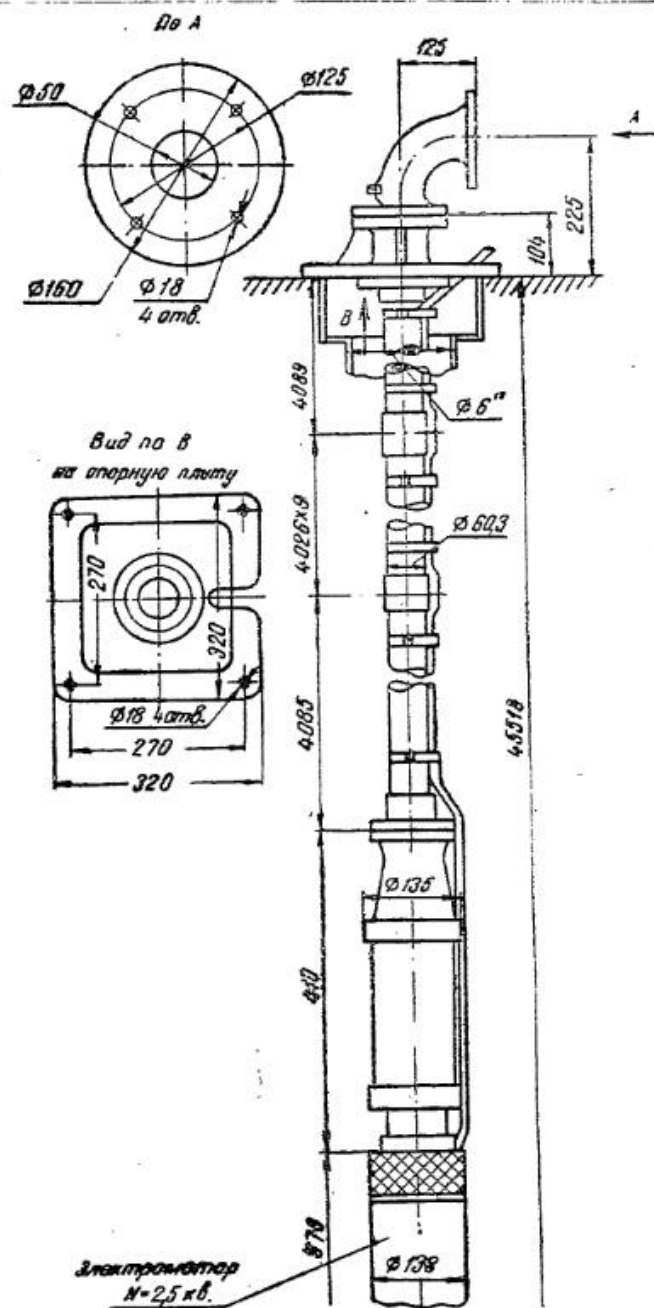
Таблица 173

Марка насоса	Производительность, м³/час	Напор, м	Число оборотов в минуту	Мощность, кВт
6АП-9×6	7,2	50	2950	2,5
8АП-9×6	18,2	95	2850	12,0
10АП-18×6	64,8	85	2880	35
12АП-18×2	196,0	59	2680	60



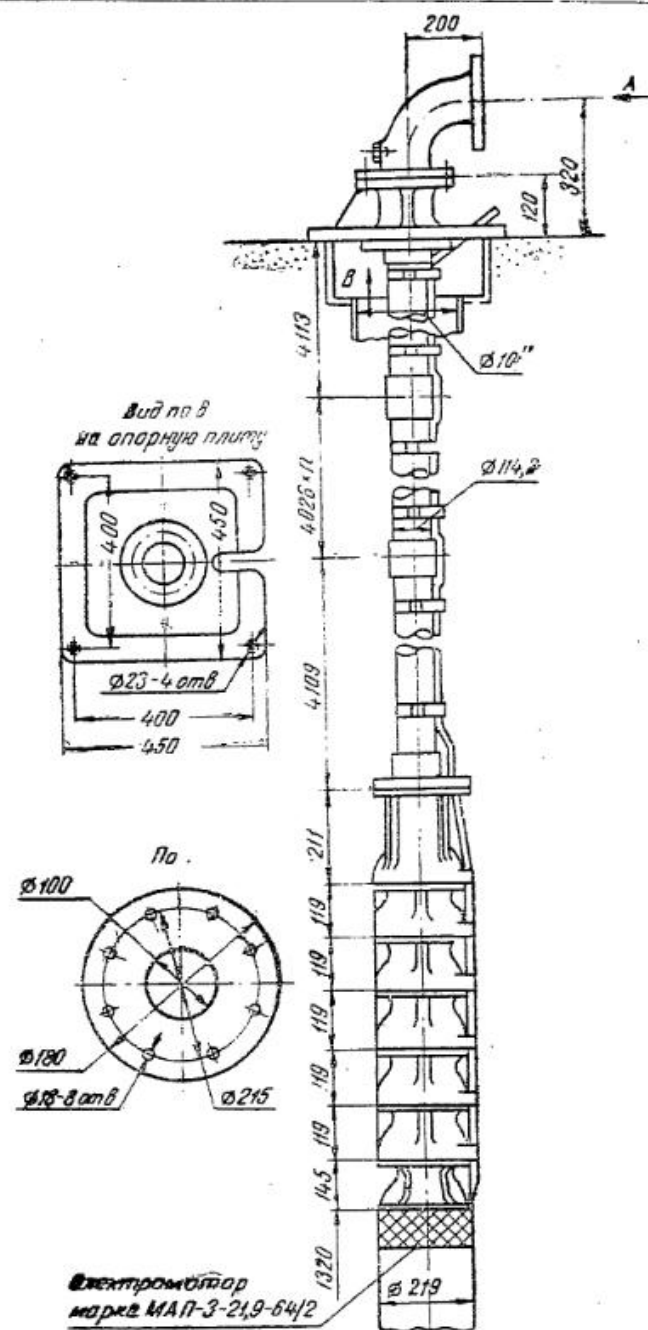
Фиг. 135

Артезианский погружной насос 6АП-9×6 (размеры в мм)



Фиг. 136

Артезианский погружной насос 9АП-9×6 (размеры в мм)



Фиг. 137

Артезианский погружной насос 10АП-18×6 (размеры в мм)

1. Штанговые насосы для подъема воды из скважин

В нефтяной промышленности для подъема воды из скважин часто употребляются глубинные насосы нормального ряда с шифром НГН и приводом их от станка-качалки, предназначенные для эксплуатации нефтяных скважин.

Техническая характеристика глубинных насосов НГН1 дана в табл. 174.

Насосы изготавливаются заводом им. Ф. Дзержинского Министерства нефтяной промышленности Азербайджанской ССР (г. Баку).

На фиг. 139 показан в разрезе насос НГН1. Индивидуальным приводом глубинного насоса служит станок-качалка.

Станки-качалки изготавливаются заводом „Бакинский рабочий“ Министерства нефтяной промышленности Азербайджанской ССР (г. Баку).

Технические данные станков-качалок нормального ряда приведены в табл. 175.

На фиг. 140 показан общий вид станка-качалки типа СКН-5-1812.

Ориентировочную область применения станков-качалок каждого типа можно определить по кривым, приведенным на фиг. 141.

Для откачки воды из водяных скважин механическая мастерская УМО (управление механического орошения) Апшерона в г. Баку изготавливает штанговые насосы системы „Байбак“.

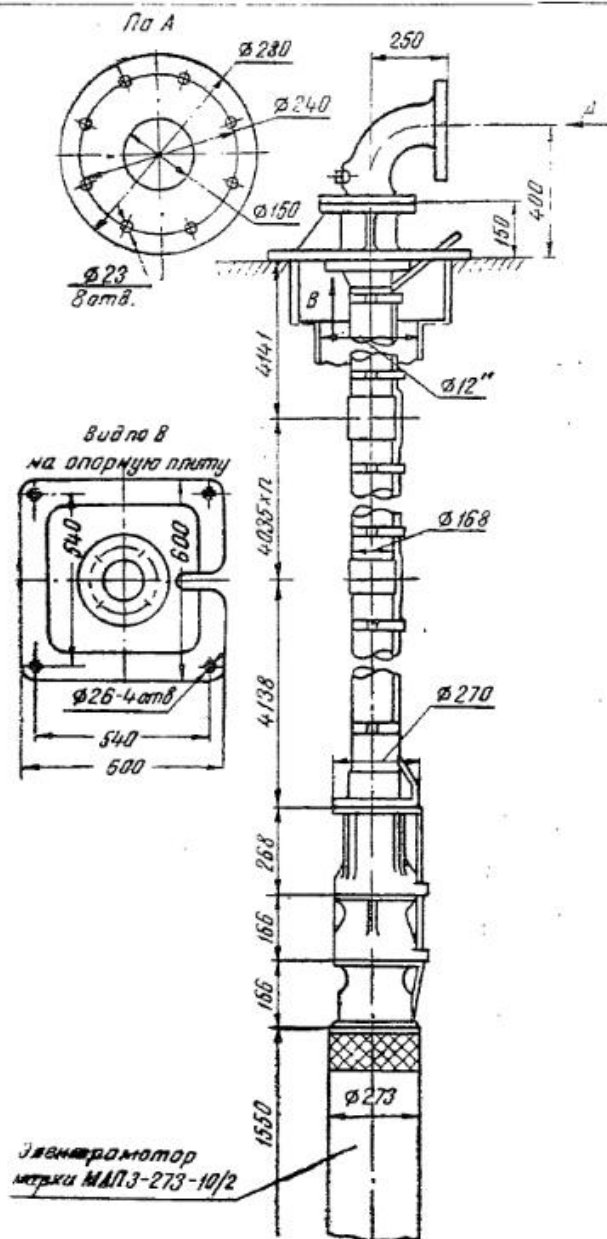
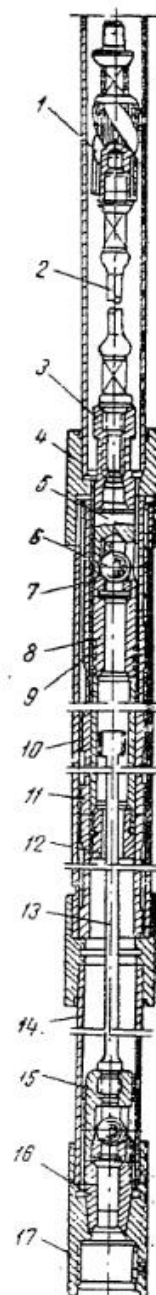
Технические данные насоса „Байбак“ приведены в табл. 176.

На фиг. 142 показана схема установки насоса Байбак-5 с качалкой системы БВХ. Основные характеристики штанговых насосов, выпускаемых другими заводами СССР, даны в табл. 177.

Фиг. 139

Насос НГН1

1—скребок-завихритель; 2—штанга-футовик; 3—муфта штанговая; 4—муфта плунжера; 5—клетка нагнетательного клапана; 6—шар; 7—седло; 8—шпилька; 9—штулка; 10—кожух; 11—плунжер; 12—наконечник плунжера; 13—шток захватный; 14—патрубок; 15—клетка всасывающего клапана; 16—конус; 17—седло конуса.



Фиг. 136

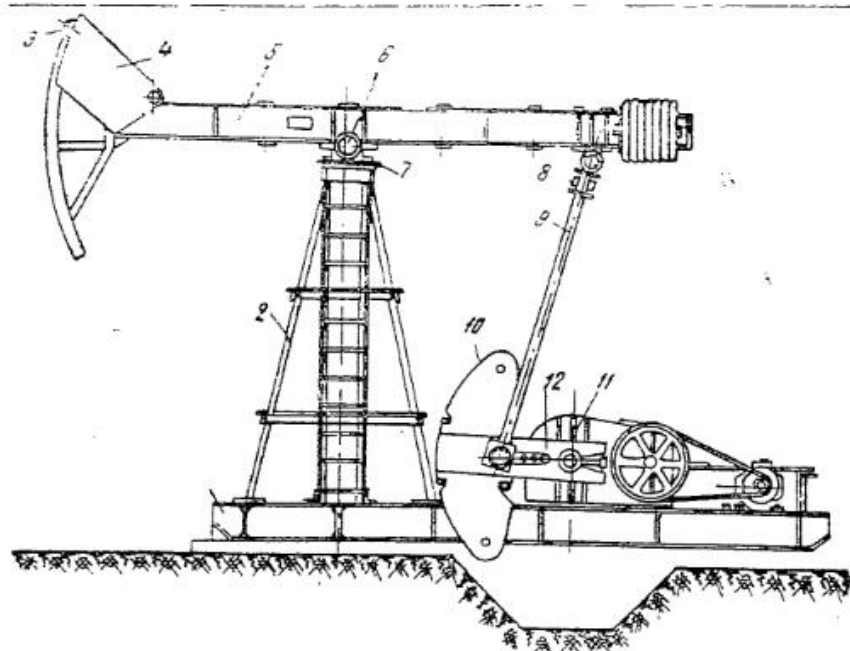
Артезианский погружной насос ИАП-18-2 (размеры в мм)

Таблица 174

Основное обозначение насоса	Диаметр насоса условный, мм		Ремонтный диаметр насоса		Длина хода пумпера, мм	Число втулок цилиндра	Запас длины хода пумпера, мм	Теоретическая производительность насоса при числе двойных ходов в минуту 10 и коэффициенте подачи, равном 1 м³/сут	Давление гидравлической опрессовки насоса на герметичность p, кг/см²	Предельная глубина спуска насоса, м	Диаметр насосных труб с гладкими концами, дюймы (ГОСТ 633-50)	Диаметр штани, присоединяемых к катке клапана или катке пумпера, мм	Диаметр шарика клапана, дюймы (ГОСТ 3722-47)	Диаметр		Вес (по основному диаметру насоса с гладким пумпером), кг
	от	до	от	до										мм		
НГН-28	28	28,25	28,3	29,0	900	9	345	8,0	120	1200	1 1/2	16	9/16	55	3020	30,7
	32	32,25	32,3	32,5	900	9	295	16,0	120	1200	1 1/2	16	1 1/16	55	3920	38,8
								20,8	120	1200	1 1/2	16	1	90	3920	29,3
НГН-32	32	32,25	32,3	32,5	900	9	295	18,8	120	1200	2	16	1	90	3020	73
	43	43,25	43,3	45,0	900	8	295	37,6	120	1200	2	16	1	90	3920	92
								44,0	120	1200	2	16	1	90	5120	117
НГН-56	56	56,25	53,3	58,0	900	8	300	32,0	100	1000	2 1/2	19	1 1/4	100	3020	92
	70	68,25	68,3	70,0	1800	11	300	64,0	100	1000	2 1/2	19	1 1/4	100	3920	113
								74,5	100	1000	2 1/2	19	1	100	4220	120
НГН-70	70	68,25	68,3	70,0	900	8	300	105,6	100	1000	2 1/2	19	1	100	5120	143
	95	93,25	93,3	96,0	1800	11	300	47,0	80	800	3	22	1 1/3	115	3090	126
								94,0	80	800	3	22	1 1/3	115	3990	153
НГН-95	95	93,25	93,3	96,0	3000	15	300	109,6	80	800	3	22	1 1/3	115	4290	162
					2100	12	300	156,7	80	800	3	22	1 1/2	115	5290	190
								176,0	65	650	4	25	2	145	4260	235
					2100	12	300	205,0	65	650	4	25	2	145	4560	249
					3000	15	300	294,0	65	650	4	25	2	145	5460	297

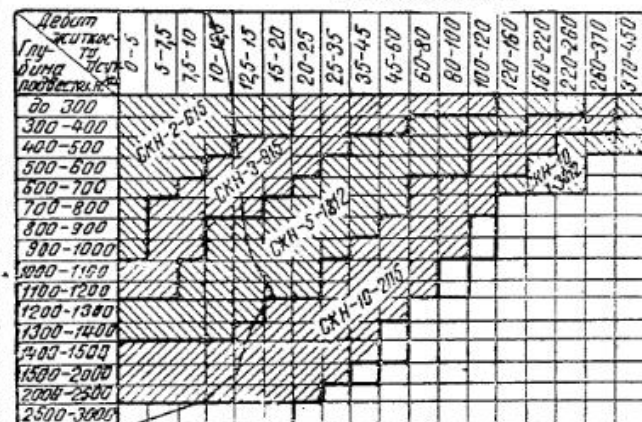
Таблица 175

Тип станка-качалки	Максимальная нагрузка на головку балансира, т	Длина хода полированного штока, мм	Число качаний	Длина переднего плеча балансира, мм	Максимальная мощность электромотора, кВт	Габаритные размеры, мм			Вес, кг		
						длина	ширина	высота	контргруза	педуктора	Общий вес станка (без электромотора)
СКН-2-615	2	600, 450, 300	15, 12, 9, 5	740	2	2950	1020	1700	800	430	1840
СКН-3-906	3	900, 750, 600, 450	6, 5, 4, 0	1200	2	4780	1370	3400	960	425	2600
СКН-3-915	3	900, 750, 600, 450	15, 10, 7	1500	6	5300	1400	3550	590 (на балансирах) 1040 (на кривошипах)	900	4500
СКН-5-1812	5	1800, 1500, 1200, 900	12, 9, 6	3000	20	8140	1880	6120	1750 (на балансирах) 2300 (на кривошипах)	2000	11100
СКН-10-2115	10	2100, 1800, 1500, 1200	15, 12, 9	3300	36	9600	2100	5500	4520	3230	15800
СКН-10-3012	10	3000, 2400, 1800, 1200	12, 9, 6	4500	50	11400	2380	7100	3800	4700	18000



Фиг. 140
Станок-качалка СКН-1812

1—рама; 2—стойка; 3—подвеска полированного штока; 4—головка балансира; 5—балансир;
6—подшипник; 7—плита; 8—траверса; 9—шатун; 10—противовес; 11—редуктор; 12—кривошип;
13—ось балансира.



Фиг. 141
Кривые областей применения станков-качалок нормального ряда

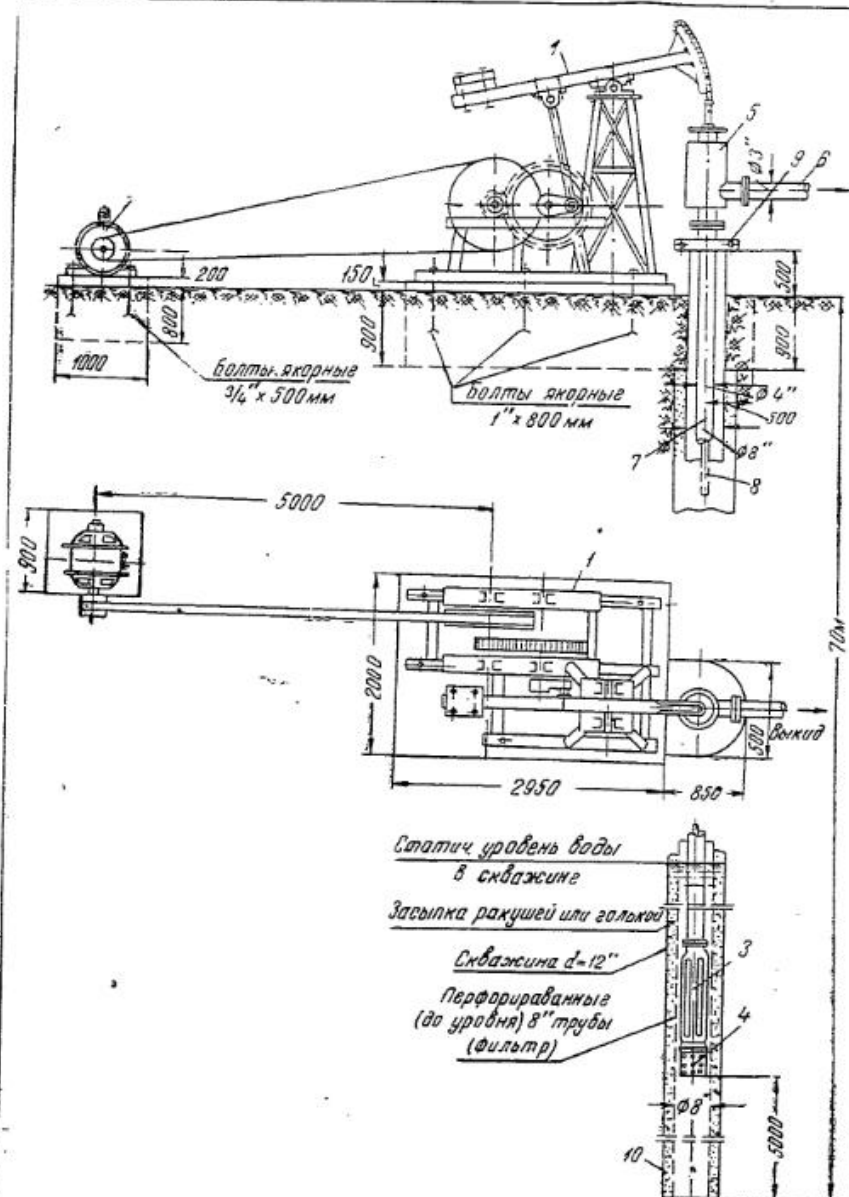
Тип насоса	Внутренний диаметр цилиндра, мм	Высота цилиндра, мм	Ход поршня, мм	Число качаний в мин.	Производительность насоса, л/сек	Высота подъема воды из скважины, м	Мощность электродвигателя, кВт	Число оборотов электродвигателя, об/мин.	Диаметр шкива электродвигателя, мм	Диаметр приемно-выбрасных труб, мм
Поршневой, одностороннего действия	133	860	360	24	2,0	50-60	10	970	120	100
То же	133	1800	1200	24	6,3	50-60	12	970	120	100

Примечания. 1. Насос выше уровня земли воду не подает.
2. Привод насоса осуществляется с помощью металлической качалки системы БВХ (Бакводхоза), изготовляемой по типу станков-качалок СКН.
3. Соотношение передаточных шестерен у качалки 1:5,5.

Таблица 177

Марка насоса	Диаметр цилиндра, мм	Ход поршня, мм	Число ходов в минуту	Производительность, м³/час	Мощность, л. с.	Высота подъема воды, м, при указанной мощности
Бурвод III	92	170-300	25-40	1,5-4,3	1,6-3,6	35
"	145	170-300	25-40	3,8-11,7	3,7-8,9	35
Водотопстрой	75	500	18-22	1,9-2,4	2,5	50
"	98	800	18-22	4,5-5,0	3,5	30-40
"	98	500	18-22	3,2-4,5	8	70-80
"	142	1000	16-18	11,9-16,2	18	80-110
"	142	800	18-22	9,6-13,5	12	40-60
"	190	1000	16-18	21,5-23,2	18	60-70
"	190	800	18-20	17,2-24,5	12	20-30
"	230	1000	16-18	35,8-40,2	16	30-40

Заводами Министерства сельского хозяйства СССР изготавливаются штанговые насосы, технические данные которых приведены в табл. 178.



Фиг. 142

Схема установки штангового насоса марки Байбак-5-6 с качалкой системы БВХ

1—качалка системы БВХ; 2—электродвигатель; 3—насос поршневой Байбак-5-6; 4—приемный клапан; 5—воздушный баллон; 6—отводная труба; 7—выкидная труба; 8—штанги; 9—хомут; 10—обсадная труба.

Таблица 178

Подача, м ³ /час	Давление нагнетания, кг/см ²	Число оборотов в мин.	Рекомендуемая мощность двигателя, кВт	Диаметр цилиндра, мм	Ход поршня, мм	Число цилиндров	Марка насоса	Внутренний диаметр трубы, мм		Габаритные размеры, мм			Вес, кг
								входных	напорных	ширина	длина	высота	
3,5	6	50—60	2,8	75	150	1	НПП-3,5	38	38	200	405	666	348
3,6	1,5	60	1,7	75	150	1	штанговый	35	38	180	355	664	122

Примечание. Вес насоса дан с приводом.

Машиностроительный завод Главного управления Сельскохозяйственного Машиностроения (г. Станислав) изготавливает колодезные водяные насосы КВН1. Техническая характеристика насоса КВН1 приведена в таб 179.

Таблица 179

Производительность насоса, м ³ /час	Высота подъема	Высота высасывания	Мощность двигателя, кВт	Диаметр цилиндра		Число ходов поршня	Объемный к. п. д.	Полный к. п. д.	Число оборотов приводного шкива, об/мин.	Диаметр приводного шкива, мм	Вес насоса с приводом, кг
	м	м		мм	мм						
4,5	50	4,5	1,5	100	150	50	0,85—0,95	0,5—0,6	200	650	315

Насосом КВН1 можно производить подъем воды из колодцев глубиной до 25 м одно- и многоступенчатый подъем воды из низко расположенных водоемов на более высокое расположение; подачу воды в любую точку, находящуюся не выше 30—40 м относительно водной базы.

Схема установки насоса КВН1 в колодце приведена на фиг. 143.

Механическая мастерская Управления механического орошения (УМО) Апшерона (г. Баку) изготавливает штанговые насосы для подъема воды из шахтных колодцев.

Техническая характеристика этих насосов приведена в табл. 180.

Таблица 180

Марка насоса	Производительность, м ³ /час	Напор (высота подъема воды до поверхности земли), м	Внутренний диаметр рабочего цилиндра	Внутренний диаметр вспомогательного цилиндра	Высота цилиндра	Число качаний в минуту	Длина приемной трубы (D=100 мм), м	Мощность электромотора, кВт	Число оборотов электромотора в минуту	Диаметр шкива у электромотора	Диаметр рабочего шкива качалки	Соотношение передаточных шестерен качалки	Ход поршня, мм
			мм							мм			
Е-2	15,0	60	150	106	800	23—24	6,0	10—12	970	120	900	15,5	360

Привод осуществляется с помощью металлической качалки системы БВХ, изготавливаемой мастерскими УМО Апшерона по типу станков-качалок СКН без балансира, с кривошипом.

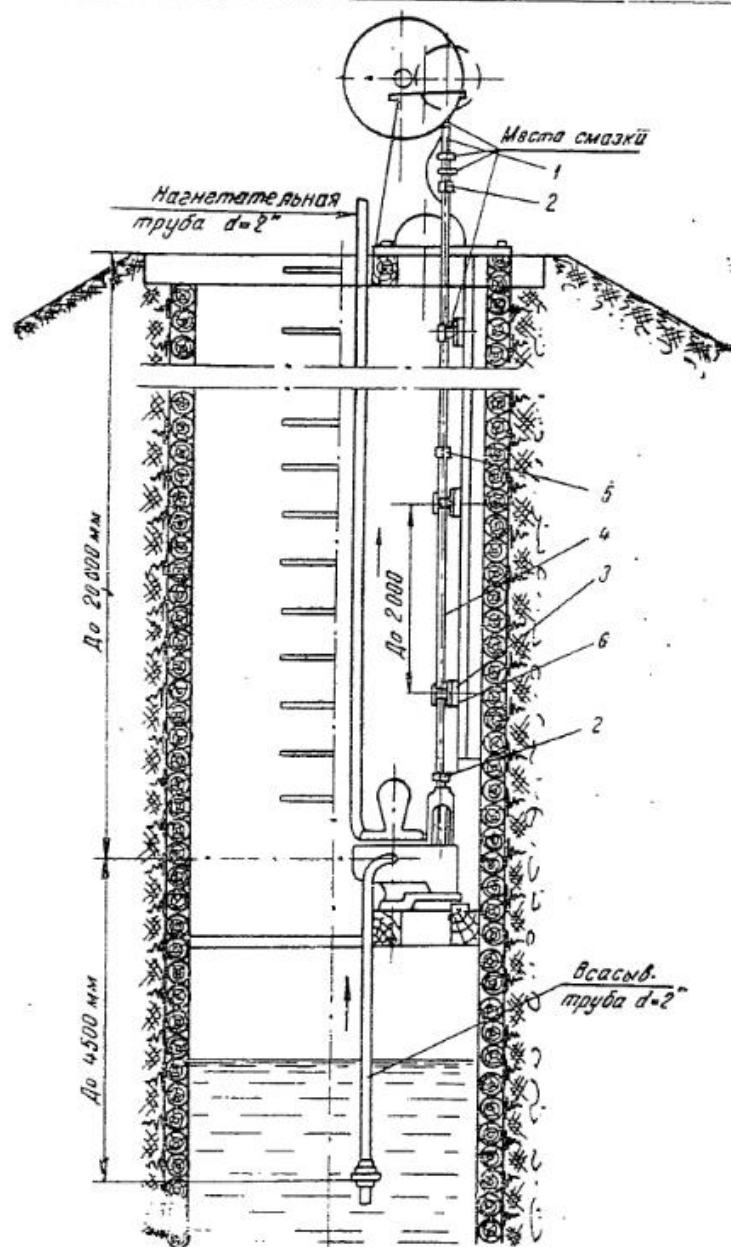
2. Подвесные шахтные насосы

Для подъема воды из колодцев может быть применен подвесный шахтный насос 5ПШ-11×27 в виде агрегата, состоящего из центробежного насоса и электродвигателя, смонтированных в одной общей подвесной сварной клетке—раме.

Смонтированный агрегат подвешивается на тросс, перекинутый через блок, имеющийся в верхней части рамы.

По мере необходимости насос может быть поднят или опущен на требуемую по условиям работы высоту. Насосы указанного типа выпускают заводы Министерства машиностроения СССР.

Схема насоса 5ПШ-11×27 дана на фиг. 144, а данные о нем приведены в табл. 181.



Фиг. 143

Схема установки в колодце насоса КВН1

1—дополнительный шток привода; 2—переходная муфта; 3—роликовая обойма; 4—штанга; 5—соединительная муфта; 6—деревянная прокладка.

Таблица 181

Марка насоса	Подача		Полный напор, м	Число оборотов в минуту	Мощность, квт		К. п. д. насоса	Диаметр рабочего колеса, мм	Общий вес, кг
	м³/час	л/сек			на валу насоса	Электродвигатель (реком.-дусый)			
5ПШ-11×27	60	16,6	218		50		74		
	80	22,2	163	1450	52	75	68	175	3662
	100	27,7	95		47		55		

3. Винтовые насосы

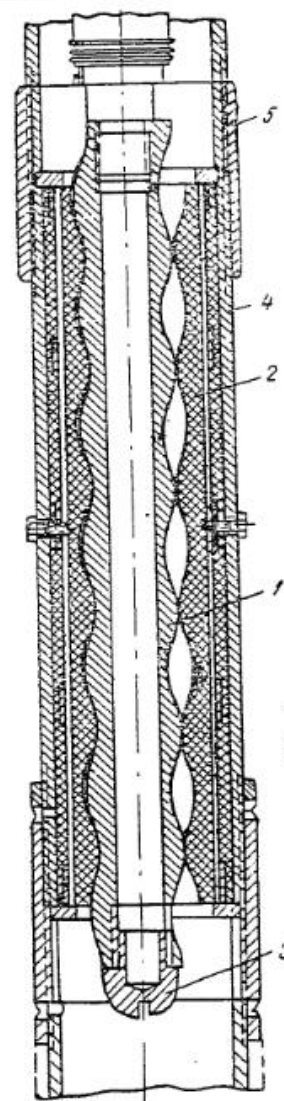
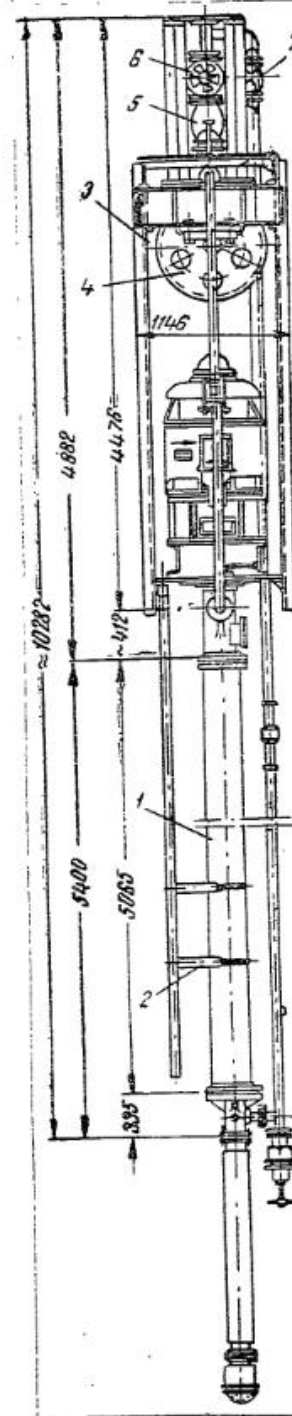
Государственный союзный Московский завод Главстроймеханизации (Москва, 164, 1-я Мытищинская улица, д. № 2) изготавливает одновинтовой насос, предназначенный для откачки воды из скважин небольшого диаметра.

Техническая характеристика насоса приведена в табл. 182.

Таблица 182

Производительность, м³/час	Напор, м	Наибольший коэффициент полезного действия	Мощность электродвигателя, квт	Число оборотов электродвигателя, об/мин	Наибольший диаметр обсадных труб скважины, дм	Наибольший диаметр части насоса, помещаемой в скважину, мм	Габаритные размеры надземной части насоса, мм			Общий вес установки при глубине 100 м, кг
							высота	ширина	длина	
15,2	100	0,47	13	1460	7	152	1310	520	540	3700
15,7	90	0,47	13	1460	7	152	1310	520	540	3700
16,2	80	0,47	13	1460	7	152	1310	520	540	3700

Общий вид насоса и его рабочие органы приведены на фиг. 145 и 146.



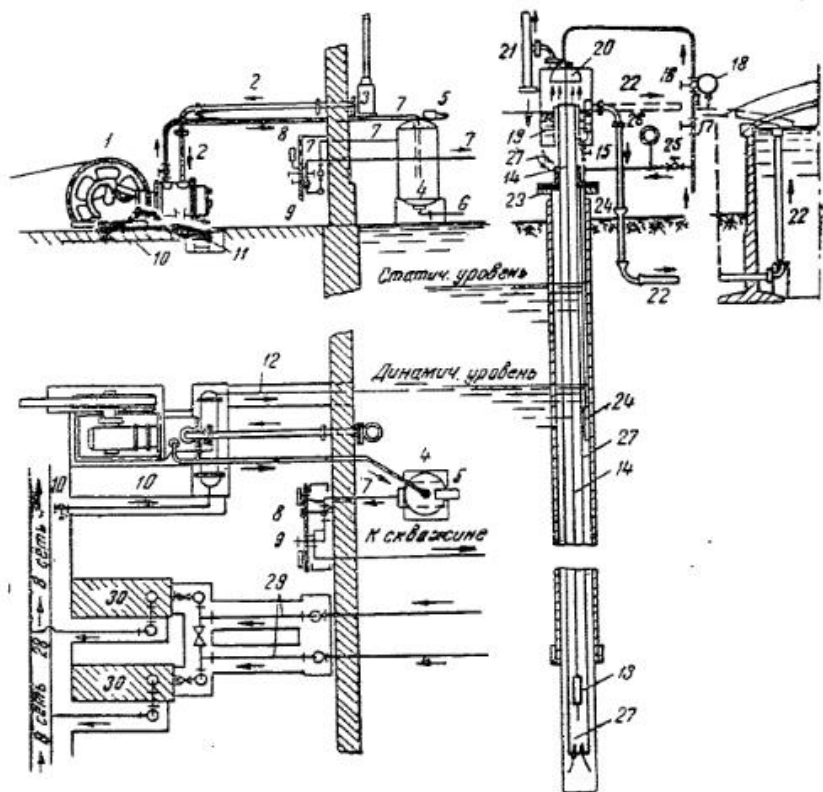
Фиг. 146
Винтовой насос ВАН-7
(рабочие органы насоса)
1—ротор (винт); 2—статор (обойма); 3—наконечник ротора;
4—корпус рабочей части;
5—муфта.

Фиг. 144
Схема насоса 5ПШ-11×27
1—насос; 2—крепление лестницы; 3—рама (клеть);
4—подвесной ролик-блок; 5—обратный клапан; 6—задвижка насоса; 7—задвижка байпаса;

§ 24. ОБОРУДОВАНИЕ СКВАЖИН ЭРЛИФТНОЙ УСТАНОВКОЙ

Схема оборудования скважины эрлифтной установкой представлена на фиг. 147. Коэффициент погружения форсунки K , т. е. отношение глубины погружения форсунки H к глубине динамического уровня h , считая от уровня излива, не должен выходить из пределов 1,8—3,5 или

$$K = \frac{H}{h} = 1,8 - 3,5.$$



Фиг. 147

Схема эрлифтной установки

1—компрессор; 2—воздушные всасывающие трубы; 3—фильтр для воздуха; 4—ресивер; 5—предохранительный клапан; 6—кран для спуска масла и воды; 7—воздухопроводы; 8—шланг управления воздухом; 9—пусковой вентиль; 10—вода для охлаждения компрессора; 11—холодильник компрессора; 12—спуск отработанной воды; 13 и 14—воздушные трубы; 15—кран для взятия пробы воды; 16—запорный кран для воздуха; 17—регулирующий кран; 18—манометр для сжатого воздуха; 19—приемный бачок; 20—отражатель; 21—выпуск отработанного воздуха; 22—водоподъемные трубы; 23—опорный фланец; 24—пневматический указатель уровня воды в скважине; 25—кран пневматического указателя уровня; 26—манометр пневматического указателя уровня; 27—водоподъемные трубы; 28—напорные трубы; 29—всасывающие трубы из резервуара к насосам; 30—насосы второго подъема.

Удельный расход воздуха, т. е. необходимое количество воздуха для подачи 1 м³ воды, определяется по формуле

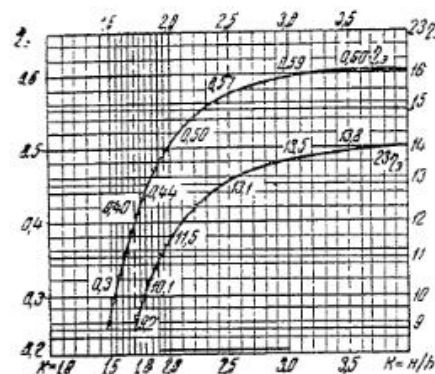
$$V_0 = \frac{h}{23 \eta_s \lg \frac{h(K-1)+10}{10}} \text{ м}^3,$$

где h —глубина динамического уровня воды в скважине от уровня излива, м;

K —коэффициент погружения форсунки;

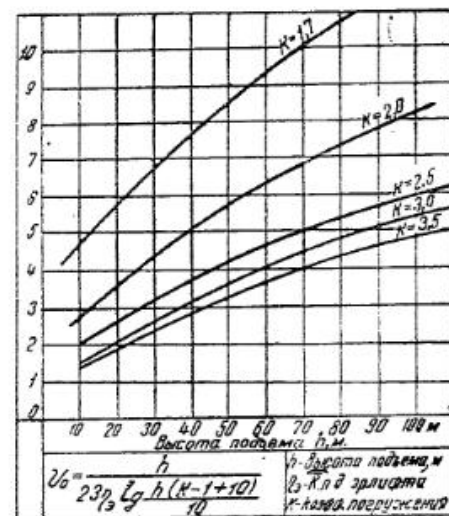
η_s —коэффициент полезного действия эрлифта без учета к. п. д. компрессора;

Коэффициент полезного действия эрлифта— η_s и $23 \eta_s$ могут быть определены по графику на фиг. 148.



Фиг. 148

График для определения η_s и $23 \eta_s$



Фиг. 149

График для определения удельного расхода воздуха

Расход воздуха, необходимого для подъема заданного расхода воды, определяется по формуле

$$W = 0,017 Q \cdot v_0 \text{ м}^3/\text{мин},$$

где Q —заданный расход воды, м³/час.

На фиг. 149 приведен график для определения удельного расхода воздуха.

Давление сжатого воздуха p_0 для пуска эрлифта в работу определяется по формуле

$$p_0 = 0,1 (hK - h_0 + 2) \text{ кг/см}^2,$$

где h_0 —глубина статического уровня, м;

h —глубина динамического уровня, м;

K —коэффициент погружения форсунки.

Рабочее давление воздуха во время работы эрлифта определяется по формуле

$$p = 0,1 [h (K - 1) + L_p] \text{ кг/см}^2,$$

где L_p —сумма потерь давления воздуха от компрессора до форсунки, кг/см². При небольшом расстоянии компрессора от скважины L_p не превосходит 0,5 кг/см².

Скорость движения воздуха в трубе определяется из уравнения

$$v = \frac{W}{60 (P + 1) \cdot 0,785 \cdot d^2} \text{ м/сек},$$

где p —давление воздуха во время работы эрлифта, кг/см²;
 d —диаметр трубы, мм.

Потери давления воздуха p_1 определяются по формуле

$$p_1 = \frac{12,5 \beta g^2 l}{\gamma d^5} \text{ кг/см}^2,$$

где β —коэффициент сопротивления, определяемый по табл. 183;

g —вес воздуха, проходящего через трубу в течение часа, кг;

l —длина трубопровода, м;

γ —удельный вес воздуха в кг/м³ при данных температуре и давлении p кг/см² по табл. 184.

Таблица 183

$g, \text{ кг/час}$	β	$g, \text{ кг/час}$	β	$g, \text{ кг/час}$	β
10	2,03	100	1,45	1000	1,03
15	1,92	150	1,36	1500	0,97
25	1,78	250	1,26	2500	0,90
40	1,68	400	1,18	4000	0,84
65	1,54	650	1,10	6500	0,78

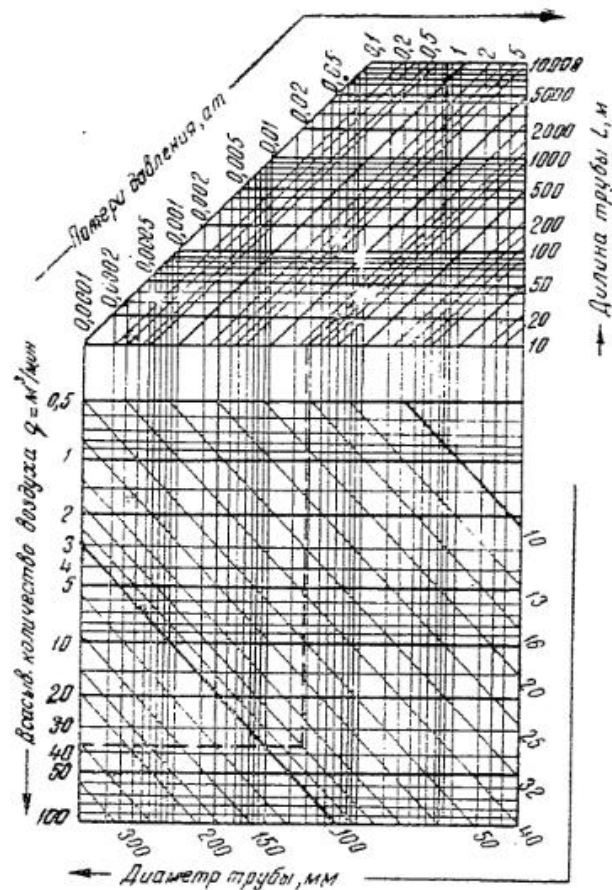
Определение потерь давления в трубопроводе можно также произвести по номограмме, приведенной на фиг. 150. Потери давления в арматуре и фасонных частях могут быть определены как потери на эквивалентной длине прямого трубопровода в метрах по табл. 185.

Таблица 184

Давление, кг/см ²	Температура, °C										
	—30	—20	—10	0	+10	+15	+20	+30	+50		
1	1,406	1,350	1,299	1,251	1,207	1,183	1,166	1,128	1,058		
2	2,812	2,701	2,589	2,583	2,414	2,366	2,332	2,255	2,115		
4	5,624	5,402	5,196	5,006	4,829	4,732	4,664	4,510	4,332		
6	8,436	8,102	7,794	7,509	7,244	7,098	6,996	6,765	6,346		
8	17,25	16,80	16,39	16,01	15,658	15,30	15,028	14,664	14,280		
10	18,06	17,50	16,99	16,51	16,07	15,830	15,66	15,280	14,880		

Таблица 185

Наименование арматуры и фасонных частей	Диаметры, мм										
	25	50	80	100	125	150	200	250	300	350	500
Пропускной запорный кран	6	15	25	35	50	60	85	110	140	170	260
Угловой вентиль	3	7	11	15	20	25	35	50	60	85	110
Задвижка	0,3	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5	5,0	6	8,5	11
Колено	0,2	0,4	0,7	1	1,4	1,7	2,4	3,2	4	5	7
Тройник	2	4	7	10	14	17	24	32	40	50	70
Переход	0,5	1	2	2,5	3,5	4	6	8	10	12	18



Фиг. 150

Номограмма для определения потерь давления воздуха при манометрическом давлении 6 кг/см²

Диаметр водоподъемных труб выбирается таким образом, чтобы скорость излива эмульсии была в пределах 6—8 м/сек, а минимальная скорость ее выше форсунки — 3 м/сек.

В практике оборудования эрлифтных установок находят применение две системы расположения рабочих труб в скважине: 1) параллельная система, когда воздушные и водоподъемные трубы размещаются в обсадной параллельно одна другой; 2) центральная или концентрическая система, когда воздушная труба размещается внутри водоподъемной трубы.

Скорость движения эмульсии при изливе определяется по формуле

$$v_{\text{излив}} = \frac{Q (1 + v_0)}{0,785 d^2} \text{ м/сек,}$$

где d — диаметр водоподъемной трубы, м.

Скорость движения эмульсии непосредственно над форсункой может быть определена по формуле

$$v_{\text{ср}} = \frac{Q \left[1 + \frac{10 v_0}{h(K-1) + 10} \right]}{\alpha 0,785 \cdot d^2} \text{ м/сек,}$$

где α — поправочный коэффициент, учитывающий уменьшение живого сечения водоподъемной трубы при расположении в ней воздушной трубы.

Значение поправочного коэффициента α дано в табл. 186.

Таблица 186

Таблица 186

Диаметр водоподъемной трубы, мм	100		125		150		200		250		300		350		400	
Диаметр воздушной трубы, мм	25	32	32	38	38	50	38	50	50	65	65	76	65	76	76	100
Поправочный коэффициент α	0,89	0,82	0,89	0,85	0,90	0,84	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,92	0,95	0,94	0,95	0,92
Процент уменьшения	11	18	11	15	10	16	6	9	6	9	6	8	5	6	5	8

Подбор диаметра водоподъемных и воздушных труб в скважинах можно производить, пользуясь табл. 187.

Потребная производительность компрессора определяется по формуле

$$W_k = 1,20 W \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Производительность поршневого компрессора при температуре воздуха 15° и давлении 760 мм рт. ст. может быть определена из следующего

$$W_k = i F S n \lambda \text{ м}^3/\text{мин,}$$

где $i=1$ для компрессора одинарного действия и $i=2$ для компрессора двойного действия;

F — площадь поршня, м²;

S — ход поршня, м;

n — число об/мин;

λ — степень наполнения, равная от 0,7 до 0,9.

Производительность двухступенчатых компрессоров определяется по работе цилиндра низкого давления.

В табл. 188 приведены технические данные по воздушным компрессорам, выпускаемым заводами СССР.

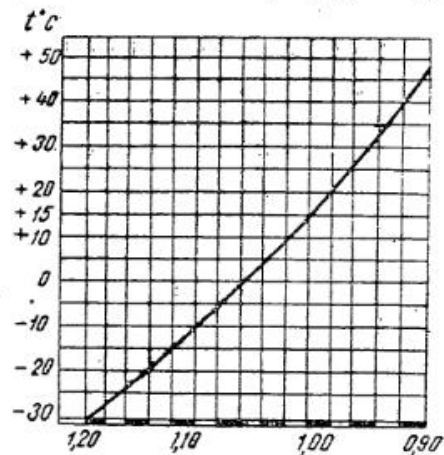
Марка компрессора	Завод-изготовитель и его адрес	Производительность, м³/мин	Давление по манометру, атм	Тип компрессора	Число цилиндров	Число ступеней сжатия	Диаметр цилиндра, мм				Число оборотов в минуту	Ход поршня, мм	Габаритные размеры компрессора, мм			Вес компрессора, кг	Охлаждение	Расход охлаждающей воды, л/час	Мощность на валу компрессора, л. с.	Примечание
							1-й ступ.	2-й ступ.	3-й ступ.	4-й ступ.			ширина	длина	высота					
РК	Бессоновский завод компрессоров (г. Бессоновск Ивановской области)	0,04	30	С ручным приводом	2	2	118	45	—	—	60	72	170	370	198	28	воздушное	—	—	Длина без рукоятки. Габаритные размеры без привода
КВД	То же	0,17	60	Вертикальный	2	2	85	30	—	—	800	65	340	360	650	77	воздушное	—	5,7	То же
К	Завод „Двигатель революции“ (г. Горький 2, п. д. 282)	0,22	60	—	2	2	100	35	—	—	300	45	460	624	990	360	—	—	3	—
К-18	Завод „Борец“ (г. Москва 18, Складочная, 6)	0,4	12	V-образное расположение цилиндров	2	2	—	—	—	—	300	39	025	650	515	166	воздушное	—	6	—
К-2 Р-1/220	То же „Среднеазиатский“ (г. Чирчик, Ташкентской области)	0,9 1,1	2 200	Вертикальный, одноступенчатый	2 4	1 4	— 190	— 100	— 65	— 37	300 300	45 160	625 1460	700 1044	515 1630	166 1630	—	—	5,5 39	—
ВК-25-9	Мелитопольский компрессорный завод (г. Мелитополь, ул. Кирова, 170)	1,25	25	Вертикальный	2	2	140	60	—	—	730	120	650	1765	1375	675	воздушное	1	28	—
ВК-3-6	Ереванский компрессорный завод (г. Ереван, п. д. 114)	3	6	—	1	1	230	—	—	—	730	170	825	860	1095	720	—	1	28	—
ЗР-3/200	Завод им. Фрунзе (г. Сумы, ул. Горького, 58)	3	220	Вертикальный, одноступенчатый	4	4	330	170	80	40	400	150	1100	1350	2750	3570	—	7,6	90	—
КСЗ-3м	Катайский насосный завод (г. Катайск Курганской области)	3 2	7 2	Компрессорная станция (вертикальный компрессор, охлаждаемый асинхронный двигатель)	4	2	230	135	—	—	730	120	1000	1970	1285	1100	воздушное	—	25	Габаритные размеры и вес всей станции
ЗСА-25	Завод „Борец“ (Москва 18, Складочная, 6)	4,5	25	Стационарный вертикальный 2-ступенчатый двойного действия	2	2	240	120	—	—	480	170	1650	1700	1900	1900	воздушное	2,7	65,0	—
КСЗ-6м	Катайский насосный завод (г. Катайск Курганской области)	6	7	Компрессорная станция с V-образным расположением цилиндров	4	2	230	135	—	—	730	120	1095	2120	1265	1500	воздушное	—	52	Габаритные размеры и вес всей станции
ЗР-7/220	Завод „Среднеазиатский“ (г. Чирчик, Ташкентской области)	7	220	Вертикальный	4	4	460	245	110	58	375	200	1640	3630	2645	10200	воздушное	12,6	165	Габаритные размеры без привода
ЗР-10/20	Завод им. Фрунзе (г. Сумы)	10	20	Вертикальный, двойного действия	4	3	330	200	2×110	—	425	290	1600	1400	2270	4200	—	6	120	То же
200В-10/8	Мелитопольский компрессорный завод (г. Мелитополь, ул. Кирова, 170)	10	8	Вертикальный	2	2	350	200	—	—	730	200	938	138	1430	1440	—	3	108	—
ЗСА-8	Завод „Борец“ (Москва 18, Складочная, 6)	10	8	Вертикальный двойного действия	2	2	330	210	—	—	480	170	750	1300	1865	2060	—	3	66—83	—
ЗСТ-30	То же	13	30	Вертикальный, двойного действия	4	3	370	225	225/190	—	365	250	1225	2400	2205	5300	—	10,8	171—195	Вес с маховиком
180В-20/8	Мелитопольский компрессорный завод (г. Мелитополь, ул. Кирова, 170)	20	5	W-образное расположение цилиндров простого действия	6	2	270	200	—	—	730	160	1660	1890	2000	2900	—	6	—	Габаритные размеры без привода
ВГК-3	Завод „Двигатель революции“ (г. Горький 2, п. д. 282)	21	30	Газомоторный компрессор, состоящий из газового мотора и поршневого компрессора	8/3	—/3	25/420	—/230	—/128	—	350/—	318/305	3810	4280	2670	22220	—	85 л/час на 1 л. с.	190	Давление воды на уровне пола машинного здания при перепаде температур охлаждающей воды 30°C = 1,5 л/сек, от 20 до 30° C — не менее 1,7 л/сек. Цифры в скобках относятся к двигателям, а знаменатель — к компрессору
ЗСГ-8	Завод „Борец“ (Москва 18, Складочная, 6)	25	4	Вертикальный, двойного действия	2	2	490	300	—	—	365	250	2775	2680	2745	5120	—	7,2	166—200	Габаритные размеры без привода
ЗСГ-4	То же	32,5—23,5	1—5	Вертикальный, двойного действия	2	1	370	—	—	—	365	250	2520	3050	2650	5250	—	4,8	83—172	То же
В300-2К	Завод „Среднеазиатский“ (г. Чирчик, Ташкентской области)	40	9	Вертикальный, двойного действия	2	2	570	340	—	—	330	300	3050	8200	2500	9420	—	13,0	304	Габаритные размеры с приводом
ЗВГ	Завод „Компрессор“ (Москва 24, 4-я ул. Звездная, 5)	52—100	1	Горизонтальный	2	2	900	530	—	—	167	350	4000	6780	2500	32658	—	6,0 21 2×0,5	771	* На охлаждение цилиндров. На маховике бабки

Таблица 187

Производительность Q , л/сек	Параллельная система			Центральная система		
	Диаметр D водоподъемной трубы	Внутренний диаметр d воздушной трубы	Диаметр D_0 обсадной трубы	Диаметр D водоподъемной трубы	Внутренний диаметр d воздушной трубы	Диаметр D_0 обсадной трубы
	мм					
1—2	40	12	100	—	—	—
2—3	50	12—20	100	—	—	—
3—4,5	63	20—25	150	50	12,5	75
4,5—6	—	—	—	63	20	100
6—9	75	25—30	150	75	20	100
9—12	88	25—30	200	88	25	125
12—18	100	30—38	200	100	30	150
18—30	125	38—50	250	125	38	175
30—45	150	50—63	300	150	50—63	200
45—60	175	50—63	350	200	75	250
60—75	200	63—75	350—400	—	—	—
75—120	250	63—88	400—450	250	88	300
120—180	300	88—100	450—500	300	100	350

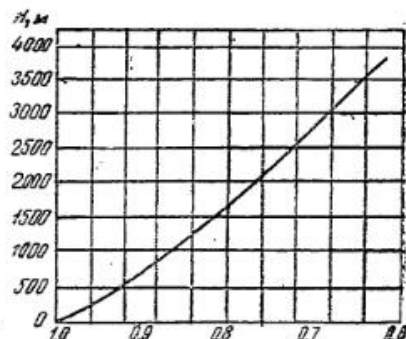
Производительность компрессора изменяется от перемены температуры, влажности воздуха и атмосферного давления.

В табл. 189 и на фиг. 151 приводятся поправочные коэффициенты a на температуру воздуха.



Фиг. 151

Поправочный коэффициент a к производительности компрессора в зависимости от температуры атмосферного воздуха



Фиг. 152

Поправочный коэффициент b к производительности компрессора в зависимости от высоты установки его над уровнем моря

Таблица 189

Температура воздуха, t	Поправочный коэффициент, a	Температура воздуха, t	Поправочный коэффициент, a	Температура воздуха, t	Поправочный коэффициент, a	Температура воздуха, t	Поправочный коэффициент, a
—30	1,184	—5	1,078	+20	0,983	+45	0,908
—25	1,162	0	1,058	+25	0,966	+50	0,897
—20	1,140	+5	1,038	+30	0,948	+55	0,887
—15	1,120	+10	1,020	+35	0,934	+60	0,866
—10	1,098	+15	1,000	+40	0,920	+65	0,851

Поправочные коэффициенты в зависимости от высоты расположения компрессорной установки над уровнем моря приведены в табл. 190 и на фиг. 152.

Таблица 190

Высота над уровнем моря, м	Поправочный коэффициент, b			Высота над уровнем моря, м	Поправочный коэффициент, b		
	к производительности	к мощности при			к производительности	к мощности при	
		5 ат	7 ат			ат	7 ат
0	1,0	1,0	1,0	2100	0,76	0,88	0,87
300	0,96	0,98	0,97	2500	0,73	0,87	0,85
600	0,92	0,96	0,95	2750	0,71	0,84	0,83
900	0,89	0,94	0,94	3000	0,68	0,82	0,81
1200	0,85	0,93	0,92	3250	0,65	0,79	0,78
1500	0,82	0,91	0,90	3700	0,63	0,78	0,77
1900	0,79	0,90	0,89	—	—	—	—

§ 25. ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ, ТРАКТОРНЫХ, НЕФТЯНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ ДЛЯ ПРИВОДА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

В тех случаях, когда в районе расположения насосной станции отсутствует источник электроэнергии или когда требуется создать тепловой резерв (§ 78, Н 102—54) для привода центробежных насосов, применяются двигатели внутреннего сгорания. Наиболее целесообразным следует считать применение

ние автомобильных и тракторных двигателей, обладающих большими размерами, малым весом, компактностью и прочими преимуществами перед другими двигателями внутреннего сгорания.

Для стационарных условий работы автомобильных и тракторных двигателей мощность двигателя рекомендуется принимать не менее чем на 20—40% ниже заводской.

Для сохранения требуемого числа оборотов и мощности на секторе газа должны быть установлены соответствующие ограничители. Вместо спидометра устанавливается тахометр.

Охлаждение автомобильных и тракторных двигателей производится из водопроводной сети.

Вода по напорной трубе подводится к зарубашечному пространству и спускается из него через воронку в трубу, отводящую отработанную воду. Регулирование охлаждения производится вентилем на напорной трубе. Температура отработанной воды измеряется термометром в месте выхода ее в воронку.

При жесткой воде (при температуре выше 45°) рекомендуется переходить на другой вид охлаждения: радиаторный, циркуляционный и т. д. Питание двигателя горячим производится из герметически закрытого бака, в крышку которого должна быть вделана трубка для отвода паров бензина.

Бак располагается на высоте 2—2,5 м, топливная трубка от бака присоединяется к топливному насосу двигателя.

Смазка осуществляется циркуляционная под давлением. Масло выпускается через сливную трубу, выведенную за пределы фундамента. Сливная труба с вентилем ввинчивается в картер вместо пробки. Двигатель запускается стартером или вручную пусковой рукояткой.

Стартер питается от пусковой аккумуляторной батареи, заряжаемой от генератора, имеющегося на двигателе, или от электросети через специальный контрольный прибор (при постоянном токе в сети) или выпрямитель (при переменном токе в сети). В табл. 191 приведены технические данные двигателей, устанавливаемых на современных автомобилях. В графах 11 и 12 показаны число оборотов в минуту и мощность двигателей, определенные по графикам скоростных характеристик автомобилей для работы их при 2950 и 1450 об/мин (нормальное число оборотов для многих центробежных насосов). Эти мощности рекомендуется применять для двигателей, предназначенных служить приводом к насосам, имеющим кратковременный режим работы (например, пожарные насосы).

В табл. 192 приведены технические данные двигателей, устанавливаемых на современных тракторах. В графе 5 показана мощность, рекомендуемая для работы двигателя, соединенного с центробежным насосом, имеющим кратковременный режим работы. В табл. 193 и 194 приведены технические дан-

Таблица 191

Двигатели внутреннего сгорания, устанавливаемые на автомобилях

Марка двигателя	Марка и модель автомобиля	Тип двигателя	Топливо	Максимальная мощность, л. с. квт	Максимальное число об/мин	Удельный расход топлива, г/л. с. час	Экономическая работа двигателя			Принимаемые условия при кратковременной работе	
							л. с. квт	об/мин	л. с. квт	об/мин	л. с. квт
МЗМА-400	Москвич	Четырехтактный, карбюраторный	Бензин А-66	23,0 16,9	3600	32,0	19,6 14,45	2600	300	2950	21,5 15,8
М-20	М-20 "Победа"	То же	Бензин А-70	50,0 36,8	3600	280	41,5 30,5	2400	260	2950	47,5 35,0
ГАЗ-51	ГАЗ-51, ГАЗ-63	То же	Бензин А-66	79,5 58,5	3300	280	57,0 42,0	2000	270	2950	77,0 56,7
								1450		1450	42,0 31,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ЗИМ	ЗИМ	Четырех- тактный, карбюра- торный	Бензин А-70	$\frac{92,0}{67,6}$	3600	270	$\frac{85,0}{62,6}$	3000	265	2450	$\frac{84,0}{62,0}$ $\frac{44,0}{32,4}$
ЗИС-150	ЗИС-120	Четырех- тактный, карбюра- торный	Бензин А-66	$\frac{95,0}{69,8}$	2600	270	$\frac{70,0}{51,4}$	1600	235	1450	$\frac{65,0}{48,0}$
МАЗ-200, МАЗ-205, ЗИС-154	ЯАЗ-204	Двух- тактный, с воспламе- нием от сжатия	Дизельное	$\frac{112,0}{85,5}$	2000	230	$\frac{97,0}{71,5}$	1500	210	1450	$\frac{95,0}{70,0}$
ЗИС-110	ЗИС-110	Четырех- тактный, карбюра- торный	А-74	$\frac{140,0}{103,0}$	3400	318	$\frac{103,0}{75,8}$	2000	260	2950	$\frac{136,0}{100,0}$ $\frac{75,0}{55,1}$

Таблица 192

Двигатели внутреннего сгорания, устанавливаемые на тракторах

Марка двигателя	Марка трактора	Тип двигателя	Топливо	Номинальная мощность при кратковременной работе, $\frac{л. с.}{квт}$	Число оборотов при номинальной мощности в минуту	Удельный расход топлива, $\frac{г}{л. с. час}$
КДМ-46	С-80	Четырехтактный, с самовоспламенением	Дизельное топли- во ГОСТ 305-42 ГОСТ 4749-49	$\frac{80,0}{58,9}$	1000	205-220
Д-54	ДТ-54	То же	То же	$\frac{54,0}{39,7}$	1300	220
Д-35	КД-35 КДП-35	•	•	$\frac{37,0}{27,2}$	1400	220
Д-36	Велорусь МТЗ-1, МТЗ-2	•	•	$\frac{37,0}{27,2}$	1400	220
ХТЗ-Б7	ХТЗ-7	Четырехтактный, бен- зиновый	Бензин	$\frac{12,0}{8,82}$	1600	270

Марка двигателя	Тип двигателя	Топливо	Мощность, л. с. квт	Число об/мин	Удельн. расход топлива, г/л. с. час
1	2	3	4	5	6
1ч 10,5/13-2	Четырехтактный бескомпрессорный	Дизельное ДС (ГОСТ 4749-49), ДТ (ГОСТ 305-42)	$\frac{10}{7,36}$	1500	220
1ч 10,5/13 (1МЧ-10,5/13)	То же	То же	$\frac{10}{7,36}$	1500	220
2ч 8,5/11 (5ПЧ-8,5/11)	"	Дизельное ДС (ГОСТ 4749-49)	$\frac{10}{7,36}$	1500	235
4ч 8,5/11 (5ПЧ-8,5/11)	"	То же	$\frac{20}{1,72}$	1500	230
2ч 10,5/13-2	"	Дизельное ДС (ГОСТ 4749-49), ДТ (ГОСТ 305-42)	$\frac{20}{14,72}$	1500	220
2ч 10,5/13 (2МЧ-1,5/13)	"	То же	$\frac{20}{14,72}$	1500	220

4ч 10,5/13-3	То же	То же	$\frac{40}{29,44}$	1500	220
4ч 10,5/13-2	"	"	$\frac{40}{29,44}$	1500	220
4Д 30/50	"	Соларовое масло (ГОСТ 1666-51) или дизельное (ГОСТ 305-42)	$\frac{400}{294,4}$	300	185
6ч 23/30	"	Дизельное ДС (ГОСТ 4749-49, ГОСТ 305-42)	$\frac{450}{339,0}$	1000	180
8ч 23/30	"	Дизельное ДС (ГОСТ 4749-49, ГОСТ 305-42)	$\frac{600}{442}$	1000	180
8ч 36/45	"	Моторное АТ-1 (ГОСТ 1667-51)	$\frac{600}{442}$	375	180
6Д 30/50	Двухтактный, бескомпрессорный	Соларовое масло (ГОСТ 1666-51) или дизель- ное (ГОСТ 305-42)	$\frac{600}{442}$	300	185

ные некоторых стационарных дизелей и нефтяных двигателей, которые могут быть применены для привода центробежных насосов в тех случаях, когда использование автомобильных или тракторных двигателей окажется нецелесообразным или невозможным.

Таблица 194

Двигатели нефтяные

Марка двигателя	Тип двигателя	Топливо	Мощность, $\frac{\text{л. с.}}{\text{квт}}$	Число об/мин	Удельный расход топлива $\frac{\text{г/л. с. ч.ас}}$
НД-9	Двухтактный, с калоризатором	Моторное ДТ-1 (ГОСТ 1667—51)	$\frac{9}{6,6}$	750	340
Н-22	То же	То же	$\frac{22}{16,0}$	500	308
К-25/27	"	"	$\frac{50}{36,7}$	400	308
СД-28/36,5	"	"	$\frac{35}{25,7}$	300	350

В табл. 195 приведены технические данные о совместной работе автомобильных и тракторных двигателей с центробежными насосами при непосредственном их соединении через упругую муфту. Таблицы составлены для условий работы автомобильных и тракторных двигателей с центробежными насосами, имеющими направление вращения вала, одноименное с направлением вращения вала двигателей, или с центробежными насосами, допускающими по своей конструкции перекидку вала в обратное положение.

В графах 7 и 8 в числителе дроби показаны рекомендуемые марки двигателей при кратковременной работе насосов, а в знаменателе—при длительном режиме работы насосов (со снижением мощности двигателей на 20—40% и более).

Центробежные насосы, имеющие число оборотов в минуту, не совпадающее с числом оборотов двигателя, могут иметь привод от двигателей внутреннего сгорания через зубчатую или ременную передачу.

Таблица 195

Н а с о с ы						Д в и г а т е л и	
Марка	Производительность, $\frac{\text{м}^3/\text{час}}$	Напор, м	Число, об/мин	Рекомендуемая мощность, $\frac{\text{квт}}$	Положение вала	Автомобильные (табл. 191)	Тракторные (табл. 192)
1	2	3	4	5	6	7	8
АЯП-5-30	30	30	1450	5,3	Нормальное	$\frac{\text{МЗМА-400}}{\text{МЗМА-400}}$	$\frac{\text{ХТЗ-Б7*}}{\text{ХТЗ-Б7}}$
То же	30	45	1450	8,0	То же	$\frac{\text{МЗМА-400}}{\text{М-20}}$	$\frac{\text{Д-35; Д-36}}{\text{Д-35; Д-36}}$
"	30	60	1450	10,6	"	$\frac{\text{М-20}}{\text{М-20}}$	То же
"	30	75	1450	13,3	"	$\frac{\text{М-20}}{\text{М-20}}$	"
"	30	90	1450	16,0	"	$\frac{\text{М-20}}{\text{ГАЗ-51}}$	"
"	30	105	1450	18,6	"	$\frac{\text{М-20}}{\text{ГАЗ-51}}$	"

* При 1600 об/мин характеристика насоса будет следующей: $Q = 33 \text{ м}^3/\text{час}$; $H = 54 \text{ м}$; $N = 7,0 \text{ кВт}$.

1	2	3	4	5	6	7	8
АЯП-5-30	30	120	1450	21,2	Нормальное	$\frac{\text{ГАЗ-51}}{\text{ГАЗ-51}}$	$\frac{\text{Д-35; Д-36}}{\text{Д-36; Д-36}}$
"	30	135	1450	23,9	"	$\frac{\text{ГАЗ-51; ЗИМ}}{\text{ЗИМ}}$	$\frac{\text{Д-35; Д-36}}{\text{Д-35; Д-36}}$
"	30	150	1450	26,6	"	$\frac{\text{ГАЗ-51; ЗИМ}}{\text{ЗИС-120}}$	То же
"	30	165	1450	29,3	"	$\frac{\text{ГАЗ-51; ЗИМ}}{\text{ЗИС-120}}$	—
"	30	180	1450	32	"	$\frac{\text{ЗИМ}}{\text{ЗИС-120}}$	—
АЯП-5-50	50	40	1450	10	"	$\frac{\text{М-20}}{\text{М-20}}$	$\frac{\text{Д-35; Д-36}}{\text{Д-35; Д-36}}$
"	50	60	1450	15	"	$\frac{\text{М-20}}{\text{ГАЗ-51}}$	То же
"	50	80	1450	20	"	$\frac{\text{ГАЗ-51}}{\text{ГАЗ-51}}$	"
"	50	100	1450	25	"	$\frac{\text{ГАЗ-51}}{\text{ЗИМ}}$	$\frac{\text{Д-35; Д-36}}{\text{Д-35; Д-36}}$

АЯП-5-50	50	120	1450	30	Нормальное	$\frac{\text{ЗИМ}}{\text{ЗИС-120}}$	—
"	50	140	1450	35	"	$\frac{\text{ЗИС-120}}{\text{ЗИС-120}}$	—
"	50	160	1450	40	"	$\frac{\text{ЗИС-120}}{\text{ЗИС-110}}$	—
"	50	180	1450	45	"	$\frac{\text{ЗИС-120, ЗИС-110}}{\text{ЯАЗ-204}}$	—
"	50	200	1450	50	"	$\frac{\text{ЗИС-110}}{\text{ЯАЗ-204}}$	—
АЯП-5-100	100	55	1450	26,0	"	$\frac{\text{ГАЗ-51}}{\text{ЗИМ}}$	—
"	100	82,5	1450	39,0	"	$\frac{\text{ЗИС-120}}{\text{ЯАЗ-204}}$	—
"	100	110	1450	52,0	"	$\frac{\text{ЗИС-110}}{\text{ЗИС-110}}$	—
АЯП-5-150	150	70	1450	48,0	"	$\frac{\text{ЗИС-120, ЗИС-110}}{\text{ЯАЗ-204}}$	—

1	2	3	4	5	6	7	8
5НДВ	126	30	1450	20,0	Обратное	<u>ГАЗ-51</u> <u>ГАЗ-51</u>	<u>Д-35; Д-36</u> <u>Д-35; Д-36</u>
"	150	28	1450	20,0	"	"	"
"	150	33	1450	20,0	"	"	"
"	150	40	1450	28,0	"	<u>ГАЗ-51; ЗИМ</u> <u>ЗИС-120</u>	—
"	180	26	1450	20	"	<u>ГАЗ-51</u> <u>ГАЗ-51</u>	<u>Д-35; Д-36</u> <u>Д-35; Д-36</u>
"	180	31	1450	28	"	<u>ГАЗ-51; ЗИМ</u> <u>ЗИС-120</u>	—
"	180	38	1450	28	"	То же	—
"	216	28	1450	28	"	"	—
"	216	34	1450	40	"	<u>ЗИС-120</u> <u>ЗИС-110</u>	—
6НДВ	250	31	1450	40	"	То же	—
"	216	42	1450	40	"	"	—
"	216	48	1450	55	"	<u>ЗИС-110</u> <u>ЯАЗ-204</u>	—
"	250	40	1450	55	"	То же	—
"	250	46	1450	55	"	"	—
"	250	54	1450	55	"	<u>ЗИС-110</u> <u>ЯАЗ-204</u>	—
"	300	38	1450	55	"	То же	—
"	300	44	1450	55	"	"	—
"	360	33	1450	55	"	"	—
8НДВ	400	32	960	55	"	—	<u>КДМ-46</u>

							<u>КДМ-46</u>
8НДВ	400	36	960	55	Обратное	—	—
"	500	28	960	55	"	<u>ЗИС-110</u> <u>ЗИС-110</u>	—
6НДС	216	69	2950	75	"	То же	—
"	216	80	2950	75	"	"	—
"	250	66	2950	75	"	"	—
"	250	175	2950	75	"	"	—
"	300	60	2950	75	"	<u>ЗИМ</u> <u>ЗИС-110</u>	—
3НМГ × 4	54	140	2950	55	"	То же	—
"	72	125	2950	55	"	"	—
"	90	101,6	2950	55	"	<u>ЗИС-110</u> <u>ЗИС-110</u>	—
3НМГ × 6	54	210	2950	75	"	То же	—
"	72	188,4	2950	75	"	"	—
"	90	152	2950	75	"	<u>ЗИС-110</u> <u>ЯАЗ-204</u>	—
12-Д-19а	580	21,0	1450	55	"	"	—
"	750	18,5	1450	55	"	"	—
"	900	16,2	1450	55	"	<u>ЯАЗ-204</u> <u>То же</u>	—
"	620	24,0	1450	75	"	"	—
"	780	21,3	1450	75	"	<u>ЗИС-120</u> <u>ЗИС-110</u>	—
"	930	17,8	1450	75	"	То же	—
12-Д-19б	540	18	1450	40	"	"	—
"	700	15,5	1450	40	"	"	—
"	840	11,7	1450	40	"	"	—

На предприятиях нефтяной промышленности в зависимости от расположения в общей схеме водоснабжения водопроводные насосные станции разделяются на четыре основных категории:

- 1) станции первого подъема;
- 2) станции второго подъема;
- 3) станции повысительные;
- 4) станции обратного снабжения.

Станции первого подъема служат для подачи воды из источника водоснабжения непосредственно в сеть или на очистные сооружения.

Станции второго подъема служат для подачи воды из резервуара в сеть.

Станции повысительные служат для повышения давления в сети (пожарные насосные и др.).

Станции обратного водоснабжения служат для подачи отработанной нагретой воды на водоохладительные сооружения и охлажденной — в сеть обратного водоснабжения.

По роду обслуживаемого объекта различают насосные станции, обеспечивающие:

- 1) хозяйственно-питьевые потребности предприятия и поселка при нем;
- 2) производственные потребности предприятия;
- 3) хозяйственно-питьевые и производственные потребности объектов.

Насосные станции могут быть: а) наземные, б) заглубленные и в) расположенные в открытом водоеме на специальном основании.

1. Основные типы водопроводных насосных станций

Ниже приводятся схемы основных типов водопроводных насосных станций, применяемых в нефтяной промышленности.

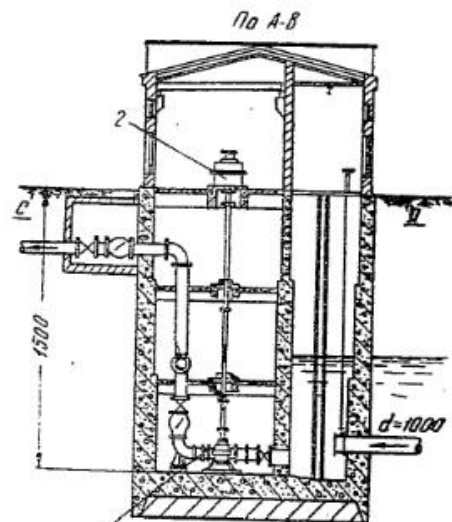
1. Заглубленная насосная станция первого подъема, совмещенная с приемным бассейном (фиг. 153)

В насосной станции установлено 3 центробежных насоса марки 14НДС с горизонтальной осью вращения. Приемный бассейн оборудован плоскими сетками и гидроэлеваторами для откачки осадка.

2. Заглубленная насосная станция первого подъема, оборудованная центробежными насосами с горизонтальной осью вращения (фиг. 154)

Насосная станция, подающая воду на нефтеперерабатывающий завод, работающий по прямоточной системе водоснабжения, имеет подземную (машинный зал) и наземную (распределительное устройство) части.

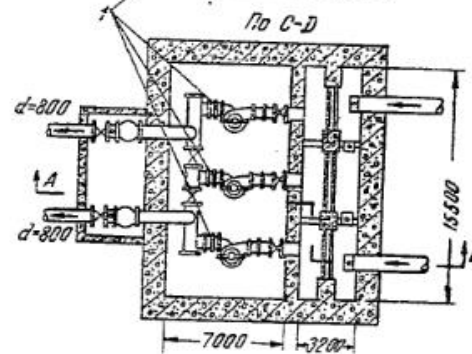
В насосной установлено шесть насосов марки 14НДС производительностью $1260 \text{ м}^3/\text{час}$ и напором 96 м каждый. Пять насосов имеют привод от электродвигателей. Шестой же насос в данном случае оказалось возможным соединить непосредственно с гидротурбиной, для привода которой использована отработанная на заводе вода, идущая в водоем на сброс.



3. Заглубленная насосная станция первого подъема, оборудованная центробежными насосами с вертикальной осью вращения (фиг. 155)

В насосной установлено три вертикальных насоса марки 20НДС-В производительностью $3420 \text{ м}^3/\text{час}$ и напором 71 м каждый. Применение вертикальных насосов в глубоких насосных станциях позволяет:

- 1) значительно снизить общую кубатуру здания;
- 2) разместить насос на любой отметке по отношению к горизонту воды в водоеме, т. е. обеспечить наиболее благоприятные условия работы насоса в отношении всасывания;



Фиг. 155

Заглубленная насосная станция первого подъема, оборудованная центробежными насосами с вертикальной осью вращения:
1 — насосы с вертикальной осью вращения;
2 — электродвигатель (размеры в мм).

3) в то же время разместить электродвигатели на любой отметке выше насоса, т. е. расположить его в более сухой части помещения и тем самым предохранить их от затопления в случае аварии.

4. Насосная станция первого подъема, оборудованная центробежными насосами с горизонтальной осью вращения, расположенная в море на специальном основании (см. фиг. 91)

Насосная расположена на специальном морском металлическом основании. Связь с берегом осуществляется по металлической эстакаде. Эстакада служит также для прокладки по ней напорных трубопроводов и электрокабелей. В насосной установлено 5 центробежных насосов марки 8НДВ производительностью $540 \text{ м}^3/\text{час}$ и напором 96 м каждый.

5. Насосная станция первого подъема, оборудованная центробежными артезианскими насосами и насосами с горизонтальной осью вращения (повысительные насосы), расположенная в море на специальном основании (см. фиг. 92)

Насосная расположена в открытом море на эстакаде и оборудована десятью насосами артезианского типа марки АТН-14 производительностью $240 \text{ м}^3/\text{час}$ и напором 64 м и тремя повысительными насосами с горизонтальной осью вращения марки АЯП-5-300 производительностью $300 \text{ м}^3/\text{час}$ и напором 50 м каждый.

Применение артезианских насосов при гидрологическом режиме моря, отличающемся большой амплитудой колебаний горизонта воды, позволяет обеспечить наиболее благоприятные условия всасывания насосов и расположить электродвигатели в наиболее сухом месте.

2. Нормы и технические условия на устройство насосных станций

Основные требования, предъявляемые к устройству насосных станций, сведены в табл. 196.

Наименование	Требования	П.п. Н и ТУ 126—55
1	2	3
1. Здания насосных станций.	1. Помещения насосных станций должны обладать I или II степенью огнестойкости. Насосные станции, расположенные не в отдельных зданиях, должны быть отделены от других помещений негорючими ограждающими конструкциями и иметь непосредственный выход наружу. Примечание. Отдельно стоящие противопожарные насосные станции с установкой одного пожарного насоса допускается устраивать в зданиях III степени огнестойкости. 2. Здания насосных станций, расположенных вблизи открытых водоемов, должны иметь отметку порога у входа не менее чем на 0,5 м выше наивысшего уровня воды в водоеме с учетом нагона воды; при этом наивысший горизонт воды, как правило, определяется по наибольшему расходу воды в водоеме с вероятностью их превышения 1 раз в 100 лет. Отступление от указанного правила может быть допущено при наличии соответствующих технико-экономических обоснований или специальных указаний. 3. При решении вопроса об устройстве в здании насосной станции вспомогательных помещений необходимо руководствоваться следующим: а) устройство уборной в насосных станциях допускается только в случае возможности непосредственного подсоединения ее к канализационной сети; при отсутствии указанной возможности следует предусматривать устройство дворовых неперемываемых уборных с водонепроницаемыми выгребами при условии расположения их на расстоянии не менее 30 м от здания насосной станции; б) в автоматизированных насосных станциях устройство уборной не требуется; в) устройство в насосной станции мастерской допускается только в тех случаях, когда ремонт оборудования невозможно или нецелесообразно производить в других мастерских; при наличии указанной возможности в насосной станции в	162
		163
		161

1	2	3
	необходимых случаях следует предусматривать лишь место для установки верстака, настенного сверлильного станка и шкафчика для инструмента, обтирочного материала и проч.;	
	г) устройство в насосной станции комнаты для дежурного не требуется.	
	4. Высота машинного зала, не оборудованного подъемными механизмами, в насосных станциях незаглубленного типа не должна быть менее 3 м. В станциях, оборудованных подъемными механизмами, высота машинного зала должна определяться расчетом. При этом расстояние между низом перемещаемого груза и верхом установленных агрегатов должна быть порядка 0,5 м. Высота помещений высоковольтных распределительных устройств должна определяться в зависимости от габаритов устанавливаемого в них оборудования.	164
	5. Помещения пожарных насосов должны быть оборудованы противопожарным водопроводом и связаны с водонапорными башнями и напорными резервуарами сигнализацией, а с пожарным депо — сигнализацией или телефоном.	163
	6. Размеры монтажных проемов в стенах насосной станции должны обеспечивать возможность транспортирования через них оборудования станции. К монтажному проему должен быть обеспечен подъезд автотранспорта.	166
2. Выбор насосного оборудования.	1. Подбор рабочих насосных агрегатов должен производиться по их характеристикам из условия совместной работы насосов и водопроводной сети при различных режимах водопотребления.	145
	2. Выбор количества резервных насосных агрегатов и компрессоров следует производить с учетом допустимого снижения подачи воды на время ликвидации аварии. При установке стационарных пожарных насосов для противопожарного водоснабжения устанавливается один резервный насос мощностью не менее наибольшей мощности основного насоса.	146
	3. При выборе количества рабочих насосов необходимо учитывать:	147
	а) график расхода воды и его сезонное колебание;	

1	2	3
	б) наличие регулирующей емкости и влияние графика работы насосов на ее величину;	
	в) влияние количества и мощности рабочих насосов на потребность в резервных агрегатах, на общую установленную мощность и на стоимость оборудования;	
	г) размеры станции при различных вариантах ее оборудования.	
	3. В заглубленных насосных станциях рекомендуется применять вертикальные или пропеллерные насосы. В отдельных случаях при значительном заглублении насосных станций могут применяться также артезианские насосы.	148
	4. Для станций, забирающих воду из поверхностных источников водоснабжения, имеющих значительные колебания уровня воды, необходимо в проекте предусматривать мероприятия, сокращающие перерасход энергии при высоких горизонтах воды.	149
	5. В случае возможности частичной или полной замены насосной станции соседней насосной станцией резервные насосы на данной станции можно не устанавливать или количество их может быть соответственно снижено.	150
3. Расположение насосных агрегатов.	1. Установку насосов следует предусматривать с таким расчетом, чтобы вакуумметрическая высота всасывания насосов не превышала допустимой высоты всасывания для данного типа насосов, указываемой заводом-изготовителем.	152
	Примечание. Возможность превышения допустимой высоты всасывания насоса при аварийной работе (подача воды на пожар, низший уровень воды в реке и т. п.) должна в каждом отдельном случае согласовываться с заводом-изготовителем насоса.	
	2. Для монтажа и ремонта агрегатов в насосной станции, как правило, должны предусматриваться:	156
	а) при весе перемещаемого груза до 0,5 т — переносные треноги или неподвижные балки с кошками;	
	б) при весе перемещаемого груза от 0,5 до 2 т — неподвижные балки с кошками;	

1	2	3
	в) при весе перемещаемого груза более 2 т — мостовые краны с ручным управлением. 3. Расстояния между фундаментами агрегатов должны определяться с учетом размещения трубопроводов и должны обеспечивать между агрегатами проходы шириной: при установке низковольтных электродвигателей — 1 м; при установке высоковольтных электродвигателей — 1,2 м; при установке компрессоров — 1,5 м. Ширина прохода между фундаментами агрегатов и распределительным щитом должна быть не менее 1,5 м. В случае отсутствия подъемных механизмов с одной стороны каждого агрегата должен иметься проход шириной, при необходимости, на 0,5 м более ширины агрегата. При установке горизонтальных центробежных насосов с неразъемным в горизонтальной плоскости корпусом расстояние от насоса или мотора до стены или соседнего агрегата должно обеспечивать возможность выемки вала или якоря мотора и быть не менее 1 м. В насосных станциях, снабженных подъемными механизмами, при необходимости, следует предусматривать монтажную площадку, размеры которой должны обеспечивать вокруг установленного на ней агрегата проходы шириной 0,7—1 м в зависимости от мощности агрегата. 1. Количество всасывающих линий на насосных станциях, оборудованных двумя и более насосами, должно быть, как правило, не менее двух. Устройство одной всасывающей линии может быть допущено лишь при соответствующем обосновании. Группа, состоящая из двух и более пожарных насосов в системе противопожарного водопровода, должна иметь не менее двух всасывающих линий. При двух всасывающих лини-	157
4. Устройство всасывающих и напорных труб.		158

1	2	3
	ях каждая из них должна быть рассчитана на пропуск полного расчетного расхода. 2. Всасывающие и напорные трубопроводы в насосных станциях, как правило, рекомендуется укладывать на поверхности пола. В отдельных случаях допускается укладка труб в каналах, перекрываемых съемными плитами или щитами, или в проходных подвалах. Способ укладки труб в каждом отдельном случае должен быть обоснован. Размеры каналов должны обеспечивать возможность сборки и разборки трубопроводов, для чего следует их глубину принимать равной диаметру трубы ($D + 400$ мм; ширину в местах установки арматуры и устройства монтажных стыков — $D + 600$ мм, а в прочих местах $D + 100$ мм, где D — диаметр трубопровода. Каналы должны иметь уклон к месту сбора и удаления попадающей в них воды. При целесообразности укладки труб по поверхности пола насосной станции в необходимых случаях следует предусматривать устройство переходов через трубопроводы с обеспечением подхода к агрегатам и задвижкам. При разработке схемы трубопроводов насосных станций задвижки необходимо располагать таким образом, чтобы они не преграждали основных проходов. 5. Энергоснабжение. 1. Агрегаты насосных станций, перерыв в подаче воды которыми не допускается, а также стационарные пожарные насосы, должны быть обеспечены бесперебойным питанием энергией путем присоединения к двум независимым источникам электроэнергии, питания двумя отдельными фидерами от кольца, установки резервных агрегатов на электростанциях или резервных тепловых двигателей в насосных станциях и т. д. Примечания. 1. Установка пожарных насосов без резервных агрегатов, а также с питанием от одного источника электроэнергии, допускается для поселков и предприятий с пожарным расходом воды на наружное пожаротушение до 25 л/сек, а также для предприятий категорий Г и Д с производственными зданиями I и II степеней огнестойкости. При этом подача электроэнергии к насосной станции должна производиться по отдельному фидеру.	159
		151

1	2	3
	2. Ременная передача плоскости ремнем для соединения насосов с двигателями не допускается. Кляноремная передача может быть допущена при числе ремней не менее четырех. 2. При необходимости обеспечения насосной станции бесперебойным снабжением электроэнергией на трансформаторных подстанциях, питающих насосные станции, надлежит устанавливать резервные трансформаторы. 3. Как правило, электроснабжение насосных станций должно производиться трехфазным переменным током. Постоянный ток на насосных станциях может применяться для целей аварийного освещения, для целей связи и для питания аппаратуры автоматического управления насосными агрегатами. 4. Электродвигатели для насосных станций следует применять открытого типа с влагостойкой изоляцией и защитой от попадания влаги. В помещениях насосных станций, находящихся в особо неблагоприятных в отношении сырости условиях, допускается при надлежащем обосновании применение электродвигателей закрытого типа. Низковольтные электродвигатели следует применять асинхронные с короткозамкнутым ротором. Электродвигатели с фазовым ротором могут применяться при недостаточной мощности питающих устройств во избежание чрезмерных толчков тока при пуске и недопустимого снижения пускового момента. Синхронные электродвигатели могут применяться при наличии технико-экономических обоснований. 5. При установке короткозамкнутых асинхронных и синхронных электродвигателей, как правило, следует применять прямой пуск от полного напряжения сети; в случае недопустимости прямого пуска по условиям сети или вследствие недостаточной мощности питающих установок следует применять реакторный или трансформаторный пуск или же применять электродвигатели с фазовым ротором.	174 175 176 177

1	2	3
6. Прочие.	6. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства напряжением до 10 кВ рекомендуется пристраивать к насосным станциям или встраивать в них. 1. Продолжительность заполнения насосов водой перед их пуском не должна превышать: для производственных и хозяйственных насосов — 5 мин. для пожарных насосов (при системах пожаротушения высокого давления) — 3 мин. Для заполнения насосов водой следует предусматривать установку вакуумнасосов или эжекторов. При диаметре всасывающих линий до 300 мм допускается установка всасывающих клапанов. 2. Насосные станции должны оборудоваться приборами для учета количества подаваемой ими воды. 3. Часто используемые задвижки у насосов диаметром более 300 мм рекомендуется снабжать электрическим или гидравлическим приводом. Управление задвижками независимо от места их расположения должно производиться из легко доступных мест насосного зала. На напорных линиях, вблизи насосов, как правило, должны устанавливаться обратные клапаны. 4. В целях повышения надежности работы насосных станций и удешевления эксплуатации рекомендуется полная или частичная их автоматизация. Вопрос о степени автоматизации станций должен решаться в зависимости от ее назначения, местных условий и технико-экономических соображений.	179 183 184 185 186

ГЛАВА VI

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Предприятия нефтяной промышленности, и в особенности нефтеперерабатывающие заводы, имеющие химическую ветвь производства, на которых внедряются и осваиваются наиболее современные производственные методы и технические агрегаты, требуют весьма серьезного подхода к оценке качества производственной воды в целях обеспечения сохранности ценного оборудования и получения высокого качества продукции.

Предприятия нефтяной промышленности и жилые поселки при них помимо производственных нужд потребляют воду питьевого качества, т. е. такую воду, которая, согласно санитарным нормам, должна быть прозрачной, бесцветной, не иметь запаха и привкуса и не содержать болезнетворных бактерий и избытков солей, вредных для человека.

Природная вода в своем естественном состоянии неизбежно содержит то или иное количество растворенных или нерастворенных веществ.

Количество источников природно чистой воды, которые могут быть использованы для целей водоснабжения в своем естественном состоянии, становится все меньше и меньше. Оно уменьшается как вследствие все возрастающего загрязнения источников промышленными сточными водами, так и вследствие несоответствия их дебита возросшей потребности в воде. Поэтому в настоящее время основным условием получения высокого стандарта производственной и питьевой воды является искусственное улучшение ее качества.

Совокупность процессов, связанных с улучшением качества воды, представляет собой определенное производство заводского типа, нуждающееся в правильной эксплуатации, снабжении и надзоре. Только в этих условиях можно ожидать от установок по улучшению качества воды должного эффекта. Улучшение качества воды в проблеме водоснабжения является самостоятельным вопросом, которому посвящена обширная техническая литература.

Ниже, в табл. 197 приводятся перечень и характеристика основных способов улучшения качества воды.

Таблица 197

Основные способы улучшения качества воды и их характеристика

Наименование способа	Назначение	Пути достижения	Аппараты или сооружения	Область применения на предприятиях нефтяной промышленности
1. Осветление	Устранение из воды взвешенных веществ	1. Отстаивание. 2. Пропуск воды через слой рапее выпавшего осадка. 3. Фильтрование	1. Отстойники 2. Осветлители 3. Фильтры	В основном для очистки хозяйственно-питьевой воды. При особых требованиях производств, например при заводении нефтяных пластов, при возврате в оборотную систему водоснабжения промышленных стоков на нефтеперерабатывающих заводах.
2. Обеззараживание	Уничтожение сохранившихся в воде бактерий	1. Хлорирование (дезинфекция) 2. Бактерицидное облучение 3. Озонирование	1. Плоские сетки 2. Вращающиеся сетки Хлораторы Аргонортуговые лампы Аппараты для озонирования воздуха и смешивания его с водой	Обычно на водозаборных сооружениях. Иногда у агрегатов или отдельных установок, например, у нефтепромысловых компрессорных станций. При очистке хозяйственно-питьевой воды. Для предотвращения развития водорослей в воде оборотного водоснабжения При очистке хозяйственно-питьевой воды. То же.

1	2	3	4	5
3. Обезжелезивание.	Удаление железа из воды.	1. Аэрация с последующим фильтрованием. 2. Известкование 3. Коагулиция. 4. Катионирование.	1. Градиентные бассейны 2. Брызгальные бассейны 3. Фильтры и т. п. Установки для известкования. Осветлители, фильтры и т. п. Установки по фильтрованию воды через катионитовые фильтры.	При содержании в хозяйственно-питьевой воде железа более $0,3 \text{ мг/л}$ и при особых требованиях к производственной воде. То же. При более полном обезжелезивании. То же. При содержании железа в воде в виде коллоида гидроокиси железа. То же. При обезжелезивании под, не требующих осветления.
4. Умягчение.	Устранение или уменьшение солей жесткости.	1. Осаждение солей жесткости реагентами. 2. Фильтрование через катионы. 3. Нагревание воды до 100°C .	Установка содово-известкового метода. Катионитовый фильтр Термические ионообменники.	Главным образом при обработке питьевой воды для котельных установок.

5. Удаление марганца	Удаление марганца из воды	Аэрация с последующим фильтрованием	1. Градиентные или брызгальные бассейны. 2. Фильтры, загруженные дробленым пиролузитом.	На производствах, где присутствие марганца в воде может вызывать нежелательное окрашивание продукции.
6. Обескремнивание	Удаление или уменьшение содержания в воде	1. Декрементация солями железа. 2. То же солями алюминия 3. То же окисью магния. 4. То же активированной окисью алюминия. 5. То же нонтаном.	Установка по декрементации. То же	Главным образом при обработке питьевой воды котлов.

1	2	3	4	5
7. Обескислорачивание воды.	Удаление из воды избытка кислорода.	1. Введение в воду сульфата натрия и др. 2. Нагревание воды. 3. Разбрызгивание воды в вакууме.	Приспособления для введения в воду реагентов. Деаэраторы. Сосуды-котлы	При необходимости защиты труб и аппаратуры от коррозии и для улучшения качества воды
8. Удаление растворенной углекислоты.	Удаление растворенной углекислоты.	Аэрация.	Удалитель углекислоты с подачей воздуха вентилятором	То же.
9. Удаление из воды растворенного сероводорода.	Удаление из воды растворенного сероводорода.	1. Фильтрация. 2. Связывание сероводорода в малорастворимое сернистое железо.	Фильтры, загрузки: железные стальные или стружки или феррогелем. Приспособления для введения в воду гидроксид железа.	В связи с широким развитием переработки сернистых нефтей и внедрением полного оборота воды на нефтеперерабатывающих заводах, вопрос удаления из воды сероводорода приобрел особую актуальность, он связан с проблемой охраны атмосферного воздуха от загрязнения его сероводородом и извлечением из сероводорода ценного сырья.

3. Продувка сжатым воздухом.	Продувочные колонны.
4. Разбрызгивание или кипячение.	1. Градири. 2. Брызгальные бассейны. 3. Сосуды-котлы.
5. Окисление.	Приспособления для введения в воду реагентов.
6. Комбинация различных путей, упомянутых в пп. 1-5.	Комбинированная аппаратура.

То же

1	2	3	4	5
10. Обессоливание воды.	1. Удаление из воды растворенных солей.	1. Опреснение. 2. Термическое обессоливание. 3. Химическое обессоливание.	1. Опреснитель. 1. Выпаритель. 1. Катионитовые и анионитовые фильтры	Для получения из сылого минерализованных (грунтовых) или засоленных (морских) вод, воды питьевого качества а также при обработке питьевой воды для котлов.
11. Стабилизация воды.	1. Предотвращение выпадения из воды солей (в основном карбонаты кальция).	1. Подкисление.	1. Приспособления для добавки в воду серной или соляной кислоты.	При необходимости сохранения свойств воды в процессе транспортирования к месту потребления. Стабилизация воды является обязательным элементом оборотных систем водоснабжения на нефтеперерабатывающих заводах.
		2. Рекарбонизация. 3. Фосфатирование.	1. Водоструйные эжекторы. Приспособление для добавки в воду гексаметафосфата натрия и др.	

§ 27. НОРМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА УСТРОЙСТВО
СООРУЖЕНИЙ ПО ОСВЕЩЕНИЮ, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЮ,
УМЯГЧЕНИЮ И ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЮ ВОДЫ

В табл. 198 приводятся основные выдержки из Н и ТУ 126—55

Таблица 198

Наименование	Требования	Пп. Н и ТУ 126—55
1	2	3
1. Общие указания	Метод обработки воды и необходимый для этого состав сооружений должны устанавливаться в зависимости от качества воды в источнике водоснабжения и от требований, предъявляемых к воде потребителями, а также в зависимости от местных условий и технико-экономических соображений. 2. Расчетная производительность сооружений должна определяться для суток с наибольшим водопотреблением при условии проверки сооружений на наименее выгодное сочетание количества и качества исходной воды. 3. При определении расчетной нагрузки должен учитываться расход воды на собственные нужды станции. 4. Сооружения станции должны проверяться на работу с учетом выключения отдельных агрегатов на промывку и регенерацию, а также с учетом пополнения противопожарного запаса воды. 5. Как правило, сооружения для обработки воды должны рассчитываться на равномерную работу в течение суток. Для малых установок при надлежащем обосновании может приниматься ступенчатая работа или работа в течение только части суток. 6. Проект сооружений для улучшения качества воды должен предусматривать возможность изменения последовательности введения реагентов и тщательного перемешивания их с водой. 7. Компонировка очистных сооружений должна давать возможность очередности и постройки и последующего расширения.	64 65 66 67 68 69 70

1	2	3
2. Реагентное хозяйство.	1. Расчетные дозы реагентов для осветления, обезжелезивания и умягчения воды надлежит устанавливать на основе анализов воды, производимых в соответствии с действующими стандартами. Для реконструируемых станций доза реагентов может устанавливаться на основании данных эксплуатации работающей станции. Для вновь проектируемых станций при определении доз реагентов следует учитывать опыт работы действующих очистных станций, питающихся из того же источника, или результаты пробной обработки воды, проведенной в периоды года, соответствующие максимальной мутности, жесткости и цветности воды.	71
	2. Помещение склада реагентов должно быть рассчитано на хранение 15—30-дневного запаса реагентов в зависимости от местных условий, в частности от условий доставки реагентов. При надлежащем обосновании емкость склада может быть увеличена. При определении площади склада толщину слоя реагента следует принимать: 2 м — для коагулянта и соли и 1,5 м — для извести.	72
	3. Количество затворений реагентов в сутки, как правило, следует принимать равным 3—4, а при кратковременном повышении нагрузки, интенсиных методах растворения и при легко растворимых реагентах — не более 8.	73
	4. Доставка реагентов со склада к месту подготовки их для дозирования, как правило, должна быть механизирована.	74
	5. Растворение и перемешивание реагентов в затворных и растворных баках, как правило, должно производиться механическим или пневматическим способом.	75
	6. В помещениях, предназначенных для гашения извести, должна быть предусмотрена вентиляция, обеспечивающая надлежащие санитарные условия для обслуживающего персонала. Гашение извести рекомендуется производить механическим способом.	76
	7. Количество растворных баков для реагентов должно быть не менее двух.	77
	8. При самотечных схемах очистки воды дозирование раствора реагентов должно производиться открытой струей в воронку. Отверстие, из которого вытекает струя, должно находиться на высоте 0,2 м над краем воронки.	78

1	2	3
3. Смешение реагентов с водой.	9. Приспособления для дозирования должны располагаться в легко доступном месте, имеющем достаточное искусственное освещение, при необходимости — комбинированное. Естественное и искусственное освещение помещений должно проектироваться согласно главам II—В. 5 и II—В. 6 «Строительных норм и правил».	79
	10. Для хранения серной кислоты следует предусматривать установку специальных цистерн, оборудованных необходимыми устройствами для безопасного обслуживания их. Для подачи серной кислоты из цистерн должны устанавливаться кислотоупорные насосы или предусматриваться устройства, обеспечивающие подачу кислоты сжатым воздухом.	80
	Поверхности трубопроводов и баков, соприкасающихся с раствором серной кислоты, должны быть выполнены из кислотоупорных материалов или защищены от коррозии кислотоупорными покрытиями.	81
	1. При обработке воды реагентами должны быть предусмотрены устройства, обеспечивающие надежное смешение их с водой в течение не более 2 мин. При использовании нескольких реагентов каждый из них должен вводиться в обрабатываемую воду и перемешиваться с ней отдельно.	
	2. В качестве смесителя может использоваться подающая труба при условии, чтобы длина участка, на котором происходит смешение, была не менее 50 диаметров. При наличии ряда поворотов или при установке на трубопроводе специальных перемешивающих устройств указанная выше длина может быть уменьшена.	82
	3. Скорость движения воды в шелях ершового смесителя следует принимать 0,8—1 м/сек, а в отверстиях дырчатого смесителя — порядка 1 м/сек. Диаметр отверстий в дырчатом смесителе следует определять расчетом и принимать не менее 20 мм, а количество перегородок — не менее трех. Расстояние между перегородками должно быть равным полуторной ширине смесителя. Смеситель должен располагаться на возможно более близком расстоянии от камеры реакции.	83

1	2	3
4. Камеры реакции.	1. Отдельные камеры реакции могут предусматриваться при обработке воды реагентами, вызывающими образование в ней хлопьев, за исключением установок с осветлителями и установок реагентного умягчения воды, работающих с подогревом более чем на 40°. 2. Расчетное время пребывания воды в вихревой камере реакции следует принимать в пределах 5—10 мин., в водоворотной и перегородчатой — 10—20 мин. 3. При проектировании камер реакции следует принимать: а) скорость выхода воды из сопла водоворотной камеры — 3 м/сек при условии обеспечения возможности изменения в процессе эксплуатации как диаметра сопла, так и его направления; б) скорость циркуляции воды в перегородчатых камерах в пределах 0,4—0,5 м/сек; в) скорость движения воды в вихревой камере в плоскости сбора воды — 4—5 мм/сек при освещении и 7—8 мм/сек — при умягчении; в нижнем сечении камеры скорость движения воды 0,5—0,7 м/сек. Угол конусности камеры 20—45°. 4. При проектировании реакторов (камер с контактной массой), применяемых при реагентном способе умягчения воды, рекомендуется принимать: угол конусности воды реактора — 15—20° скорость входа воды в реактор — 0,8—1 м/сек скорость подъема воды на уровне водосборных труб — 8—10 м/сек.	84 85 86 87 88
5. Отстойники и осветлители.	1. Выбор состава и типа сооружений для осветления воды должен быть обоснован как с технической, так и с экономической стороны и должен производиться с учетом качества обрабатываемой воды и требований, предъявляемых к очищенной воде. Примечание. В ННТУ (126—55) даны нормативные указания для проектирования осветлителей общераспространенной конструкции с дырчатым дном и вертикальным, центрально расположенным пламоуплотнителем с принудительным отсосом избытка внешнего осадка.	

1	2	3
	2. Число отстойников или секций горизонтального отстойника, как правило, должно быть не менее двух. Один отстойник или отсутствие деления на секции допускается лишь при соответствующем обосновании. 3. Вертикальные отстойники и осветлители рекомендуется применять при площади каждого примерно до 100 м². Во избежание образования в осветлителе вихревых движений изменения его нагрузки или температуры, поступающей на осветлители воды, могут допускаться лишь плавные. Допустимые изменения нагрузки и температуры воды должны быть обоснованы расчетом. 4. Для вертикальных отстойников следует принимать: а) скорость восходящего движения воды при осветлении коагулированной воды — не более 2,7 м/час, при умягчении воды известкованием без подогрева — порядка 1,8 м/час, при умягчении воды известкованием с подогревом до 40° — порядка 3 м/час; б) при коническом или пирамидальном дне угол наклона образующей конуса (или ребра пирамиды) к горизонту при осветлении коагулированной воды — не менее 50°, а при умягчении известкованием — не менее 60°; в) при плоском дне — уклон его к середине отстойника не менее 0,02, к радиальным лоткам — не менее 0,05; г) продолжительность отстаивания при умягчении воды с подогревом до 35—40° или при осветлении коагулированной воды — до 2 час., а при умягчении воды без подогрева — до 3 час. При диаметре отстойника более 5 м для сбора отстойной воды в дополнение к периферийным желобам следует устраивать радиальные или кольцевые желоба. Для поступления воды в желоба рекомендуется предусматривать в них устройство затопленных отверстий диаметром 20—30 мм с таким расчетом, чтобы скорость прохода воды через них была в пределах 0,6—0,8 м/сек.	89 90 91

1	2	3
	5. Для горизонтальных отстойников принимать: а) для некоагулированной воды продолжительность отстаивания и горизонтальную скорость — на основании данных пробного осаждения в зависимости от требуемой степени осветления; б) для коагулированной воды при отсутствии опытных данных продолжительность отстаивания — не более 4 час.; горизонтальную скорость — 0,005—0,012 м/сек в зависимости от требуемой степени осветления; в) отношение длины к высоте — не менее 10; г) уклон дна: продольный — не менее 0,02, поперечный — не менее 0,05. 6. Осветлители, работающие по принципу пропуска воды через слой взвешенного осадка, могут применяться конической формы (при небольших расходах воды, когда диаметр воронки-диффузора каждого осветлителя не превышает 4 м) или с вертикальными стенками и распределением воды с помощью дырчатого дна. Угол конусности конических осветлителей должен быть не более 45°. 7. Перед поступлением воды на осветлитель она должна проходить воздухоотделитель, в котором скорость нисходящего движения ее (на длине 1—3 м) не должна превышать 0,07 м/сек. 8. Толщина слоя взвешенного осадка в осветлителях должна быть: при осветлении воды коагуляцией 2—2,5 м, при умягчении воды известкованием — не менее 1,5 м. Толщина защитного слоя должна приниматься 1,5—2,5 м в зависимости от характера осадка и схемы последующей обработки воды. 9. Восходящая скорость воды в плоскости выхода ее из слоя взвешенного осадка должна назначаться с учетом мутности исходной воды, ее цветности, характера содержащихся в ней взвешенных веществ, примененных для обработки ее реагентов, размеров и конструкций осветлителей и т. д.	92 93 94 95 96

1	2	3
	При осветлении и обезжелезивании коагулированной воды из рек средней полосы СССР (Волги, Камы, Оки и др.) восходящая скорость может приниматься 0,7—1,0 м/сек; при осветлении воды, умягчаемой известкованием в зависимости от качества воды, типа реагентов и конструкции осветлителя — 0,7—1,2 м/сек; при осветлении воды с подогревом — 0,8—1,4 м/сек. 10. Для осветлителей, снабженных дырчатым дном, следует принимать: а) диаметр отверстий в распределительных трубах не менее 20 мм, а скорость истечения воды из них — 1 м/сек; б) диаметр отверстий в дырчатом дне — 10—30 мм, а скорость истечения из них воды при осветлении коагуляцией — 0,1—0,2 м/сек, при умягчении — 0,3—0,5 м/сек; в) уклон дна осветлителя должен быть не менее 0,05 (к центру). 11. Сбор осветленной воды в безнапорных осветлителях диаметром более 5 м следует производить в соответствии с указаниями п. 91 (см. п. 4). В напорных осветлителях сбор воды должен производиться системой дырчатых труб. 12. Осветлители должны быть снабжены устройствами для сбора излишнего осадка, его уплотнения и удаления, а также сброса его из нижней части осветлителя (под дырчатым дном). 13. При проектировании вертикальных центрально расположенных шламоуплотнителей для осветлителей с дырчатым дном следует принимать: а) емкость шламоуплотнителя из расчета обеспечения работы осветлителя между двумя продуками в течение не менее 6 час.; б) площадь входных окон шламоуплотнителя — из условий обеспечения прохода через них избытка взвешенного фильтра со скоростью не более 7 мм/сек. 14. Диаметр труб для опорожнения отстойника или осветлителя должен обеспечивать опорожнение их в течение, как правило, не более	97 98 99 100 101

1	2	3
6. Фильтры	2 час. Задвижка на выпускной трубе должна располагаться вне осветлителя или отстойника. Применение донных клапанов не допускается. 1. Скорость фильтрации¹, крупность зерен и толщина фильтрующего слоя при проектировании осветлительных фильтров должны приниматься с таким расчетом, чтобы при получении фильтрата заданного качества количество промывок фильтра в сутки при полуавтоматическом и ручном управлении им не превосходило четырех. 2. Скорость фильтрации воды на фильтрах хозяйственно-питьевого водопровода в зависимости от качества воды, поступающей на фильтры, следует принимать порядка 6—7 м/час; во время промывки скорость фильтрации в работающих фильтрах не должна превышать 9 м/час. 3. Фильтрующие материалы для осветления воды следует применять стойкие, обеспечивающие заданное количество и качество фильтрата и не насыщающие фильтруемую воду веществами, вредными для здоровья людей или для технологии производства. 4. Для загрузки фильтров могут применяться кварцевый песок, дробленый антрацит или мраморная крошка. Для фильтрации производственной воды крупность зерен загрузочного материала и толщины слоя загрузки должны выбираться в зависимости от требующейся степени осветления воды и проектируемой скорости фильтрации. Для загрузки скорых фильтров, предназначенных для фильтрации воды питьевого качества, следует применять песок, преимущественно кварцевый, со средним размером зерен 0,5—1 мм. Толщина фильтрующего слоя должна быть 0,7 м. 5. Высота слоя воды над загрузкой в открытых фильтрах должна быть 1,2—1,5 м, а в напорных — по конструктивным соображениям. 6. Величину расчетной потери напора в фильтрах рекомендуется принимать: для открытых фильтров — 2,5—3 м, для напорных — до 10 м.	102 103 104 105 106 107

¹ Здесь и далее вместо «фильтрации» следует применять «фильтрование». *Ред.*

1	2	3																																		
	7. Интенсивность промывки фильтра следует принимать в зависимости от крупности и рода фильтрующего материала, температуры промывной воды и способа промывки. 8. Интенсивность промывки фильтров при загрузке их песком с крупностью зерен, обычно применяемой для фильтров хозяйственно-питьевого водоснабжения, при 50%-ном расширении загрузки может быть определена по следующей таблице: <table><tr><th rowspan="2">Температура воды, °C</th><th colspan="6">Средний диаметр зерен песка, мм</th></tr><tr><th>0,5</th><th>0,6</th><th>0,7</th><th>0,8</th><th>0,9</th><th>1,0</th></tr><tr><td>10</td><td>9</td><td>12</td><td>15</td><td>18</td><td>22</td><td>26</td></tr><tr><td>20</td><td>11</td><td>15</td><td>19</td><td>23</td><td>28</td><td>—</td></tr><tr><td>30</td><td>14</td><td>19</td><td>25</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr></table>	Температура воды, °C	Средний диаметр зерен песка, мм						0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	10	9	12	15	18	22	26	20	11	15	19	23	28	—	30	14	19	25	—	—	—	108 109
Температура воды, °C	Средний диаметр зерен песка, мм																																			
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0																														
10	9	12	15	18	22	26																														
20	11	15	19	23	28	—																														
30	14	19	25	—	—	—																														
	9. При осветлении воды для производственных целей на фильтрах с крупнозернистой загрузкой промывку фильтров рекомендуется производить совместно с продувкой сжатым воздухом. При этом интенсивность продувки следует принимать от 18 до 25 л/сек воздуха на 1 м² загрузки. Воздух должен подаваться под давлением не менее 0,5 атм, скорость движения его в трубопроводах следует принимать 10 м/сек, а скорость выхода из отверстий дырчатой трубы или форсунок — 25—30 м/сек. Промывка крупнозернистых фильтров совместно с продувкой сжатым воздухом складывается из следующих операций: а) предварительной продувки воздухом в течение 5 мин.; б) промывки интенсивностью 5—8 л/сек воды на 1 м² поверхности загрузки совместно с продувкой в течение 2—5 мин.; в) окончательной промывки водой в течение 1—2 мин. после прекращения подачи сжатого воздуха с интенсивностью, обеспечивающей 25%-ное расширение загрузки.	110																																		

1	2	3														
	10. Интенсивность промывок крупнозернистых фильтров промышленных водопроводов (в л/сек на 1 м ²) может быть определена по следующей таблице:	111														
	<table> <tr> <th rowspan="2">Температура воды, °C</th><th colspan="2">Средний диаметр зерен песка, мм</th></tr> <tr> <th>1,0</th><th>1,5</th></tr> <tr> <td>10</td><td>18</td><td>34</td></tr> <tr> <td>20</td><td>25</td><td>45</td></tr> <tr> <td>30</td><td>31</td><td>—</td></tr> </table>	Температура воды, °C	Средний диаметр зерен песка, мм		1,0	1,5	10	18	34	20	25	45	30	31	—	
Температура воды, °C	Средний диаметр зерен песка, мм															
	1,0	1,5														
10	18	34														
20	25	45														
30	31	—														
	11. При загрузке фильтра антрацитом интенсивность промывки обратным током воды следует принимать в 2 раза меньшей, чем для кварцевого песка той же крупности.	112														
	12. Подвод воды на фильтры для фильтрации и отвод промывной воды должны производиться с помощью желобов или дырчатых труб. Расстояние между осями смежных желобов должно быть 1,8—2,6 м в зависимости от размера фильтра.	113														
	13. При очистке производственной воды расчетную скорость фильтрации надлежит выбирать в каждом отдельном случае в зависимости от качества поступающей на фильтры воды, требований к фильтрованной воде, крупности и толщины слоя загрузки, системы фильтра и т. п., она может быть принята до 12 м/час с возможным повышением при форсированной работе до 15 м/час.	114														
	Для грубого осветления воды допускается применение сетчатых фильтров.															
	14. При проектировании фильтров системы АКХ надлежит руководствоваться специальными техническими условиями проектирования указанных фильтров.	115														
	При очистке хозяйственно-питьевой воды в количестве до 20 м ³ /час в оправданных случаях может предусматриваться строительство установок с медленными фильтрами.															
	15. Количество фильтров на очистных сооружениях должно быть не менее двух.	116														

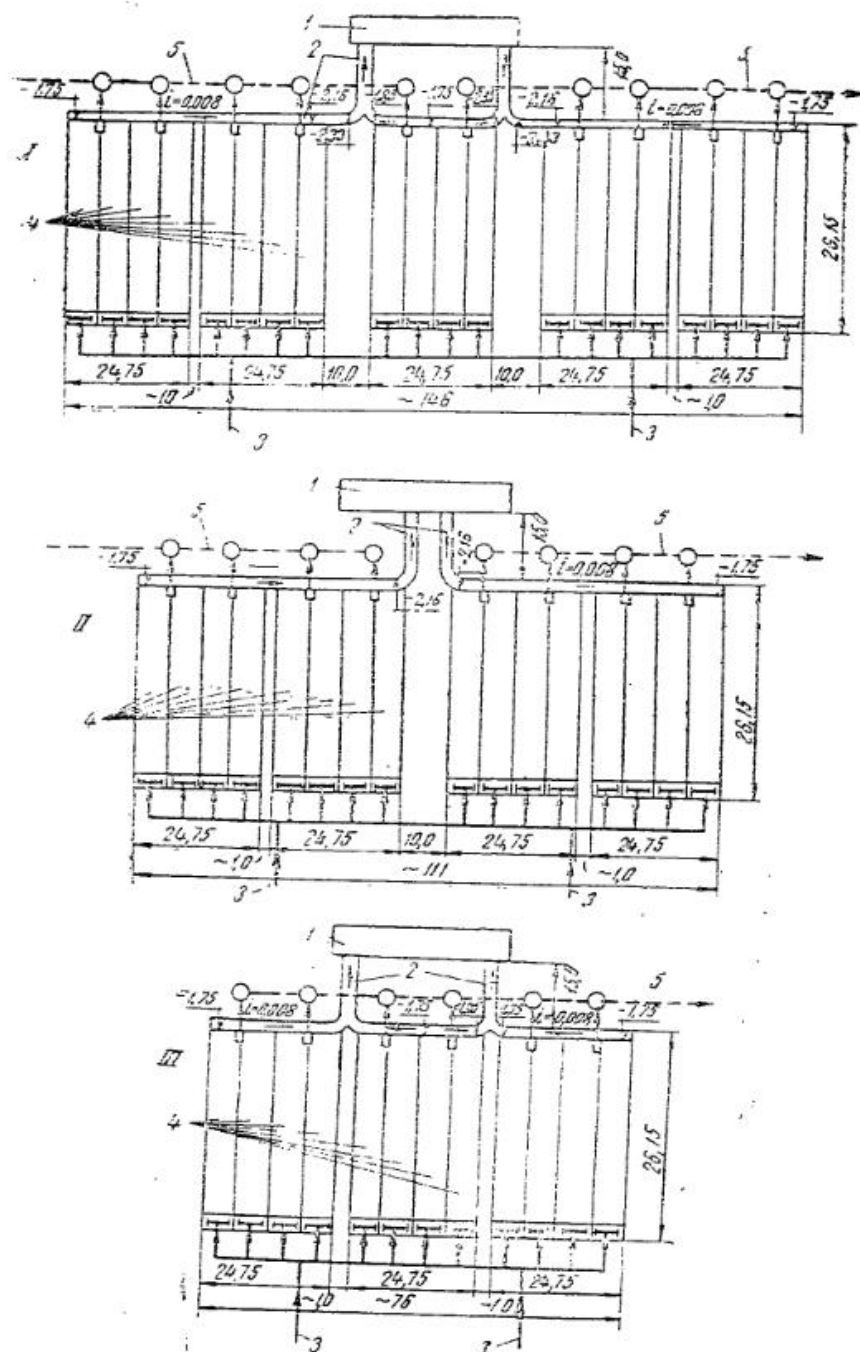
1	2	3
	16. При промывке фильтров с помощью насосов для обеспечения бесперебойности промывки необходимо в дополнение к рабочему насосу предусматривать установку резервного насоса или иметь резервную подачу воды от насосов II подъема, рассчитанную на интенсивность промывки фильтров не менее 50% от расчетной. При мощности промывного насосного агрегата 20 кВт и менее вместо резервной подводки воды допускается предусматривать хранение на складе резервного агрегата той же мощности, что и рабочий.	117
	Емкость резервуара промывной воды, как правило, должна приниматься из условий хранения запаса воды, необходимого на две промывки фильтра. Высота слоя воды в резервуаре не должна превышать 3 м. Труба, отводящая промывную воду из резервуара, должна быть предохранена от подсоса в нее воздуха.	
	17. Конструкция узла фильтров должна обеспечивать возможность оборудования последних приспособлением для автоматического регулирования скорости фильтрации, а также возможность установки необходимой измерительной аппаратуры.	118
7. Хлорирование воды	1. Обеззараживание воды, как правило, должно производиться с применением жидкого хлора. Для станций производительностью до 20000 м ³ /сут допускается хлорирование хлорной известью.	128
	2. Хлораторные установки должны обеспечивать возможность двойного хлорирования воды (до осветления и после фильтров).	129
	При хлорировании жидким хлором должен предусматриваться резерв хлораторов в количестве не менее 50% от числа работающих.	
	3. При хлорировании хозяйственно-питьевой воды расчетную продолжительность контакта хлора с водой от момента смещения ее с хлором до поступления к ближайшим потребителям следует принимать не менее 30 мин., а при совместном хлорировании и аммонизации — не менее 1 часа. Продолжительность контакта хлора с водой должна быть обоснована.	130

1	2	3
	4. Количество активного хлора, необходимого для обеззараживания воды, в зависимости от содержания в воде органических веществ при расчетах, следует принимать: а) при обеззараживании природно-чистых подземных вод, а также осветленных (с применением фильтрации) поверхностных вод — 0,5 мг/л; б) при содержании в хлорируемой воде закисного железа дозу хлора увеличивать из расчета 1,25 мг/л хлора на каждый 1 мг/л закисного железа, содержащегося в воде; в) при хлорировании воды перед вводом в нее коагулянта дозу хлора устанавливать в зависимости от содержания в воде органических веществ и хлоропоглощаемости обрабатываемой воды. 5. При коагуляции воды железным купоросом совместно с хлором дозу хлора следует принимать 0,36 а (а — доза вводимого безводного железного купороса). 6. Помещение хлораторной при хлорировании жидким хлором должно иметь запасный выход непосредственно наружу и должно быть оборудовано вентиляцией, обеспечивающей 12-кратный обмен воздуха в 1 час. Хлораторные производящие более 250 кг хлора в сутки, использующие жидкий хлор, должны быть разделены глухой стеной на две половины с самостоятельным запасным выходом наружу из каждой половины хлораторной. Расчетная температура в помещении хлораторной должна быть не менее 18° С. При печном отоплении топки печей должны располагаться вне помещения хлораторной. Забор воздуха вентилятором должен производиться в наиболее низкой части пола хлораторной. Включение вентиляторов должно осуществляться вне помещения хлораторной. 7. Помещение для приготовления и дозирования раствора хлорной извести, а также помещения для аммонизаторов должно быть изолировано от помещения хлораторов.	131 132 133 134

1	2	3											
	8. При хлорировании воды жидким хлором, кроме основного склада для хранения баллонов с хлором, при хлораторной должен иметься промежуточный расходный склад, рассчитанный не более чем на 3-суточный запас хлора. Расходный склад баллонов не должен иметь непосредственного сообщения с хлораторной. 1. Выбор схемы умягчения воды должен производиться на основе технико-экономических расчетов с учетом качества умягчаемой воды и требований, предъявляемых к ней. 2. При умягчении воды известкованием с коагуляцией, последующим фильтрованием и доумягчением, катионированием следует в качестве коагулянта применять железный корпус или другие соли железа. 3. Поступающая на катионитовые фильтры вода должна быть стабильной. Кроме того, речная вода, как правило, должна быть предварительно очищена от взвешенных веществ фильтрованием. 4. Скорость фильтрации воды на катионитовых фильтрах должна выбираться на основании технико-экономических расчетов в пределах от 8 до 50 м/час при числе регенераций каждого фильтра не более 3 в сутки. 5. Интенсивность (в л/сек на 1 м²) взрыхления загрузки катионитовых фильтров перед регенерацией в зависимости от типа фильтра и сорта катионита следует принимать по следующей таблице:	135 119 120 121 122 123											
8. Умягчение воды.	<table> <tr> <th rowspan="2">Тип фильтра</th><th colspan="2">Сорт катионита</th></tr> <tr> <th>сульфоуголь (крупный)</th><th>сульфоуголь (мелкий)</th></tr> <tr> <td>Вертикальной конструкции</td><td>4—5</td><td>2—3</td></tr> <tr> <td>Горизонтальной конструкции</td><td>1—2,5</td><td>1—1,5</td></tr> </table>	Тип фильтра	Сорт катионита		сульфоуголь (крупный)	сульфоуголь (мелкий)	Вертикальной конструкции	4—5	2—3	Горизонтальной конструкции	1—2,5	1—1,5	
Тип фильтра	Сорт катионита												
	сульфоуголь (крупный)	сульфоуголь (мелкий)											
Вертикальной конструкции	4—5	2—3											
Горизонтальной конструкции	1—2,5	1—1,5											

1	2	3
	Продолжительность взрыхления следует принимать 15 минут.	
	6. Интенсивность отмывки следует принимать от 5 до 12 м/час в зависимости от качества загрузочного материала; продолжительность отмывки — 30—50 мин.	124
	7. Толщину слоя катонита рекомендуется принимать от 1,5 до 4 м.	125
	8. Емкость бака для взрыхления загрузки катионитовых фильтров должна обеспечивать продолжительность взрыхления фильтра в течение 15 мин.	126
	9. При Н-катионировании все трубопроводы для кислых растворов и для воды, прошедшей фильтры, а также сами фильтры должны быть кислотоустойчивыми или покрыты надежной изоляцией.	127
9. Обезжелезивание воды.	1. Для удаления из воды солей железа могут применяться следующие методы обезжелезивания: а) аэрация; б) известкование; в) коагулирование сернокислым алюминием; г) хлорирование; д) пропуск через катионитовые фильтры.	136
	2. После аэрации, известкования, коагулирования и хлорирования вода, как правило, должна осветляться на отстойниках или осветлителях и фильтроваться на фильтрах, загруженных кварцевым песком, дробленным коксом или антрацитом.	137
	Примечание. В отдельных случаях (на основании данных лабораторных исследований) можно исключать из схемы обработки воды, осветление ее в отстойниках (или осветлителях) или фильтрацию.	
	3. Выбор метода обезжелезивания воды, доз, реагентов, расчетных параметров и состава сооружений должен производиться на основании результатов пробного обезжелезивания воды, произведенного на месте, и технико-экономических расчетов.	138

1	2	3
	Примечание. Удаление из воды железа, находящегося в ней в виде комплексно-гуминового соединения или в коллоидальной форме, следует производить хлорированием или коагуляцией.	
	4. Обезжелезивание воды при помощи аэрации может производиться разбрызгиванием над зеркалом воды или на ярусных градириях.	139
	5. Градири могут применяться как с оросителями обычного типа (деревянные рейки), так и с загрузкой их коксом или шлаком. Загрузку следует предусматривать в 2 слоя толщиной по 0,5 м каждый и с прослойкой воздуха между ними толщиной 0,3 м.	140
	Плотность орошения в зависимости от содержания железа в воде может приниматься в пределах 3—4 м ³ /час на 1 м ² .	
10. Оборудование очистных сооружений, подсобные помещения и пр.	1. Мероприятия, обеспечивающие производственно-лабораторный контроль за качеством воды, должны предусматриваться во всех случаях, когда проектируется обработка хозяйственно-питьевой или технической воды.	141
	2. Задвижки диаметром до 300 мм, служащие для управления работой сооружений, очистных и умягчительных станций, желательно, а при большем диаметре, обязательно снабжать гидравлическим или электрическим приводом.	142
	3. Сооружения в целом, а также отдельные агрегаты, служащие для обработки воды, должны быть оборудованы контрольно-измерительной аппаратурой.	143
	На открытых фильтрах должны устанавливаться указатель потери напора и указатель скорости фильтрации.	
	На напорных фильтрах — манометры или дифманометры и водомеры; на осветлителях — устройства для измерения производительности осветлителей.	
	Кроме того, как на фильтрах, так и на осветлителях должны устанавливаться краны для взятия проб.	



1	2	3	
4. Площади подсобных помещений в зависимости от производительности очистных сооружений должны приниматься не более указанных в следующей таблице:			
Наименование помещений	Площадь в м ² при производительности, м ³ /сут		
	до 5000	5001—10000	10001—30000
Химическая лаборатория	20	25	35
Бактериологическая лаборатория	15	35	50
Кабинет звездеющего	10	15	20

Примечание. Для станций производительностью от 5000 м³/сут площадь бактериологической лаборатории в таблице дана без учета помещений для средоварки и автоклава. Необходимость и размеры подсобных помещений, не указанных в таблице, должны быть обоснованы в проекте.

§ 28. БЛОКИ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДАХ

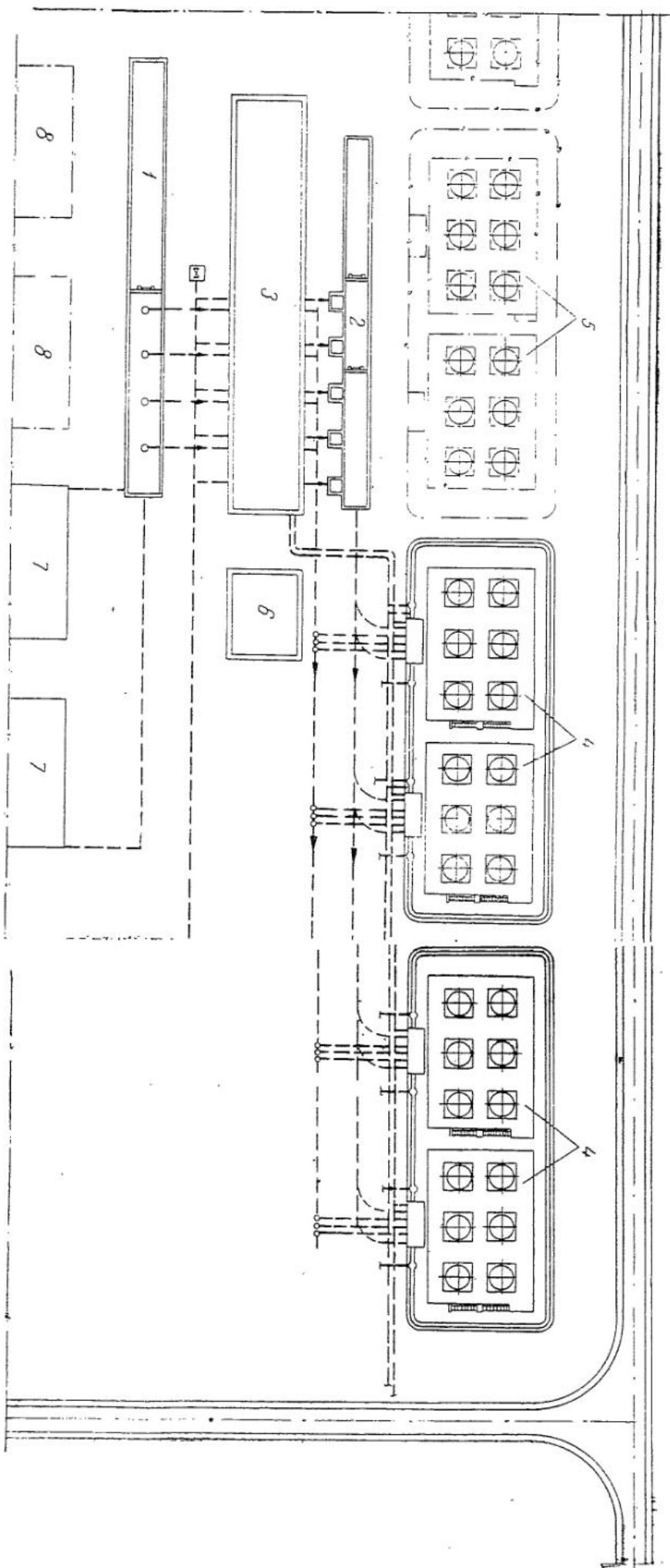
Каждая из оборотных систем водоснабжения на нефтеперерабатывающих заводах содержит следующие основные сооружения:

- 1) водопроводные сети;
- 2) приемные бассейны отработанной теплой и охлажденной воды;
- 3) насосные станции для подачи воды на водоохладители и охлажденной в сеть;
- 4) водоохладители;
- 5) нефтеотделители или нефтеловушки;
- 6) установки по отделению и утилизации сероводорода;
- 7) установки по подготовке воды (стабилизация, хлорирование и т. п.).

Фиг. 156

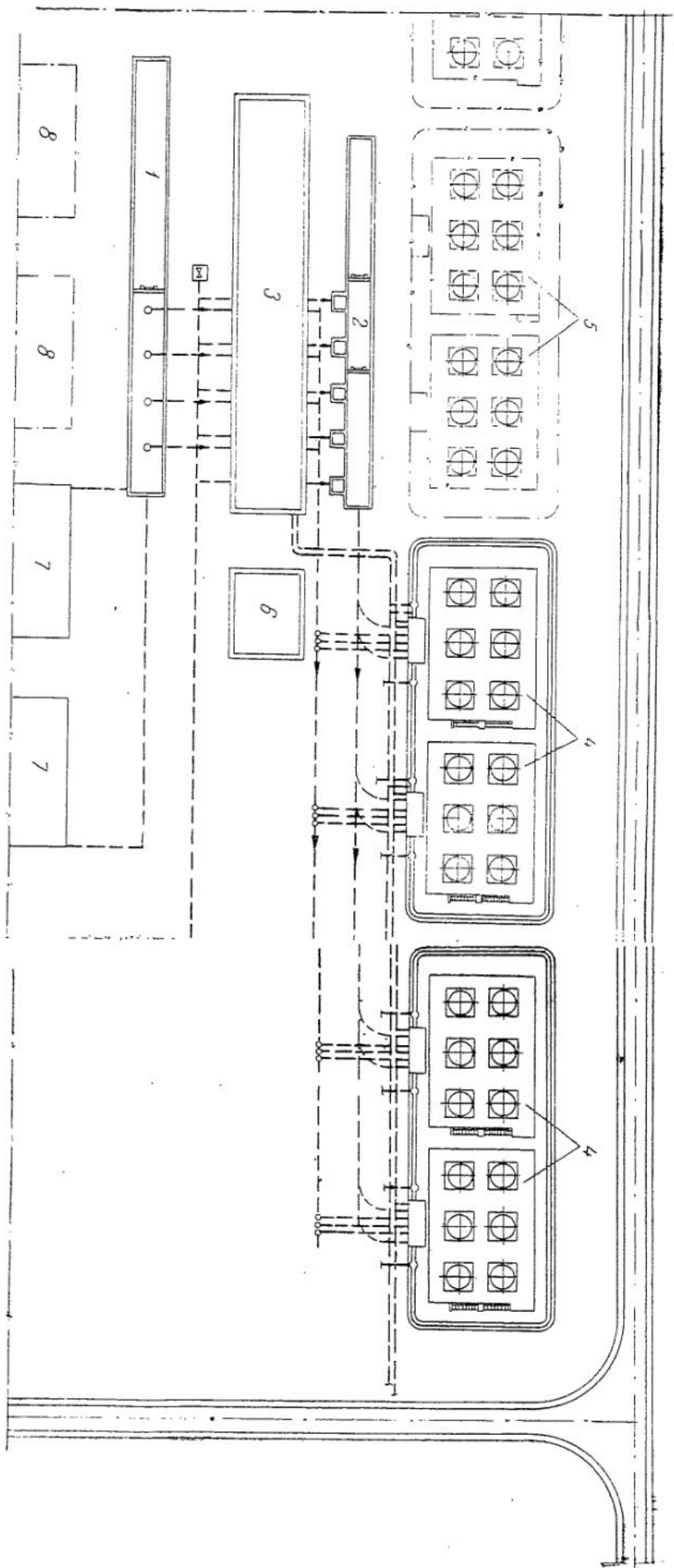
Схема расположения нефтеотделителей

I—при расходе оборотной воды 15000 м³/час; II—при расходе оборотной воды 12500 м³/час; III—при расходе оборотной воды 10000 м³/час. 1—бассейн горячей воды; 2—лоток горячей воды; 3—подача горячей воды; 4—секция нефтеотделителя; 5—отведение собранной нефти.



Фиг. 159

Блок оборотного водоснабжения
 1 — бассейн горячей воды; 2 — бассейн охлаждающей воды; 3 — насосная станция оборотного водоснабжения; 4 — радиаторы вентиляционные — первой очереди строительства; 5 — радиаторы вентиляционные — второй очереди строительства; 6 — электрические распределительные устройства; 7 — аварийные нефтестроительные первой очереди строительства; 8 — аварийные нефтестроительные второй очереди строительства.



Фиг. 159

Блок оборотного водоснабжения
 1 — бассейн горячей воды; 2 — бассейн охлаждающей воды; 3 — насосная станция оборотного водоснабжения; 4 — радиаторы вентиляционные — черной оцинкованной сталью; 5 — граница вентиляционная — второй очереди строительства; 6 — электрические распределительные устройства; 7 — аварийные нефтяные котлы первой очереди строительства; 8 — аварийные нефтяные котлы второй очереди строительства.

Все сооружения (за исключением водопроводных сетей) объединяются в группы в зависимости от качества поступающей отработанной воды. Эти группы сооружений именуются блоками оборотного водоснабжения. На нефтеперерабатывающих заводах встречаются блоки первой и второй систем оборотного водоснабжения, а также оборотного водоснабжения барометрического конденсатора АВТ.

Расположение блоков оборотного водоснабжения на заводе определяется следующими основными факторами.

1. Блоки должны располагаться в наиболее пониженной части территории завода.
2. Расстояние от блоков до установок, обслуживаемых ими, должно быть минимальным.

Так как многие установки и, в особенности комбинированные, сбрасывают отработанные воды различного качества, то нередко блоки оборотного водоснабжения устраиваются также комбинированными. В них располагаются сооружения как первой, так и второй системы оборотного водоснабжения с закачкой очищенной и охлажденной воды в соответствующие водопроводные сети.

Сооружения по очистке отработанных вод (нефтеотделители, нефтеловушки), а также сооружения по сбору, откачке и разделке уловленного нефтепродукта, сбору и откачке осадка в нефтеотделителях и нефтеловушках и сооружения по отделению и утилизации сероводорода, проектируются аналогично подобным сооружениям, приведенным во 2-й части настоящего справочника.

При этом время нахождения жидкости в нефтеотделителях первой системы оборотного водоснабжения принимается 30 мин., в нефтеотделителях второй системы—20 мин. и в нефтеловушках—2 часа.

Для расчетов сооружений по разделке нефтепродуктов количество уловленного нефтепродукта принимается для нефтеотделителей первой системы оборотного водоснабжения—0,01% от расхода и для нефтеловушек оборотного водоснабжения барометрического конденсатора АВТ—0,7%.

На фиг. 156 даны примеры расположения секций нефтеотделителя для пропускной способности 15000 м³/час, 12500 м³/час и 10000 м³/час.

На фиг. 157 дан чертеж нефтеотделителя.

Нефтеотделители проектируются по типу нефтеловушек (скребковый механизм на чертеже не показан).

На фиг. 158 показана схема расположения блоков оборотного водоснабжения на нефтеперерабатывающем заводе, а на фиг. 159 показан пример решения блока первой системы оборотного водоснабжения.

Сооружения по стабилизации воды являются обязательными для каждой системы оборотного водоснабжения, если индекс стабильности ее находится в пределах 0,25—0,30. Для оценки стабильности пользуются условной величиной „индекс стабильности“, вычисляемой по формуле

$$I = pH - pH_s,$$

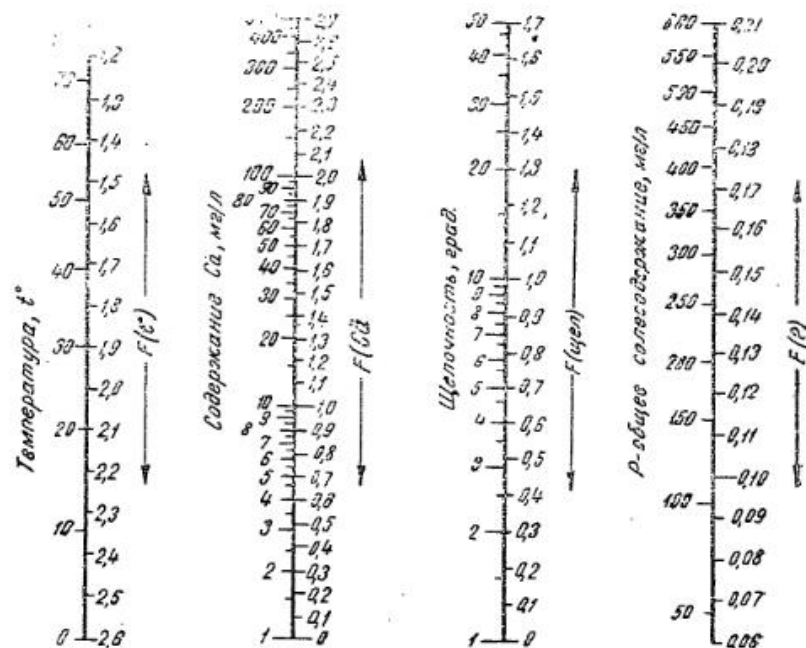
где I —индекс стабильности или насыщения;

pH —фактическое значение pH , определяемое измерениями;

pH_s —равновесное насыщение воды карбонатом кальция, т. е. pH воды, при котором она не будет ни давать отложения, ни растворять осадка карбоната кальция

$$pH_s = F_1(t) - F_2(Ca) - F_3(\text{щел.}) + F_4(P) + 8,07.$$

Значения функций F_1, F_2, F_3, F_4 определяются по номограмме, приведенной на фиг. 160.



Фиг. 160

Номограмма для определения значений функций F_1, F_2, F_3 и F_4 .

В практике проектирования стабилизационных установок для оборотных систем водоснабжения на нефтеперерабатывающих заводах в качестве реагента обычно принимается суперфосфат. Расчетная доза реагента принимается 2 мг/л или 2 г/м³.

добавочной свежей воды с последующим уточнением этой дозы в период эксплуатации.

Содержание активного суперфосфата (P_2O_5 —фосфорный ангидрид)—14% (ГОСТ 4667—49).

□ Количество активного реагента определяется по формуле

$$g=Q g \text{ кг},$$

где g —количество активного реагента, кг;

Q —расход свежей воды, $m^3/час$;

g —принятая доза активного реагента, кг;

Количество технического реагента

$$g_1 = \frac{g}{n} \text{ кг},$$

где n —содержание активного суперфосфата в техническом.

Расчетное хозяйство стабилизационной установки может размещаться как в здании насосной станции каждого водного блока, так и в отдельно стоящем здании.

Реагентное хозяйство должно состоять из бункера и двух затворных баков. Дозировка раствора суперфосфата должна осуществляться через тарированную шайбу, устанавливаемую на расходном кране. Реагент от стабилизационной установки должен поступать в бассейн охлажденной воды.

ГЛАВА VII

ВОДООХЛАЖДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

§ 29. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О СОВРЕМЕННЫХ ТИПАХ ВОДООХЛАДИТЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1. Назначение водоохладителей и условия их работы

В оборотных системах промышленного водоснабжения предприятий нефтяной промышленности вода выполняет роль агента-теплоносителя. Она воспринимает тепло в технологических аппаратах (конденсаторах и холодильниках) и транспортирует его к водоохладителю, где тепло отдается в окружающую атмосферу.

Охлаждение воды в охладителе в летних условиях происходит, в основном, за счет испарения ее в атмосферу и частично за счет непосредственного соприкосновения охлаждаемой воды с охлаждающим ее воздухом.

В зимних условиях имеет место обратное явление. Теплоотдача происходит, главным образом, за счет соприкосновения воды с воздухом и частично за счет испарения.

Между теплом, воспринятым водой в технологических аппаратах, и теплом, отдаваемым в атмосферу, в процессе работы охладителя сохраняется полный тепловой баланс.

В атмосферу отводится ровно столько тепла, сколько его воспринимается водой в технологических аппаратах.

Количество тепла, отводимого водоохладителем в атмосферу, называют тепловой нагрузкой Q охладителя.

Величина Q при теплоемкости воды, равной единице, определяется по формуле

$$Q = W \cdot \Delta t \text{ ткал/час},$$

где W —гидравлическая нагрузка охладителя, $m^3/час$;
 $\Delta t = t_1 - t_2$ —температурный перепад, $^{\circ}C$;
 t_1 —температура воды на входе в охладитель;
 t_2 —температура воды на выходе из охладителя.

Гидравлическая нагрузка водоохладителя W , отнесенная единице его площади F , называется плотностью орошения или плотностью дождя, т. е. $q = \frac{W}{F}$ м/час.

Коэффициент полезного действия охладителя выражается формулой

$$\eta = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - \tau}$$

где t_1 и t_2 — см. выше;
 $t_1 - \tau$ — теоретически возможный перепад охладителя;
 τ — температура смоченного термометра °С.

Как видно из приведенной формулы, существенное влияние на к. п. д. охладителя имеет величина τ , характеризующая собой естественные условия, в которых работает водоохладитель.

Требуемые пределы охлаждения воды для основных технологических установок нефтеперерабатывающих заводов указаны в табл. 199.

Таблица 199

Наименование установок	Наименование аппаратов, потребляющих воду	Температура воды, °С	
		охлажденной	горячей
Электрообессоливающая установка.	Холодильники	25	45
Атмосферная трубчатка.	Промывка нефти	25	70
	Конденсаторы и холодильники	25	40—50
	Грязе- и водоотделители	25	30
Вакуумная трубчатка.	Конденсаторы и холодильники	25	40—50
	Барометрический конденсатор	25	35
Атмосферно-вакуумная трубчатка.	То же	25	35—45
Термический крекинг.	Конденсаторы и холодильники	25	45
Термический риформинг.	То же	25	45
Комбинированная установка.	"	25	45
Сернокислотная очистка.	"	25	30
	Водяные отстойники	25	30
	Щелочные отстойники	25	30

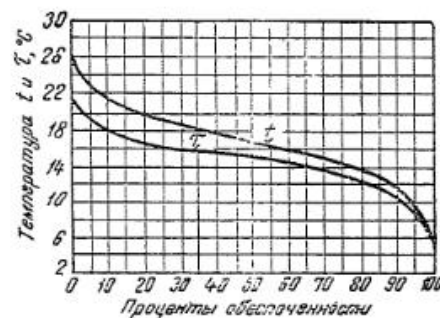
Охлаждаемая вода оборотных систем водоснабжения часто загрязнена нефтепродуктами, вследствие чего охлаждение испарением в известной мере замедляется. Это следует учитывать при проектировании водоохладителей.

2. Теоретически возможный предел охлаждения воды в естественных условиях

Решающим фактором охлаждения воды является окружающий воздух — его температура и влажность. Это состояние воздуха определяет собой теоретически возможный предел охлаждения воды. Для оценки состояния воздуха при тепловом расчете охладителей пользуются температурой τ , так называемого смоченного влажного термометра. Эта температура в практике проектирования принимается как теоретический предел охлаждения воды при данном состоянии воздуха.

Графическая зависимость между температурой воздуха, его влажностью и температурой смоченного термометра представлена на психрометрической диаграмме (фиг. 161).

Из графика видно, что при состоянии полного насыщения наружного воздуха ($\phi = 1$) его температура по сухому термометру равна температуре по влажному термометру. В этом случае пределом охлаждения будет, очевидно, температура окружающего воздуха. При этих условиях теплоотдача испарением будет равна нулю. Процесс охлаждения будет происходить только за счет непосредственного соприкосновения воды с воздухом.



Фиг. 161

Психрометрическая диаграмма.

Примечание. В области температур ниже 0° С давления насыщения водяного пара приняты для льда.

§ 30. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДООХЛАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Общие указания

При проектировании водоохладителей для предприятий нефтяной промышленности необходимо пользоваться Н и ТУ 126—55.

При выборе типа водоохладителя и его отдельных узлов необходимо в первую очередь широко использовать типовые материалы и другие руководящие данные, имеющиеся в крупных ведущих проектных организациях, накопивших многолетний опыт проектирования.

При тепловом расчете водоохладителей рекомендуется широко использовать имеющиеся данные испытаний водоохладителей различных типов в промышленных масштабах, проведенных ОРГРЭСом МЭС СССР по многим пунктам Советского Союза.

Применение теоретических формул для теплового расчета водоохладителей рекомендуется только в крайних случаях ориентировочных предварительных подсчетов, когда опытных данных не имеется.

До начала проектирования водоохладителя проектировщику рекомендуется собрать все необходимые исходные данные. Основные из них следующие:

- а) задание на проектирование с указанием пункта расположения водоохладителя, тепловой и гидравлической нагрузок, требуемой предельной температуры охлажденной воды;
- б) метеорологические данные района;
- в) геологические, гидрогеологические и топографические данные в месте расположения водоохладителя;
- г) примерное местоположение водоохладителя на генеральном плане промышленного предприятия;
- д) наличие местных строительных материалов;
- е) летняя и зимняя роза ветров;
- ж) сроки введения в действие проектируемого водоохладителя.

1. Выбор расчетных метеорологических параметров

Метеорологические параметры, необходимые для расчета водоохладителя: температура и влажность наружного воздуха, скорость и направление ветра требуются при тепловом расчете всех типов водоохладителей, поскольку эффект их работы зависит, в первую очередь, от состояния воздуха.

Выбор указанных параметров производится на основании соответствующих климатологических справочников, непосредственных данных, получаемых от соответствующих Управлений гидрометеорологической службы или на основании „Строительных норм и правил“ (стр. 158—160), а для условий Азербайджанской ССР частично по временным данным сборника „Климатологические данные для строительного проектирования в Азербайджанской ССР“, утвержденным Госстроем Азербайджанской ССР 8/VIII—1956 г.

Для правильного выбора метеорологических факторов следует исходить из технико-экономических соображений. При этом за расчетные параметры следует принимать такие, которые отвечают, с одной стороны, минимуму капитальных и эксплуатационных затрат на водоохладитель, и с другой стороны, обеспечивают наиболее экономичный эффект охлаждения воды.

Вентиляторная градирня для электростанции, рассчитанная на максимальную абсолютную температуру воздуха самого жаркого месяца и соответствующую ей относительную влажность воздуха, вполне обеспечила бы наиболее низкую температуру охлаждающей воды, но по экономическим соображениям она казалась бы нерентабельной. С другой стороны, башенная капельная градирня, рассчитанная на средние многолетние метеорологические условия (50% обеспеченности) самого жаркого месяца, не смогла бы достаточно эффективно обеспечить технологические установки нефтеперерабатывающего завода, хотя по стоимости самой градирни этот вариант был бы дешевле.

Между указанными крайними значениями проектировщик должен найти оптимальные величины расчетных метеорологических факторов, в соответствии с чем выбрать и тип охладителя.

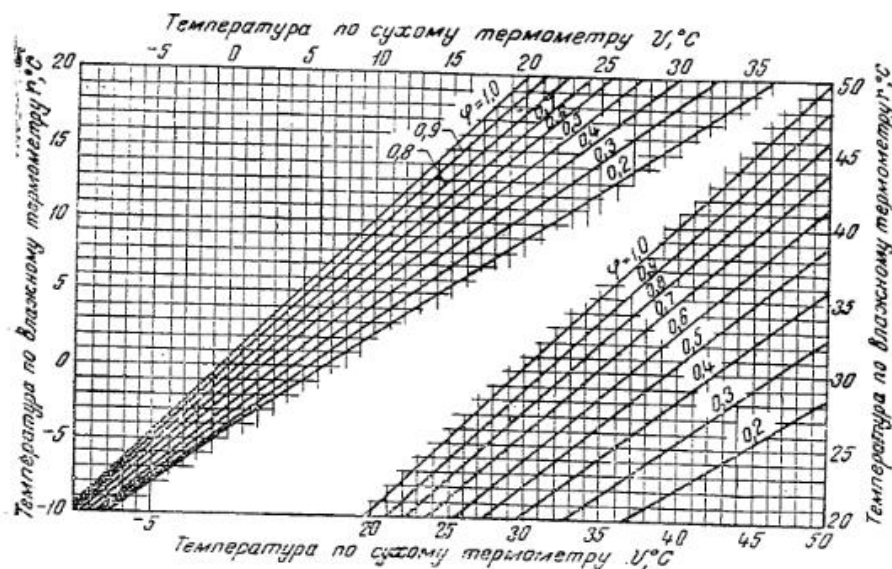
В практике проектирования водоохладителей известны многочисленные случаи, когда в качестве расчетных метеорологических параметров принимают среднемесячные или средние температуры в 13 часов самого жаркого месяца года. Такой подход к определению расчетных параметров воздуха может себя оправдать лишь на тех производствах, где повышение температуры, охлаждающей воды, не вызывает особых осложнений в работе технологических установок летом.

Однако в условиях работы нефтеперерабатывающих заводов чрезмерное повышение температуры охлаждающей воды (даже при большом ее расходе) может привести не только к потере продукции, но и создать опасность воспламенения или самовоспламенения охлаждаемых нефтепродуктов. Увеличение количества потребляемой воды для снижения ее температуры по экономическим соображениям далеко не всегда выгодно, так как при этом приходится сильно увеличивать охлаждаемую поверхность холодильных аппаратов. Поэтому указанный упрощенный выбор расчетных параметров воздуха при проектировании водоохладителей для нефтеперерабатывающих заводов не следует применять.

Учитывая особые условия работы технологических установок нефтеперерабатывающих заводов, рекомендуется исходить из процента обеспеченности расчетных параметров, понимая под этим длительность периода, в течение которого температура и влажность воздуха равны, или более принятых в расчете.

Для этой цели проектировщик совместно с технологами нефтепереработки должен установить, исходя из экономических предпосылок и техники безопасности, в течение какого времени может быть допущено повышение температуры охлаждающей воды в наиболее жаркий летний период против оптимальной температуры, принятой за расчетную.

В качестве примера на фиг. 162 приведены кривые обеспеченности метеорологических факторов за летний период для г. Москвы.



Фиг. 162

Кривые обеспеченности метеорологических факторов для г. Москвы за летний период

При заданной 5% обеспеченности метеорологических факторов расчетные параметры воздуха, по многолетним наблюдениям, следующие:

- температура воздуха по сухому термометру (t) = 23,0° C;
- температура смоченного термометра — τ = 18,8° C;
- скорость ветра на высоте 2 м — W = 3,0 м/сек.

При указанных расчетных параметрах охладитель (например, вентиляторная градирня) может обеспечить расчетную температуру охлажденной воды в течение 95% летнего времени. В остальные 5% времени, т. е. в течение 110 часов, летом, может иметь место повышение температуры сверх расчетной. Длительность этого периода и является решающим фактором для выбора расчетных метеорологических условий.

При 10% обеспеченности мы имели бы более благоприятные метеорологические условия для расчета градирни, но зато длительность периода с превышающими температурами t и τ была бы вдвое большей.

Получив эти результаты подсчета, проектировщику совместно с технологом по переработке нефти, необходимо решить, целесообразно ли принимать в расчет указанные метеорологи-

ческие параметры воздуха, или следует еще более понизить или повысить процент обеспеченности до нужных пределов.

Если будет решено понизить процент обеспеченности метеорологических факторов, то это значит, что нужно увеличить размеры вентиляторной градирни, если, наоборот, то размеры градирни должны быть уменьшены или даже принят другой, более экономический, тип охладителя.

2. Выбор типа водоохладителя

В настоящее время наиболее широко применяются следующие типы водоохладителей:

- 1) вентиляторные градирни;
- 2) башенные гиперболические градирни;
- 3) башенные градирни (капельные и пленочные);
- 4) градирни открытого типа;
- 5) брызгальные бассейны;

В табл. 200—204 приводится перечень основных преимуществ и недостатков водоохладителей применяемых на предприятиях нефтяной промышленности.

Таблица 200

Вентиляторные градирни

Преимущества	Недостатки
1. Высокий и устойчивый эффект охлаждения воды. 2. Простота конструкции и большая компактность. 3. Минимальный унос воды по сравнению с другими охладителями. 4. Возможность расположения градирен в непосредственной близости от других сооружений, в частности от насосных станций. Это дает сокращение стоимости водопроводящих и отводящих трубопроводов.	1. Дополнительный расход электроэнергии на привод вентиляторов. 2. Шум при работе вентиляторов. 3. Необходимость применения дополнительного механического оборудования для моторов, вентиляторов, редукторов и пр. 4. Высокие эксплуатационные расходы по обслуживанию градирни.

Вентиляторные градирни являются наиболее подходящим типом водоохладителя для нефтеперерабатывающих заводов большой мощности, расположенных в неблагоприятных для охлаждения воды климатических условиях.

Вентиляторные градирни в указанных условиях могут обеспечить необходимую степень охлаждения воды при высоких температурных перепадах 20—25° C, охлаждая ее даже при неблагоприятных метеорологических условиях до 27—26° C.

Однако в районах с низкой температурой и невысокой относительной влажностью наружного воздуха при высокой

стоимости электроэнергии вентиляторные градирни могут оказаться нерентабельными.

Таблица 201

Башенные гиперболические градирни

Преимущества	Недостатки
1. Площадь для размещения градирен в 3—3,5 раза меньше по сравнению с капельными градирнями башенного типа. 2. Срок службы выше башенных градирен с деревянными башнями. 3. Вытяжная башня из железобетона обеспечивает лучшую тягу воздуха нежели деревянная, вследствие большей герметичности. 4. Борьба с обмерзанием проще нежели в капельных градирнях башенного типа. 5. Расход строительных материалов меньше, нежели у капельных градирен башенного типа.	1. Сложность производства работ по сооружению гиперболической градирни.

Таблица 202

Башенные градирни—капельные

Преимущества	Недостатки
1. Меньшая площадь по сравнению с брызгальными бассейнами. 2. Возможность более компактной компоновки на генеральном плане по сравнению с большим брызгальным бассейном или градирней открытого типа. 3. Небольшой унос воды ветром. 4. Возможность отвода испарений на большой высоте.	1. Более высокая стоимость по сравнению с брызгальными бассейнами и градирнями открытого типа. 2. Возможность гниения и выщелачивания древесины. 3. Обледенение оросительных устройств и возможность их повреждения при околке льда. 4. Возможность возгорания при нахождении в резерве.

Практика проектирования показывает, что применение вентиляторных градирен бесспорно для значений температуры смоченного термометра более 19°C и стоимости 1 кВт-час энергии ниже 15 копеек.

Рекомендуемая удельная тепловая нагрузка на вентиляторные градирни лежит в пределах 90—110 тыс. ккал/м² час. Это соответствует плотности орошения 9,0—11,0 м/час при температурном перепаде 10°C и 4,5—5,5 м/час при перепаде 20°C .

Таблица 203

Градирни открытого типа

Преимущества	Недостатки
1. Простота устройства. 2. Малая стоимость первоначальных и эксплуатационных затрат. 3. Возможность применения стандартных деталей. 4. При достаточном ветре эффект охлаждения лучше, чем в башенных градирнях и брызгальных бассейнах.	1. Образование тумана и обледенение. 2. Непостоянство и зависимость эффекта охлаждения от силы и направления ветра. 3. Трудно компоновруются на генеральном плане вследствие чрезмерно вытянутой в длину формы в плане. 4. Требуют открытой со всех сторон местности, доступной действию ветра. 5. Высота подачи воды выше нежели для капельных градирен.

Таблица 204

Брызгальные бассейны

Преимущества	Недостатки
1. По стоимости в 2—3 раза дешевле по сравнению с градирнями башенного типа. 2. Долговечные в эксплуатации по сравнению с градирнями вообще. 3. Эксплуатационные расходы значительно ниже, чем при башенных градирнях.	1. Занимают в 4—5 раз больше площади по сравнению с башенными охладителями. 2. Значительные потери воды на унос ветром. 3. Образуют туман и сырость в окружающей местности, в связи с чем требуют значительного удаления от сооружений и дорог. 4. Эффект охлаждения зависит от силы и направления ветра. 5. Более низкий эффект охлаждения по сравнению с башенными градирнями при перепадах температуры воды свыше 10°C.

По мере освоения производства довольно сложных строительных работ по строительству гиперболических градирен область их применения в силу указанных преимуществ, будет, видимо, расширяться.

Для районов с невысокими значениями температур наружного воздуха и относительной влажности гиперболические градирни являются довольно сильным конкурентом по сравнению с вентиляторными.

Рекомендуемая удельная тепловая нагрузка на гиперболические градирни лежит в пределах 70—90 тыс. ккал/м²час, что соответствует плотности дождя 7—9 м/час при температурном перепаде 10°С и 3,5—4,5 м/час при перепаде 20°С.

При проектировании гиперболических градирен следует использовать имеющийся опыт, накопленный в Московском отделении теплоэлектропроекта. Здесь имеются типовые проекты гиперболических градирен площадью 900 и 1520 м², а также кривые охлаждения для тепловых расчетов градирен.

Башенные капельные градирни, особенно старых конструкций с естественной тягой воздуха, при высоких перепадах температур охлаждаемой воды могут обеспечить требуемую степень охлаждения воды для технологических установок нефтеперерабатывающих заводов лишь при малой плотности орошения.

В связи с этим требуются большие размеры охладителя и тщательное устройство водораспределительной системы в градирне.

Область применения их ограничена тепловой нагрузкой в пределах 15—35 тыс. ккал/м²час, что соответствует плотности орошения 0,75—1,75 м/час при температурном перепаде 20°С и 1,5—3,5 м/час при перепаде равном 10°С.

Поэтому башенные капельные градирни старых конструкций для вновь проектируемых заводов нефтяной промышленности не могут быть рекомендованы.

Градирни открытого типа (табл. 203) могут быть рекомендованы (при соответствующих метеорологических условиях):

а) для технологических установок нефтеперерабатывающих заводов малой мощности;

б) для обслуживания энергетических и др. относительно мелких установок, располагаемых на самостоятельных площадках или в блоке с этими заводами. Удельная тепловая нагрузка для градирен открытого типа может быть допущена в пределах 40—60 тыс. ккал/м²час. Это соответствует плотности дождя 4,0—6,0 м/час при температурном перепаде, равном 10°С или 2—3 м/час при перепаде, равном 20°С.

Для обслуживания технологических установок нефтеперерабатывающих заводов в подавляющем большинстве случаев брызгальные бассейны не могут быть рекомендованы. Это объясняется тем, что требуемое охлаждение воды может быть достигнуто при последовательном 2- или 3-ступенчатом их использовании путем перекачки больших масс воды через разбрызгивающие сопла по два или три раза. Указанное требует значительного расхода электроэнергии и больших площадей под охладитель. Кроме того, это связано с большими потерями оборотной воды на унос ветром. К тому же в зимних условиях создается опасность обледенения близ расположен-

ных сооружений и создания вокруг охладителя трудно проходимых туманов, сковывающих работу транспорта.

Брызгальные бассейны могут быть рекомендованы при благоприятных климатических условиях для обслуживания:

а) небольших энергетических установок, располагаемых на площадках нефтеперерабатывающих заводов;

б) временных электростанций;

в) компрессорных станций газопроводов;

г) других относительно мелких установок, где не требуются перепады температур выше 10—12°С и низкие температуры охлажденной воды порядка 25—26°С. Удельная тепловая нагрузка в брызгальных бассейнах может быть допущена в пределах 10—20 тыс. ккал/м²час, что соответствует плотности дождя 1,0—2,0 м/час при температурном перепаде, равном 10°С.

Однако далеко не всегда при выборе типа водоохладителя представляется возможным решить эту задачу лишь на основе указанных рекомендаций.

Во многих практических условиях применения водоохладителей возникает необходимость проведения тщательных и всесторонних технико-экономических расчетов, на основании которых можно вполне обоснованно подобрать тот или иной тип водоохладителя.

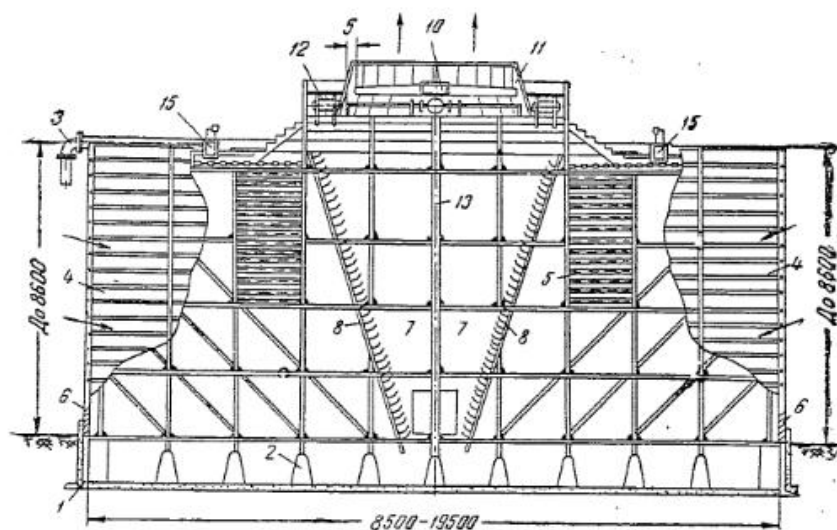
3. Тепловой расчет водоохладителей

*Вентиляторные градирни ГПИ Гипронефтезаводы
(фиг. 163, 164, 165 и 166)*

Достаточно обоснованного и экспериментально проверенного аналитического решения, позволяющего теоретическим путем решить задачу об охлаждении воды в градирнях и брызгальных бассейнах, пока не имеется. Поэтому на практике широко пользуются опытными данными промышленных испытаний вполне определенных конструкций водоохладителей. Это обстоятельство, а также отсутствие строгих, научно-обоснованных методов теплового расчета водоохладителей не дает возможности проектировщику вносить какие бы то ни было существенные изменения в конструкцию испытанного водоохладителя, не рискуя ухудшить эффект охлаждения воды.

Поэтому приведенные ниже тепловые расчеты водоохладителей ни в какой мере не могут влиять на конструктивное решение водоохладителя в целом и отдельных его частей.

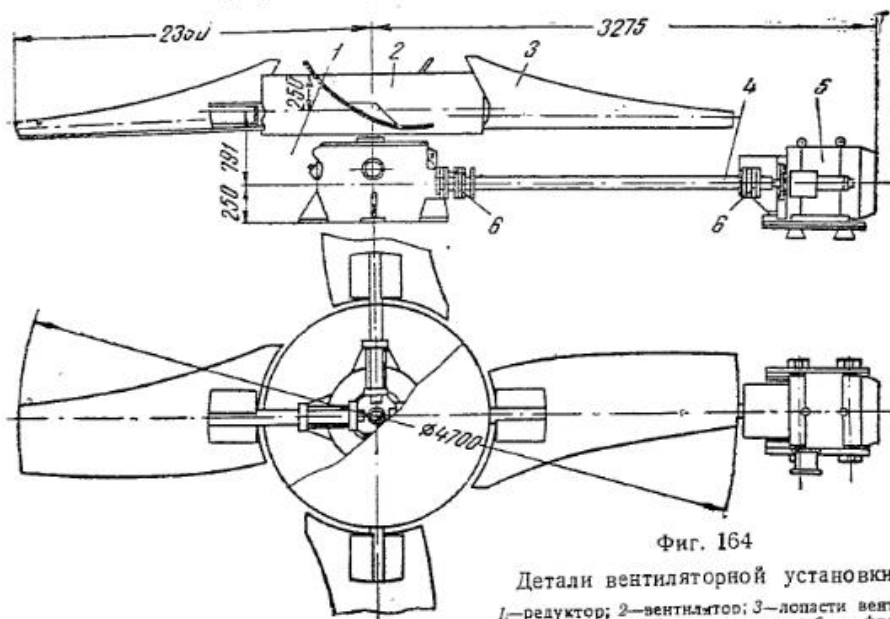
При помощи этих расчетов, на основании определенных метеорологических данных и заданных температур воды до охлаждения и после охлаждения, можно определить плотность дождя, а отсюда и требуемую площадь градирни при заданном количестве охлаждаемой воды. Или при тех же исходных



Фиг. 163

Вентиляторная градирня ГПИ «Гипронефтезавод»

1—водосборный резервуар; 2—опорные железобетонные столбики, несущие наземную часть градирни; 3—трубопровод для подачи горячей воды к градирне; 4—ороситель, состоящий из деревянного каркаса и решетки; 5—решетка, состоящий из 32-х горизонтальных ярусов; 6—жалюзийная вертикальная стенка на всю высоту оросителя; 7—воздухоприемная камера с водоуловителями; 8—водоуловители; 9—водораспределительные открытые лотки; 10—вентилятор; 11—диффузор; 12—электромотор; 13—разделительная перегородка; 14—редуктор; 15—регулирующий клапан.

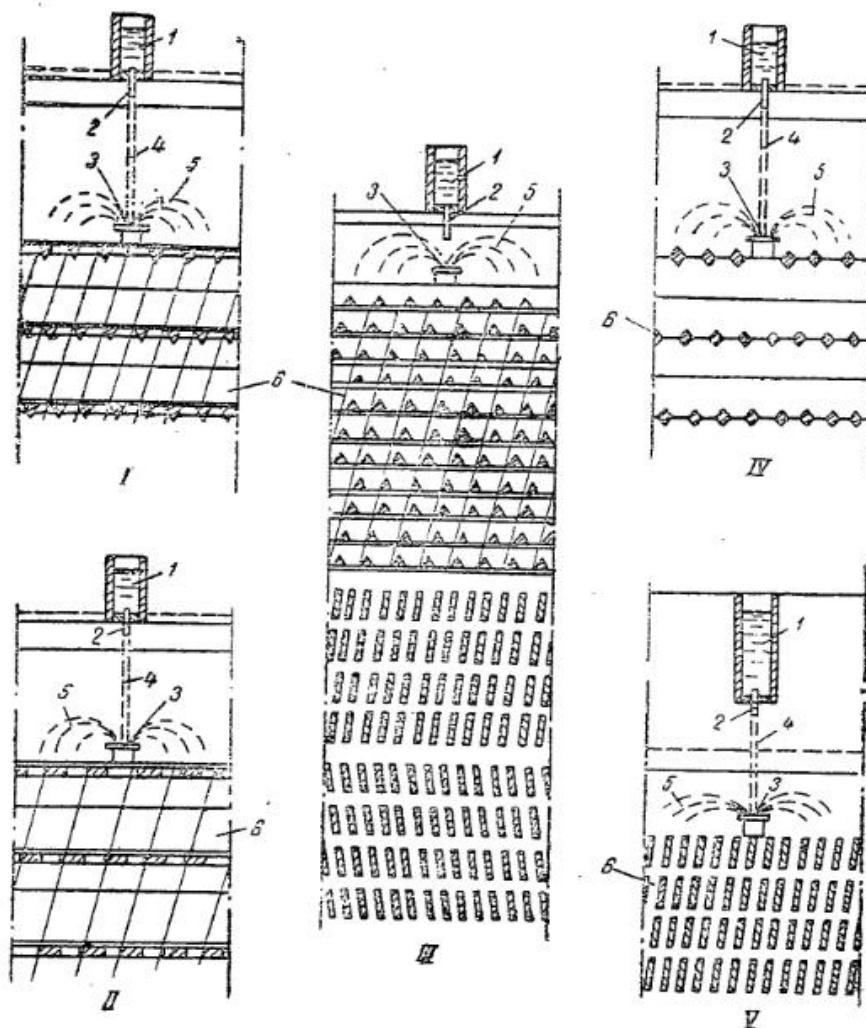


Фиг. 164

Детали вентиляторной установки

1—редуктор; 2—вентилятор; 3—лопасти вентилятора; 4—вал; 5—электромотор; 6—муфта соединительная

данных можно определить температуру охлажденной воды t_2 при заданной температуре горячей воды и влажности воздуха.

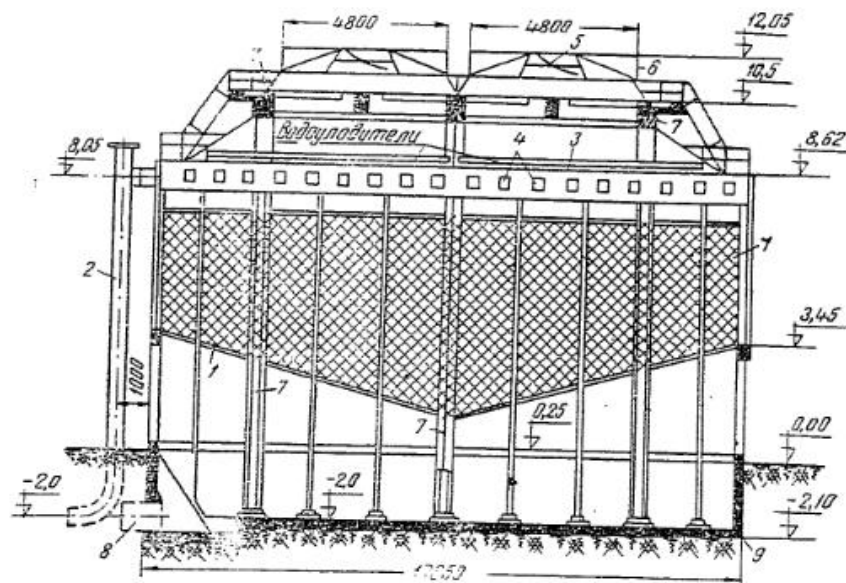


Фиг. 165

Детали оросителей I—V капельного типа

1—водораспределительный открытый лоток; 2—выливающая трубка; 3—разбрызгивающая розетка; 4—струя воды; 5—капля воды; 6—решетка.

Для теплового расчета двухпоточной вентиляторной градирни, разработанной ГПИ Гипронефтезавод, рекомендуется пользоваться номограммой (фиг. 167), разработанной Юж ОРГЭС Министерства электростанций СССР, на основа-



Фиг. 166

Поперечный разрез вентиляционной градирни

1—оросительное устройство; 2—водоподводящий стояк; 3—водоуловители; 4—водораспределительные лотки; 5—вентилятор; 6—диффузор; 7—железобетонная рамная конструкция; 8—водотводящая труба; 9—водосборный резервуар.

При испытаниях вентиляционной градирни на Куйбышевском нефтеперерабатывающем заводе в 1950 г.

Ход теплового расчета показан на фиг. 167.

Пример. Определяем температуру охлажденной воды t_2 при угле поворота лопастей вентилятора $\alpha = 30^\circ$, заданной температуре горячей воды $t_1 = 42^\circ\text{C}$, плотности орошения $q = 8,3 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$ и скорости ветра $w = 3,5 \text{ м/сек}$. Искомая средняя температура получилась равной

$$\frac{27,1 + 27,8}{2} = 27,45^\circ\text{C}.$$

Для получения более низкой температуры следует задаваться более низким значением плотности орошения при прочих неизменных условиях.

Для ориентировки при тепловых расчетах вентиляционных градирен Гипронефтезавода ниже приводим табл. 205 величин допустимой плотности орошения в $\text{м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$ при 5%-ной обеспеченности метеорологических факторов и оптимальном угле поворота лопастей вентилятора $\alpha = 31^\circ$, по данным ЮЖОРГРЭС.

На основании данных табл. 205, составленной по номограмме ЮЖОРГРЭС при расчетах градирен, можно получить готовые плотности орошения для некоторых районов при соответствующих температурах смоченного термометра и темпера-

турных перепадах охлаждаемой воды. Имея плотности орошения и заданную гидравлическую нагрузку на градирню, легко определить требуемую площадь градирни. Таким образом, используя данные табл. 205, можно значительно облегчить тепловой расчет вентиляционной градирни для температур смоченного термометра в пределах от $18,5$ до $21,0^\circ\text{C}$.

Таблица 205

Районы	Температура смоченного термометра $t^\circ\text{C}$	$t_2=25$ $t_1=48$	$t_2=25$ $t_1=45$	$t_2=26,5$ $t_1=49,5$	$t_2=27,2$ $t_1=46,0$
Куйбышев	21,0	4,5	4,8	5,1	6,7
Уфа	20,0	5,0	5,3	6,0	7,3
Москва	18,8	5,5	5,8	6,5	7,8
Пермь	18,5	5,7	6,0	6,7	8,0

Определив на основании номограммы искомую плотность орошения $q \text{ м}^3/\text{час}$, находят общую требуемую площадь $F \text{ м}^2$ градирни по формуле

$$F = \frac{w}{q} \text{ м}^2,$$

где w —гидравлическая нагрузка охладителя, $\text{м}^3/\text{час}$.

Далее, по общей площади определяют число секций градирни, зная, что площадь одной секции градирни составляет 60 м^2 .

Остальные элементы градирни, как-то: ороситель, резервуар, вентиляционное оборудование и др. не рассчитываются, а принимаются типовые, проверенные экспериментальным путем.

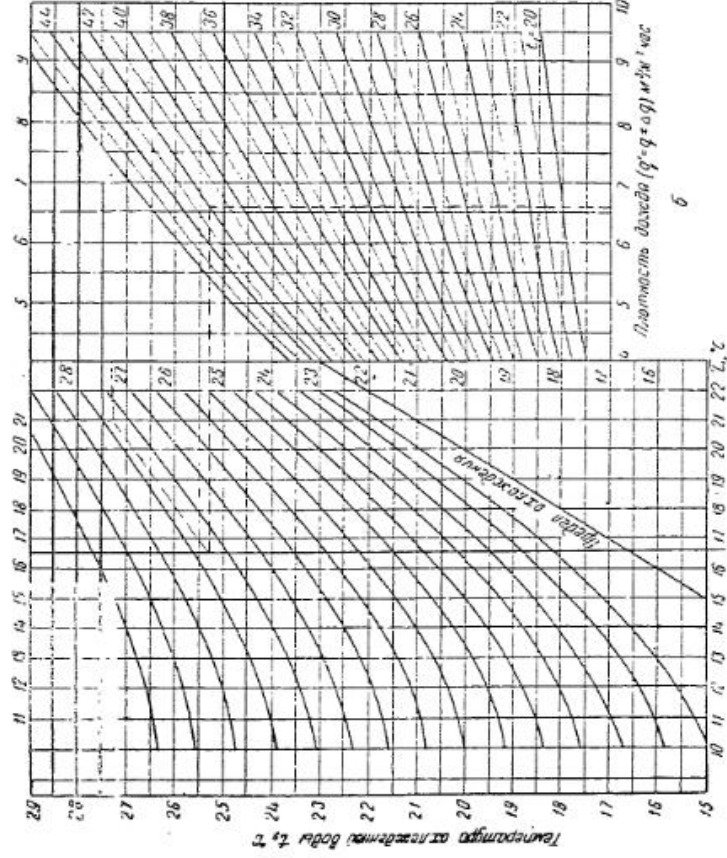
Вентиляторные градирни ГПИ Теплоэлектропроект

Вентиляторная градирня ТЭПа испытана на Сталинградской ТЭЦ в 1952 г. Градирня проходила летние и зимние испытания.

На фиг. 168 и 169 представлены графики охлаждения в вентиляторных градирнях ТЭПа. Указания к пользованию этими графиками даны на чертежах.

Вентиляторная градирня ТЭПа может быть рекомендована для перепадов температур $8-12^\circ$ и температуры охлажденной воды в пределах $25-27^\circ\text{C}$.

Для более высоких перепадов и более низких температур охлажденной воды градирня ТЭПа должна быть предварительно реконструирована и повторно испытана.



Температура воздуха по значению температуры
в реке, t_2

Фиг. 167

Номаграмма для расчета двухсторонней вентиляционной градиент ГПИ. Гиперонтеза-д" (при $n=190$ об/мин, $s=4,5$ см).
Поправка (в) на влияние угла установки лопастей вентилятора (α)

Поправка (z) на влияние ветра (w).
При $\angle \alpha \geq 30^\circ$ и $w > 2$ м/сек поправку на влияние ветра для подветренной стороны уменьшить вдвое

Пример расчета по фиг. 167: $t_1=42^\circ\text{C}$, $t_2=21^\circ\text{C}$, $q=8,3$ м³/м² час, $w=3,5$ м/сек

Требуется найти: t_1 при $n=190$ об/мин, $\angle \alpha=30^\circ$.

Из диаграммы в: $\Delta q = -1,7$, $q^1 = 8,3 - 1,7 = 6,6$ м³/м² час;
на диаграмме б: при $t_1 = 16,7$, $q = 6,6$ м³/м² час, $t_2 = 25,3^\circ\text{C}$,

при $t_1 = 21^\circ\text{C}$ из диаграммы а- $t_2 = 27,3^\circ\text{C}$.

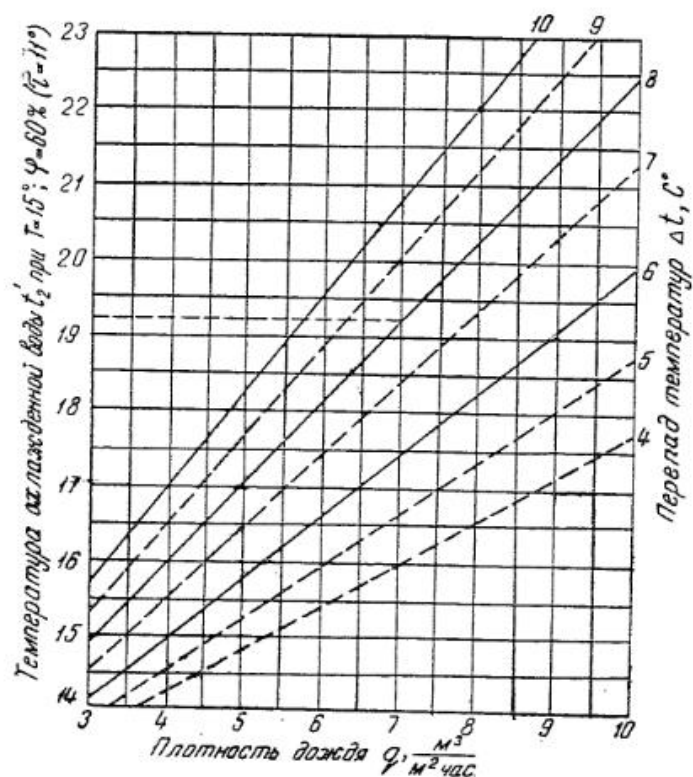
Поправка на влияние ветра: для наветренной стороны $-t_2 = -0,2^\circ\text{C}$, для подветренной стороны $+1,0$; $2 = -0,5^\circ\text{C}$.
Таким образом, будем иметь: для наветренной стороны $-t_2 = 27,3 - 0,2 = 27,1^\circ\text{C}$, для подветренной стороны $-t_2 = 27,3 + 0,5 = 27,8^\circ\text{C}$

Таблица 206

Данные параллельных наблюдений над работой вентиляторной и башенной градирен, брызгального бассейна и температурой речной воды (средние данные)

Дата	Время		Метеоро-лог. фак-торы	Вентиляторная градирня			Брызгальный бассейн			Башенная градирня			Температура в реке, t
	час.	мин.		t_1	t_2	Δt	t_1	t_2	Δt	t_1	t_2	Δt	
11/VIII	11	30	26,1	36,0	25,2	10,8	43,8	32,8	11,0	39,0	29,7	9,3	25,0
12/VIII	15	30	24,9	35,4	24,7	10,7	42,2	31,2	11,0	39,0	28,8	10,2	25,0
13/VIII	16	00	27,4	36,2	26,0	10,2	42,7	31,8	10,9	40,5	29,7	10,8	24,8
14/VIII	16	00	27,1	36,1	25,8	10,3	41,2	31,6	9,6	41,2	30,0	11,2	24,5
15/VIII	16	00	25,7	36,6	26,1	10,5	43,1	32,2	10,9	40,9	30,2	10,7	24,5
16/VIII	16	00	26,4	38,6	27,0	11,6	42,0	32,0	10,0	40,0	30,0	10,0	24,8
17/VIII	16	00	26,5	37,9	27,2	10,7	41,3	32,2	9,1	41,0	31,3	9,7	24,6
Средние:	—	—	26,3	36,7	26,0	10,7	42,3	32,0	10,4	40,2	29,9	10,3	24,7

Предлагаемые выше рекомендации вытекают из сопоставления результатов тепловых расчетов по графикам фиг. 167, 168 и 169. Из них видно, что при перепадах $8-12^\circ\text{C}$ и температурах охлажденной воды в пределах $25-27^\circ\text{C}$ имеет место расхождение в расчетах t_2 на $1,5-1,7^\circ$. При более высоких перепадах указанное расхождение значительно возрастает.



Фиг. 168

График охлаждения воды в вентиляторных градирнях ТЭПа при $\tau = 11^\circ$

Указания к пользованию графиками (фиг. 168 и 169)

По графику (фиг. 168) определяется t_2' при $T=15^\circ$ и $\varphi=60\%$ ($\tau=11^\circ$)

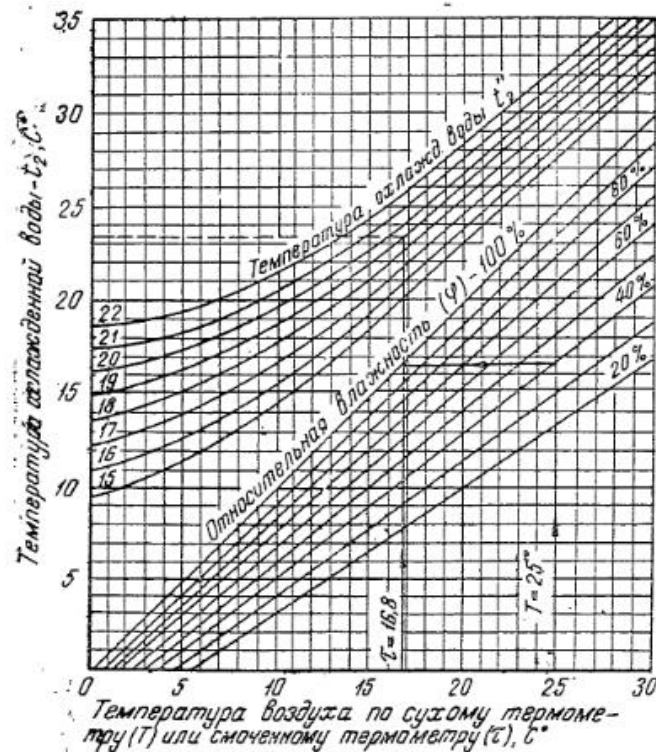
По графику (фиг. 169) и по найденному по графику (фиг. 168)

t_2' определяется t_2 при заданных T и φ или заданном τ

Пример расчета. Дано: $q=7$, $\Delta t=8^\circ$, $T=25^\circ$, $\varphi=40\%$. Найти t_2 .

По графику (фиг. 168) находим $t_2'=19,2^\circ$. По графику (фиг. 169) находим $t_2=23,4^\circ\text{C}$

Большой интерес при технико-экономических расчетах охладителей представляют графики, представленные на фиг. 170 и 171, характеризующие зимний режим работы градирни.



Фиг. 169

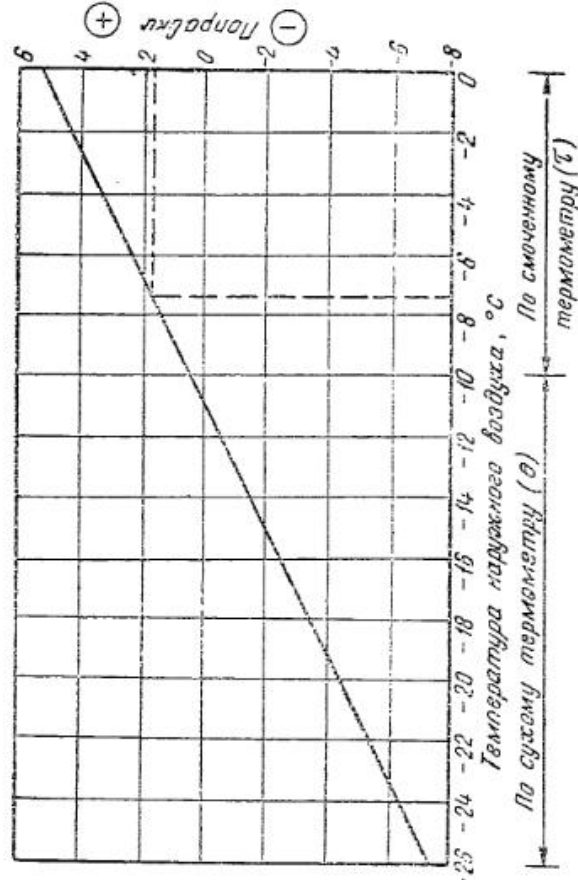
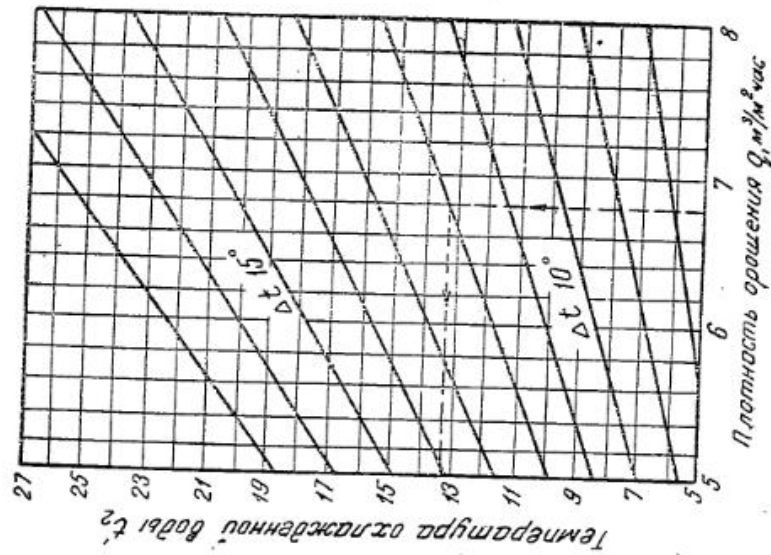
График для определения t_2 при заданной τ в вентиляторной градирни ТЭПа

Указания к пользованию графиками даны на соответствующих фигурах в виде конкретных примеров.

Особый интерес для практических тепловых расчетов представляют данные табл. 206. В ней приведены результаты натурных наблюдений за ходом температур охлаждаемой воды при работе трех типов водоохладителей и за температурой воды в реке при одинаковых метеорологических условиях. Эти данные могут быть использованы при технико-экономических расчетах по выбору наиболее рационального типа водоохладителя.

Гиперболические градирни (фиг. 172)

На фиг. 173 представлены кривые охлаждения воды для теплового расчета гиперболических градирен. Кривые построены ТЭПом на основании испытаний гиперболической градирни площадью 1520 м^2 .



Фиг. 170

График охлаждения воды для вентиляционной градирни ТЭПа в зимний период при работающих вентиляторах.

График 1. $t_2 = f(q, \Delta t)$ при температуре воздуха 11°C

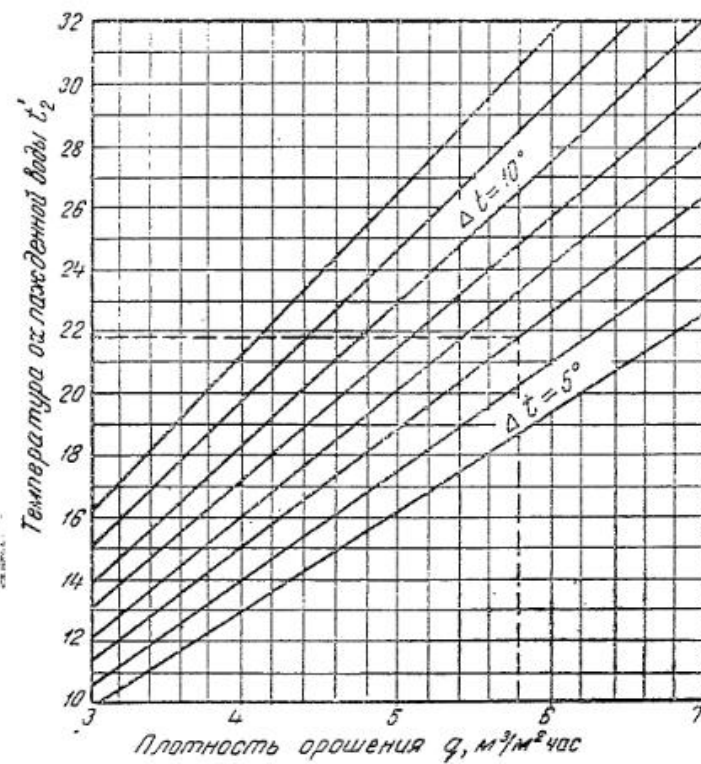
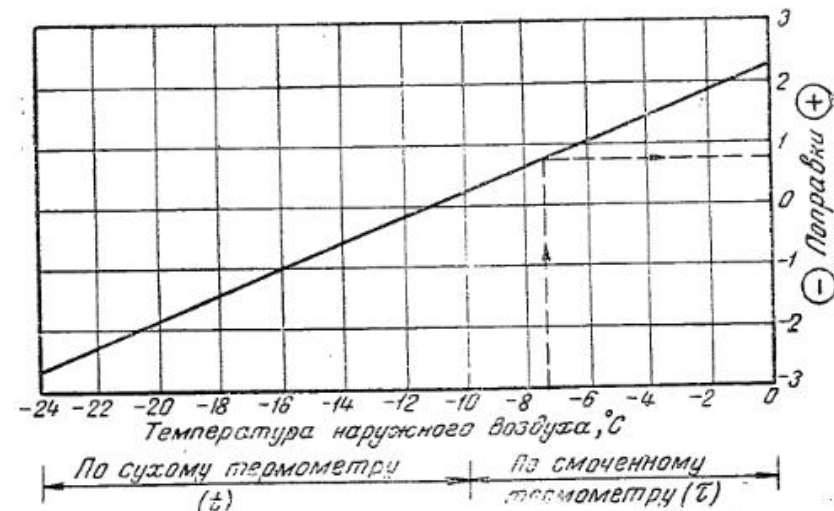
График 2. Поправки на температуру воздуха.

Пример. Дано: $q = 5,8 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$; $\Delta t = 12^\circ$ и $\tau = -7,4^\circ$.

По графику 1 находится $t_2' = 13,4$

По графику 2 находится поправка $+1,7^\circ$

Температура охлажденной воды $t_2 = 13,4 + 1,7 = 15,1^\circ$



Фиг. 171. График охлаждения для вентиляционной градирни ТЭПа в зимний период при неработающих вентиляторах.

График 1. $t_2 = f(q, \Delta t)$ при температуре воздуха 11°C .

График 2. Поправки на температуру воздуха.

Пример. Дано: $q = 5,8 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$, $\Delta t = 7^\circ$ и $\tau = -7,4^\circ$

По графику 1 находится $t_2' = 21,8^\circ$. По графику 2 находится поправка $+0,8^\circ$. Температура охлажденной воды $t_2 = 21,8 + 0,8 = 22,6^\circ$.



а—план бассейна; б—план желобов. 1— железобетонный водоподводящий канал; 2—водораспределительная башина; 3—оросители; 4—бассейн гравитации для сбора охлажденной воды; 5—водотводящая труба; 6—вытяжная гиперболоидическая башня; 7—наклонные железобетонные несущие колонны; 8—нижнее фундаментное опорное кольцо; 9—верхнее опорное кольцо.



Кривые охлаждения воды в гиперболических градниках при $\varphi = 26^\circ\text{C}$ и $\varphi = 54^\circ\text{C}$



Основной график составлен для следующих метеорологических факторов: температуры по сухому термометру, равной 25°C , относительной влажности $\varphi=54\%$, что соответствует температуре смоченного термометра (фиг. 161) 19°C .

При других состояниях наружного воздуха необходимо вводить соответствующие поправки, получаемые из вспомогательного графика с положительным или отрицательным знаком.

Пример пользования кривыми, приведенными на фиг. 173

Гиперболическая градирня работает с удельной гидравлической нагрузкой $q=6,75 \text{ м/час}$ при температурном перепаде $\Delta t=8^{\circ}\text{C}$. Из основного графика находим температуру охлажденной воды, соответствующую $t=19^{\circ}$, равную $31,2^{\circ}\text{C}$. Требуется определить, какова будет температура охлажденной воды при других метеорологических условиях, а именно: при температуре наружного воздуха, равной 30°C и относительной влажности, равной 40% . Из вспомогательного графика a находим величину поправки, соответствующую новым заданным условиям, т. е. $+2,8^{\circ}\text{C}$. Следовательно, искомая температура охлажденной воды будет равна $31,2+2,8=34^{\circ}\text{C}$.

При помощи указанных графиков (фиг. 173) можно решать и другие задачи, связанные с определением оптимального режима работы гиперболических градирен.

Вспомогательный график b иногда требуется для определения температуры смоченного термометра по заданной температуре сухого термометра и относительной влажности или для определения относительной влажности по заданным температурам сухого и смоченного термометров.

Башенные градирни капельные (фиг. 174)

Башенные капельные градирни издавна рассчитываются по диаграмме инж. А. Н. Арефьева, построенной им в 1931 г. на основании испытаний башенных охладителей в г. Пятигорске и позднее на Алчевском и Кадиевском коксобензольных заводах (фиг. 175—см. далее примеры пользования ею). Указанная диаграмма получила весьма широкое распространение и в течение многих лет была единственным источником для практических тепловых расчетов башенных градирен с капельным оросителем. Последующие испытания многих градирен, построенных в самых разнообразных климатических условиях при весьма широком диапазоне тепловых и гидравлических нагрузок, полностью подтвердили правильность диаграммы инж. А. Н. Арефьева.

Примерно с 1949 г. в литературе появилась перестроенная Л. Д. Берманом и А. В. Перцевым диаграмма А. Н. Арефьева (фиг. 176), которая вследствие неточности может быть рекомендована лишь для предварительных ориентировочных расчетов башенных градирен с капельным оросителем.

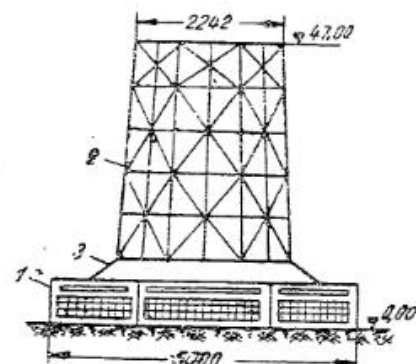
В настоящее время диаграмма А. Н. Арефьева не потеряла своего значения и рекомендуется как основная диаграмма для тепловых расчетов башенных градирен старых конструкций с капельным оросителем.

Модернизированные башенные градирни с капельным оросителем рекомендуется рассчитывать по кривым охлаждения (фиг. 177), учитывающим новый принцип водораспределения горячей воды по площади оросителя. В старых башенных градирнях капельного типа охлаждаемая вода распределялась равномерно по всей площади оросителя. В модернизированных градирнях этого типа периферийная часть оросителя имеет большую гидравлическую нагрузку нежели центральная. В связи с этим эффект охлаждения в модернизированных градирнях выше нежели в обычных, хотя средняя плотность орошения может и не изменяться.

Приведенные на диаграммах (фиг. 175 и 176) зависимости применимы лишь для старых конструкций башенных градирен с капельным оросителем, у которых соотношения между основными элементами градирни выдержаны по табл. 207.

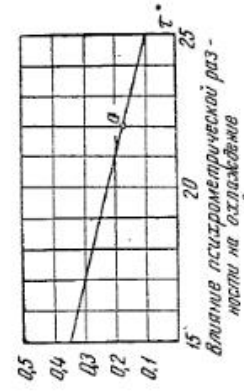
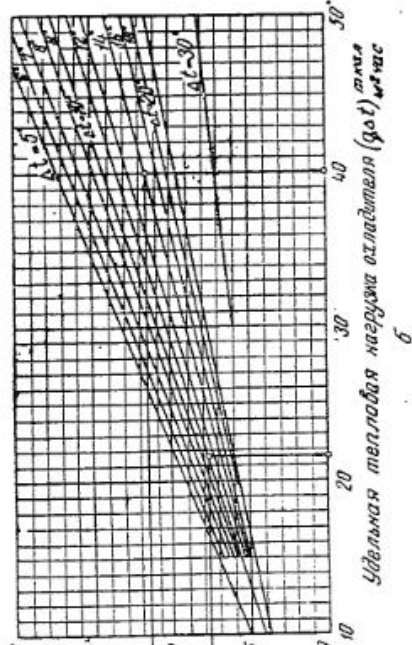
Таблица 207
Основные размеры башенных капельных градирен старых конструкций с деревянной вытяжной башней

Площадь оросителя, м^2	500	1000	1500	2000	2400
Общая высота градирни, м	25	36	41	46	49
Форма оросителя в плане	Равносторонний многоугольник				
Высота подачи воды, м	6—7	—	7—8	—	—
Отношение площадей башни и оросителя	0,3—0,4	—	0,25—0,3	—	—

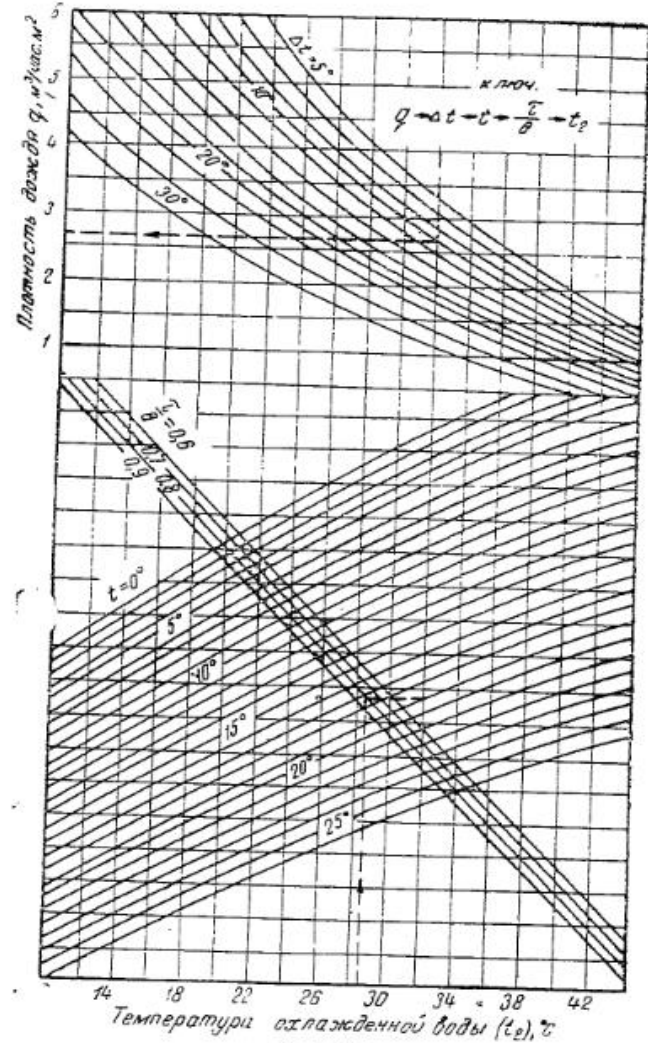


Фиг. 174

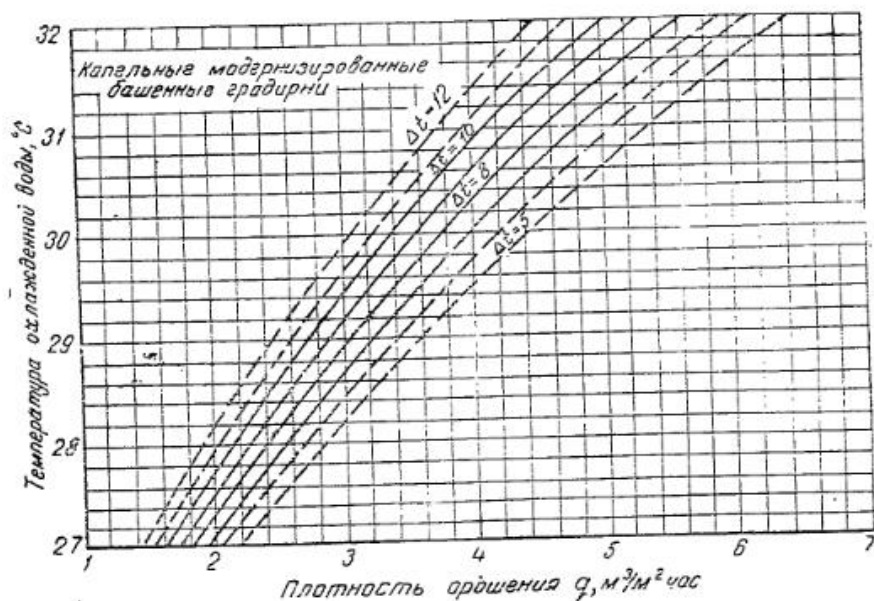
Башенная градирня с естественной тягой воздуха, капельная
1—ороситель; 2—вытяжная башня; 3—шатер градирни для перехода от оросителя к вытяжной башне.



Фиг. 175. Номограмма А. Н. Арефьева для расчета башенных градирен старых типов с капельным орошением
 δ — удельная поправка на 1° отклонения $\Delta\psi$



Фиг. 176
 Номограмма А. Н. Арефьева, перестроенная Л. Д. Берманом и А. В. Перцевым для башенных градирен с капельным орошением



Фиг. 177

Номограмма Московского отделения Теплоэлектропроекта для расчета модернизированных башенных капельных градири.

Примечание. Для других состояний наружного воздуха даны поправочные кривые (см. фиг. 178)

Примеры пользования диаграммой, приведенной на фиг. 175.

Пример 1. Определить потребную площадь башенной капельной градири при гидравлической нагрузке $W = 1000 \text{ м}^3/\text{час}$, температуре смоченного термометра, равной 15°C , температуре охлажденной воды, равной 24°C и перепаде температур Δt , равном 10°C . Ход расчета показан на фиг. 175 стрелками. Определив из диаграммы башенную тепловую нагрузку, равную $21,5 \text{ ккал}/\text{м}^2 \text{ час}$, находим плотность дождя из соотношения:

$$q \times \Delta t = 21,5 \text{ ккал}/\text{м}^2 \text{ час},$$

$q = 2,15 \text{ м}^3/\text{час}$. При заданной гидравлической нагрузке искомая площадь градири будет равна

$$F = \frac{W}{q} = \frac{1000}{2,15} = 465 \text{ м}^2.$$

Пример 2. Предыдущую задачу решить для $\tau = 22^\circ \text{C}$, температурного перепада 14°C и температуры охлажденной воды 34°C .

Аналогичным путем определяем удельную тепловую нагрузку:

$$q \times \Delta t = 40,0 \text{ ккал}/\text{м}^2 \text{ час},$$

откуда

$$q = \frac{40,0}{14} = 2,75 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Площадь градири

$$F = \frac{1000}{2,75} = 328 \text{ м}^2.$$

Пример 3. На фиг. 176 показан ход расчета по определению плотности дождя q по следующим заданным величинам:

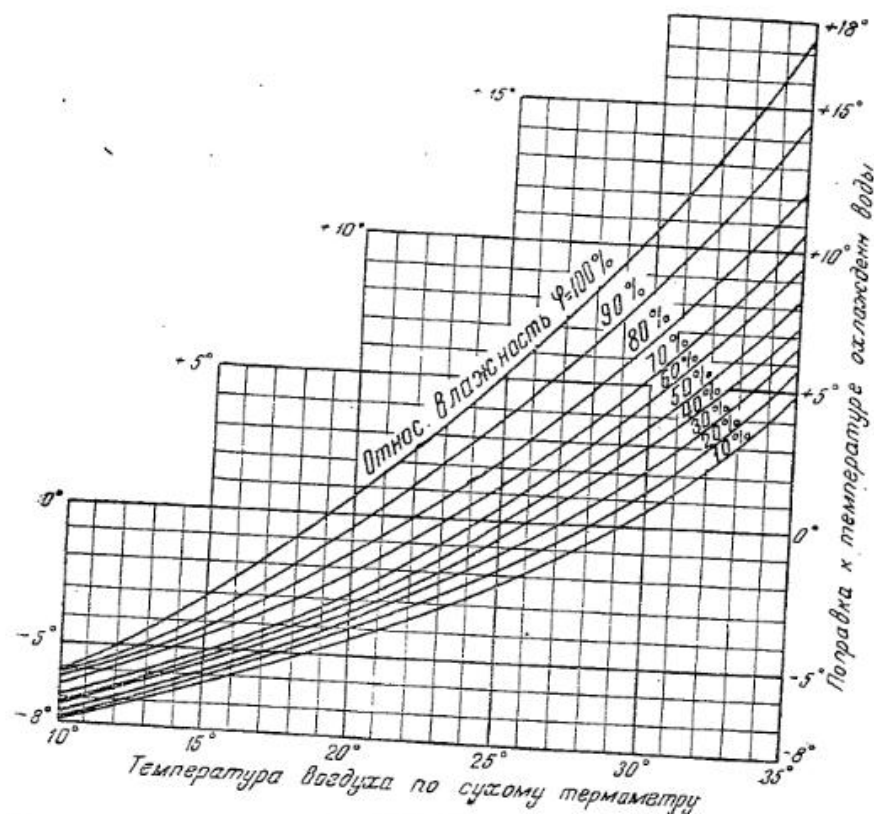
а) температуре охлажденной воды $28,3^\circ \text{C}$;

б) отношению $\frac{\tau}{\theta} = 0,8$;

в) температуре смоченного термометра, равной 18°C и температурном перепаде, равном 9°C .

Искомая плотность дождя равна $2,7 \text{ м}^3/\text{час}$.

В указанном выше примере 1 наружный воздух характеризуется только температурой смоченного термометра, равной 15°C .



Фиг. 178

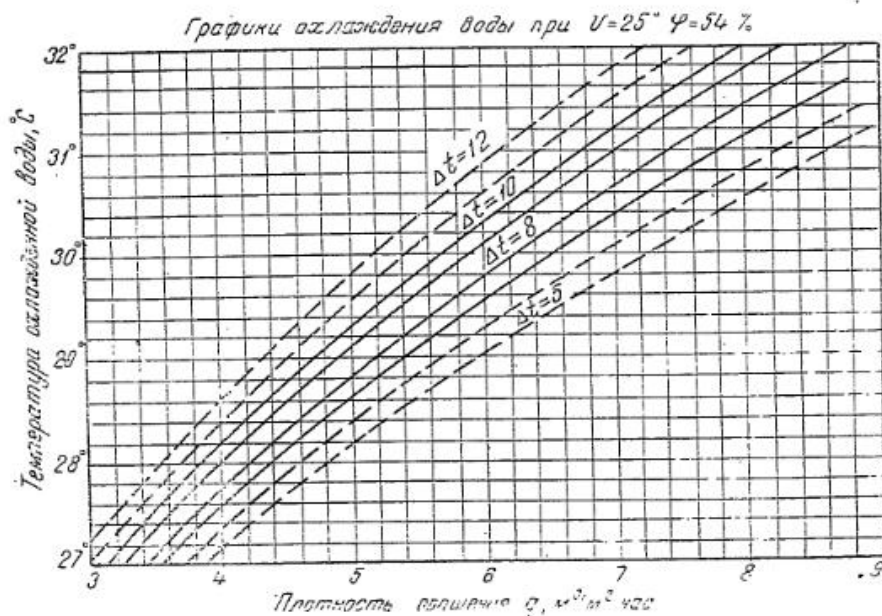
Поправочные кривые к графикам охлаждения, изображенным на фиг. 175, 176 и 177

Примечание. Настоящий график служит для определения поправки при ином состоянии воздуха, чем принятое для графиков охлаждения ($\theta = 25^\circ$; $\varphi = 54\%$) на фиг. 175, 176 и 177.

Для среднелиматических условий Советского Союза такая характеристика вполне достаточна, но для южных районов и Средней Азии необходимо учитывать психрометрическую разность, т. е. разность между температурами воздуха по сухому и мокрому термометрам.

Как видно из фиг. 161, температура смоченного термометра 15°C соответствует несколько температур по сухому термометру, начиная от 15°C при $\varphi=1$ и кончая 29°C при $\varphi=0,2$. Разность между сухим и мокрым термометрами изменяется от нуля до $29-15=14^{\circ}\text{C}$.

Данные диаграмм а и б (фиг. 175) справедливы для значений психрометрической разности, показанных на фиг. 175 а внизу ($\Delta\psi$). Для рассматриваемого случая $t=15^{\circ}\text{C}$ и $\psi=4,2^{\circ}\text{C}$, что соответствует температуре по сухому термометру, равной $15+4,2=19,2^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности, равной около 65%. Для других значений температур и влажности необходимо вводить поправки к температуре охлажденной воды по диаграмме в. На ней показаны поправки на каждый градус отклонения от диаграммы а при соответствующей температуре смоченного термометра.



Фиг. 179

Номограмма для расчета пленочных градирен ТЭПа.

Примечание. Для других состояний наружного воздуха даны поправочные кривые (см. фиг. 178).

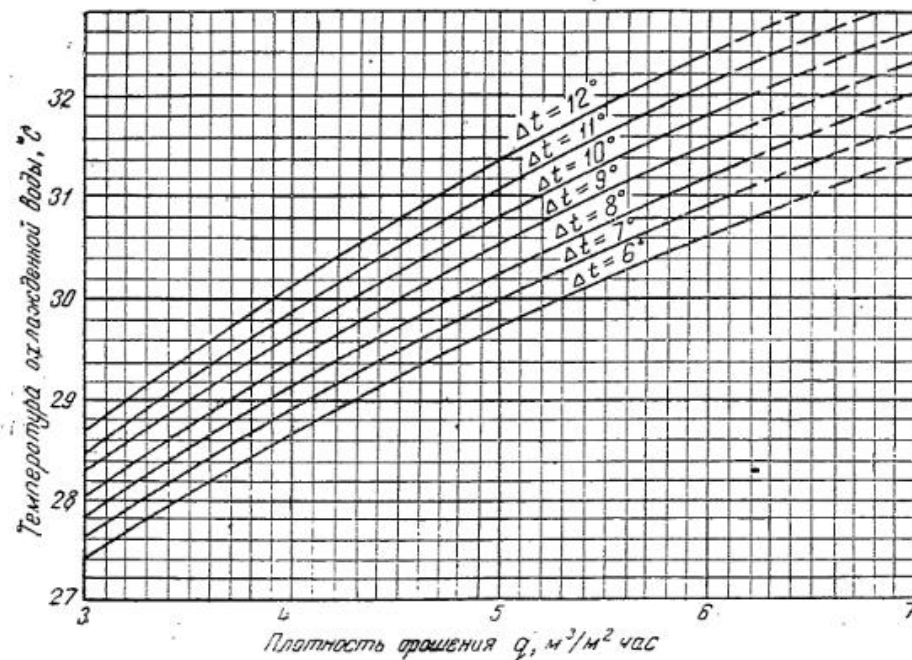
Пример 4. Определить поправку на температуру охлажденной воды при $t=20^{\circ}$ (мокрый термометр) и 30° (сухой термометр). В данном случае $\Delta\psi=10^{\circ}$. На диаграмме а при $t=20^{\circ}$, $\Delta\psi=5^{\circ}$. Следовательно, $\Delta\psi$ на 5° выше, чем принято на диаграмме а. При $t=20^{\circ}$ из диаграммы в имеем поправку, равную 0,225 (удельная поправка на 1° отклонения $\Delta\psi$). В итоге температура охлажденной воды, найденная по диаграмме б и а, должна быть повышена на $5 \times 0,225 = 1,1^{\circ}$.

Для $t=19^{\circ}$ результаты расчета принимаются непосредственно по кривым фиг. 177. Для других значений t необходимо вводить поправки по фиг. 178.

Пример 5. Определить температуру охлажденной воды в капельной модернизированной башенной градире при температуре воздуха по сухому термометру 17°C и относительной влажности $\varphi=0,8$ при температурном перепаде Δt равном 10°C и плотности орошения $q=3,0$ м/час.

По кривым охлаждения фиг. 177 находим температуру охлажденной воды $t_2=19,4^{\circ}\text{C}$ при заданных условиях. Далее по фиг. 178 находим поправку, соответствующую температуре 17°C и влажности 0,8. Поправка $=-3^{\circ}$. Искомая температура охлажденной воды будет

$$19,4^{\circ} - 3^{\circ} = 16,4^{\circ}\text{C}.$$



Фиг. 180

Номограмма для расчета башенных градирен с комбинированным капельно-пленочным оросителем.

Примечания. 1. Кривые охлаждения в комбинированных капельно-пленочных градирях построены инж. Е. М. Бурмейстером на основании цифровых материалов, полученных в эксплуатации.

2. Кривые дают температуру охлажденной воды при температуре наружного воздуха $t=25^{\circ}\text{C}$ и относительной его влажности $\varphi=54\%$.

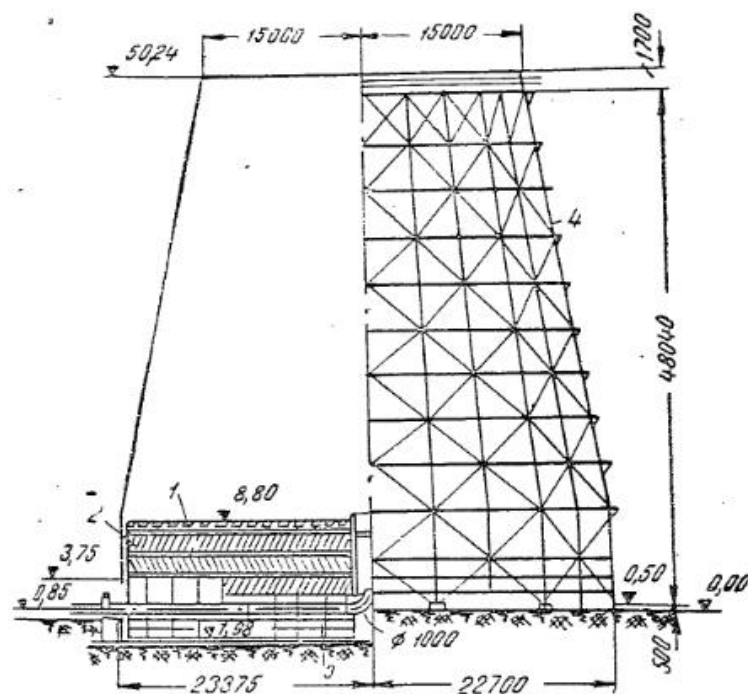
3. Для других состояний наружного воздуха даны поправочные кривые (см. фиг. 178).

Пользование кривыми охлаждения, изображенными на фиг. 179 и 180, аналогично примеру 5 и дополнительных разъяснений не требует.

Башенные градирни пленочные (фиг. 181)

Тепловой расчет башенных пленочных градирен рекомендуется производить по кривым охлаждения (фиг. 179).

В целях максимального использования имеющегося опыта проектирования целесообразно использовать имеющиеся типовые проекты пленочных градирен площадью: 600, 800, 1200 и 1600 м².



Фиг. 181

Башенная пленочная градирня с естественной тягой воздуха
1—воздухораспределительные желоба; 2—щиты пленочного оросителя, слегка наклоненные к горизонту; 3—водосборный резервуар; 4—металлический каркас вытяжной башни.

Пользование кривыми охлаждения для пленочных градирен аналогично фиг. 177 (см. пример 5) и дополнительных разъяснений не требуется.

В последнее время применяются башенные градирни с комбинированным капельно-пленочным оросителем. Кривые охлаждения воды в этих градирнях приведены на фиг. 180. Пользование ими аналогично примеру 5.

Кривые охлаждения, приведенные на фиг. 177, 178, 179 и 180, построены Московским отделением ТЭПа для соответствующих конструкций градирен, разработанных этим институтом.

При проектировании башенных градирен всех типов для нефтеперерабатывающих заводов рекомендуется максимально использовать имеющийся практический опыт ТЭПа как в части

теплового расчета градирен, так и в части применения готовых конструкций градирен, испытанных в промышленных условиях.

Градирни открытого типа (фиг. 182)

Для теплового расчета градирен открытого типа применяют кривые охлаждения, изображенные на фиг. 183.

Кривые охлаждения основного графика построены для следующих условий: высота градирни 9,1 м; число ярусов $n=10$; ширина активной части (расстояние между крайними стойками каркаса) оросителя—3,7 м; температура влажного термометра— $t=20^\circ$, скорость ветра— $v=1,5$ м/сек.

При других исходных данных и плотности дождя, полученной из основного графика вводятся соответствующие поправки из диаграмм а, б и в (фиг. 1-3) на число ярусов n , скорость ветра v и на температуру смоченного термометра.

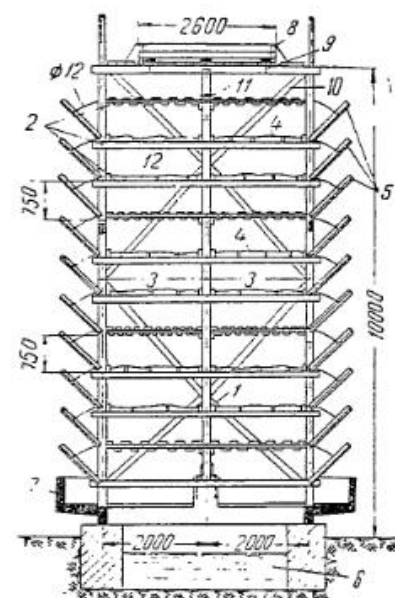
Пример. Дано $t=21^\circ$; $\Delta t=20^\circ$; $t_2=25^\circ$ С; скорость ветра— $v=3,5$ м/сек. Число ярусов—16. Определить плотность орошения и потребную площадь градирни при гидравлической нагрузке 1500 м³/час. Из основного графика находим $q=1,8$ м/час для $t_2-t=4^\circ$ и $\Delta t=20^\circ$; вводим поправку по диаграммам а, б и в на число ярусов $a_n=1,5$;

на скорость ветра $a_v=1,4$;

на температуру смоченного термометра $a_t=1,06$.

Искомая плотность орошения будет равна:

$$\frac{q \cdot a_n \cdot a_v}{a_t} = \frac{1,8 \cdot 1,5 \cdot 1,4}{1,06} = 3,55 \text{ м/час.}$$



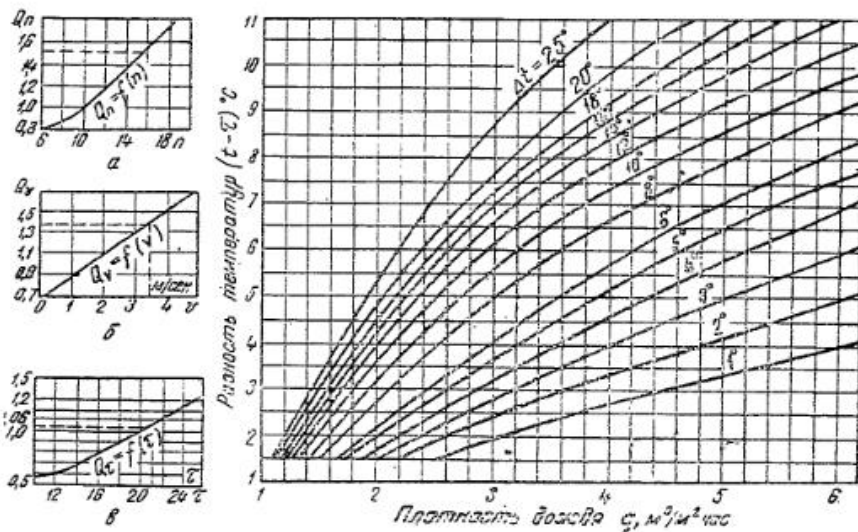
Фиг. 182

Градирня открытого типа

1—деревянная раскосая поперечная ферма; 2—ярусы решетки; 3—стойки каркаса; 4—щиты оросителя; 5—наклонные жалюзийные щиты; 6—водосборный резервуар; 7—железобетонная розетка; 8—воздухораспределительный желоб; 9—сливные трубы; 10—тяга; 11—розетка; 12—щит решетки.

Площадь градирни: $\frac{1500}{4,16} = 423 \text{ м}^2$.

При ширине градирни 3,7 м, ее длина будет равна $\frac{423}{3,7} \approx 114 \text{ м}$.



Фиг. 183

Номограмма для расчета градирей открытого типа

Брызгальные бассейны (фиг. 184)

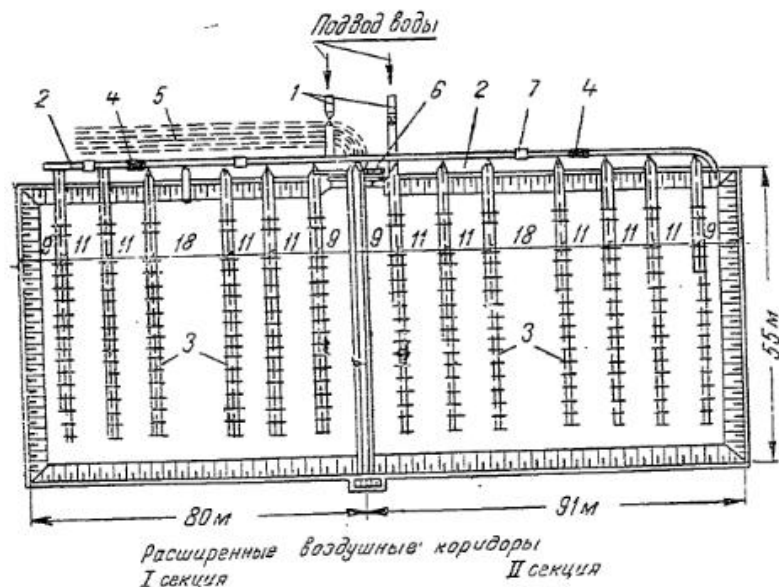
Для расчета брызгальных бассейнов имеется довольно много эмпирических формул, в зависимости от типа применяемых разбрызгивающих сопел и метода их исследования.

Для сопел П-16 и Юни-Спрей в Московском отделении ТЭПа имеются проверенные в промышленных масштабах кривые охлаждения, по которым рекомендуется производить тепловые расчеты брызгальных бассейнов.

Для ориентировочных подсчетов при технико-экономических расчетах рекомендуется унифицированный график ВТИ (фиг. 185), который может быть использован для нескольких, наиболее часто применяемых типов сопел с напором 5,0 м вод. ст.

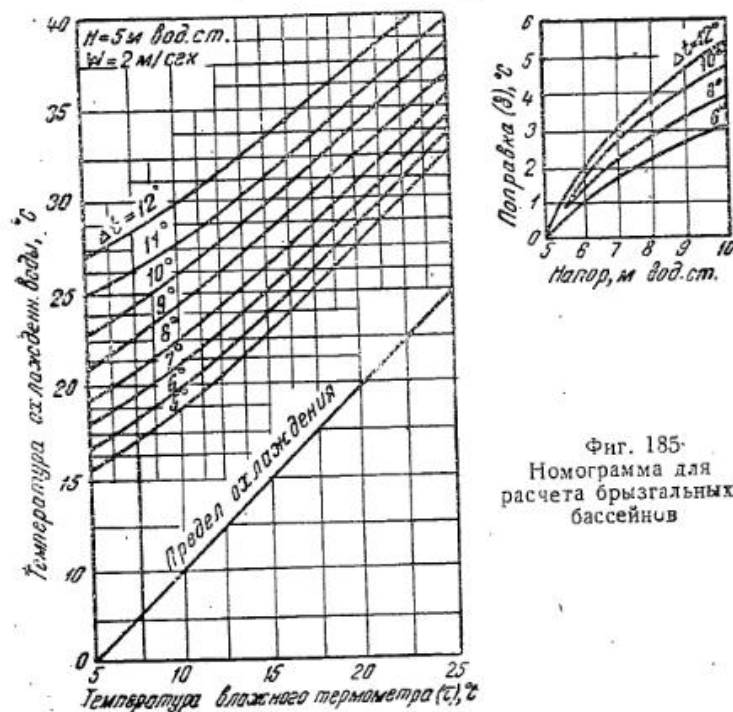
При других напорах температура охлажденной воды корректируется графиком поправок, которые вычитаются из температуры охлажденной воды, определенной по основному графику.

На фиг. 186 приведены гидравлические характеристики наиболее часто применяемых типов сопел.



Фиг. 184. План двухсекционного брызгального бассейна

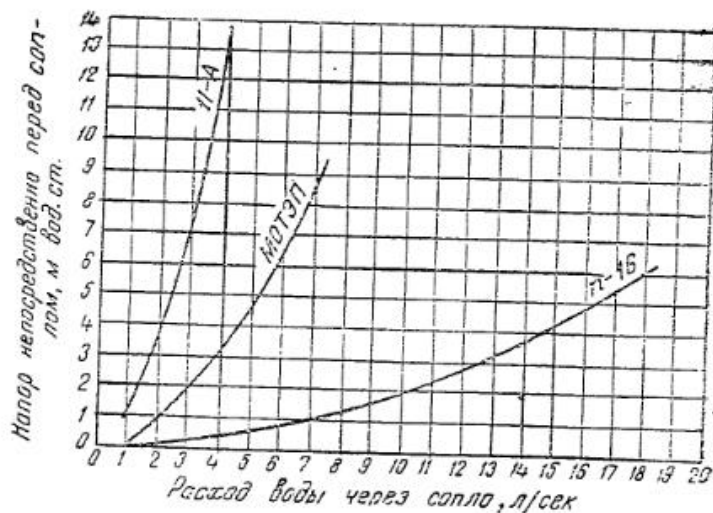
1—подающие трубопроводы; 2—разводящие трубопроводы; 3—распределительные трубопроводы; 4—компенсатор; 5—железобетонный отводящий канал; 6—приемник охлажденной воды; 7—подвижная опора.



Фиг. 185.
Номограмма для
расчета брызгальных
бассейнов

При выборе типа разбрызгивающих сопел часто используют опытные данные работы действующих брызгальных бассейнов, работающих в аналогичных условиях, если таковые имеются к моменту составления проекта. Это—наиболее надежный путь к правильному решению задачи, поскольку еще нет достаточно обоснованных и проверенных расчетных формул для теплового расчета сопел.

При отсутствии указанных опытных данных сопла подбирают на основе технико-экономического сравнения наиболее часто применяемых в практике проектирования типов сопел.



Фиг. 186

Гидравлические характеристики разбрызгивающих сопел МОТЭП, П-16 (Петрова) и Спреко 11-А

В качестве первого приближения при выборе типа сопла можно рекомендовать применение следующих сопел:

- а) для малых бассейнов с расходом охлаждаемой воды до 500 м³/час—сопла типа Спреко 11-А (фиг. 186);
- б) для средних бассейнов с расходом охлаждаемой воды—от 500 до 1000 м³/час—Спреко 11-А, МОТЭП (фиг. 186);
- в) для больших бассейнов, с расходом охлаждаемой воды более 1000 м³/час—типа МОТЭП и П-16 (фиг. 186).

Окончательный выбор типа сопла производится на основе теплового расчета и технико-экономического сравнения двух или трех типов сопел, с учетом имеющегося в каталогах оборудования.

Тепловой расчет сопел сводится к определению напора у сопел для получения заданной температуры охлажденной воды.

Расположение сопел в брызгальных бассейнах принимают по данным табл. 208.

Таблица 208

Расположение сопел в брызгальном бассейне

Тип сопла	Диаметр входа и выхода, мм	Число сопел в пучке, шт.	Расстояние между соплами в пучке		
			Расстояние между пучками сопел	Расстояние между соплами	Расстояние между соплами
МОТЭП	50/24 50/26	3	1,5—2,0	3—3,5	10—12
Спреко 11-А	50/20	4—5	1,2—1,5	4,0—5,0	6—8
П-16	—	1	—	4,0—4,5	8—10

Сопла должны устанавливаться на высоте 1,2—1,5 м над горизонтом воды в бассейне.

Глубина бассейна принимается в пределах 1,5—1,8 м и увеличивается лишь в случае необходимости создания противопожарного запаса воды. Превышение верха стены бассейна над горизонтом воды принимают в пределах 0,3—0,5 м.

Для понижения потерь воды на унос ее ветром предусматривается защитная зона между крайними рядами сопел и бортом бассейна шириною не менее 7 м для бассейнов с напором у сопел до 5 м вод. ст. и при скорости ветра до 3 м/сек. При скорости ветра выше 3 м/сек и напоре у сопел выше 5 м вод. ст. ширина защитной зоны увеличивается до 10 м.

Плотность дождя, т. е. отношение количества охлаждаемой воды к активной площади (без учета защитных зон) для рекомендуемых типов сопел (кроме сопел типа П-16) принимают равной 1,2—1,5 м/час при напоре у сопел 5 м вод. ст.

Для сопел типа П-16 рекомендуемая ТЭПом плотность дождя составляет около 1,1—1,4 м/час при напоре в распределительной линии, равном 8 м вод. ст.

Гидравлические расчеты

При проектировании крупных водоохладителей—градирен—обычно проводятся следующие гидравлические расчеты:

- 1) расчет главных или магистральных подводящих желобов;
- 2) расчет разводящих желобов;
- 3) расчет распределительных желобов;
- 4) расчет выливных трубок.

Первые две категории желобов служат исключительно для подвода и равномерного распределения горячей воды по всей площади градири.

Рабочие желоба служат для подачи воды на разбрызгивающие устройства через выливные трубки, заделанные в днище рабочих желобов.

Для обеспечения минимального стеснения сечения оросителя градирен все желоба стремятся делать вытянутыми в высоту с минимальной шириной по дну желоба.

Все желоба устраивают без уклона, со строго горизонтальным дном. В связи с этим в желобах при их работе имеет место неравномерное движение воды и при строгом гидравлическом расчете их следует рассчитывать по формулам неравномерного движения.

Однако на практике чаще всего все желоба считают по формуле Шези для равномерного режима:

$$v = C \sqrt{RI}; \quad I = \frac{v^2}{C^2 R}; \quad C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

Здесь v — скорость воды, м/сек; C — число Шези по Базену; R — гидравлический радиус, м; I — уклон зеркала воды в желобе; γ — коэффициент шероховатости, равный для строганых досок 0,06 и для нестроганных — 0,16.

Уклон зеркала воды в желобах, обычно, принимают с учетом местных сопротивлений, равным в пределах 0,001—0,0015, т.е. от 1 до 1,5 мм на 1 м желоба.

Расчет выливных трубок можно производить по следующей формуле

$$d = 8,9 \sqrt{\frac{q \cdot l^2}{\mu \sqrt{H}}}$$

Обозначения букв следующие:

d — диаметр выливной трубки, мм;

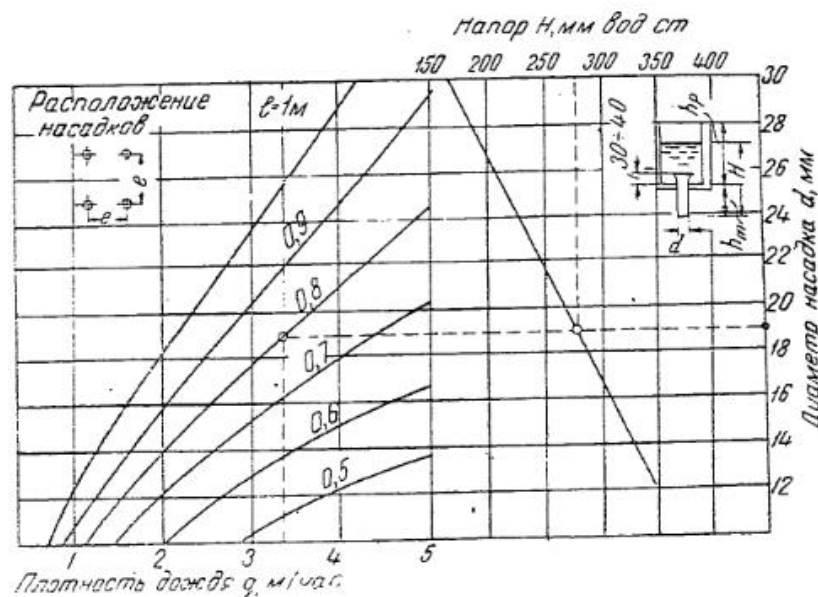
H — высота воды над устьем трубки, м (см. фиг. 187);

q — плотность орошения, м/час;

l — шаг между выливными трубками, м, обычно принимается равным 0,5—0,7 м при малых градирях и 0,8—1 м при больших;

μ — коэффициент расхода при остром входном конце равен 0,82; при слегка закругленном — 0,90 и хорошо закругленном крае или наличии приемной воронки $\mu = 0,95$ —0,93.

Для облегчения расчета насадков на фиг. 187 приведена номограмма.

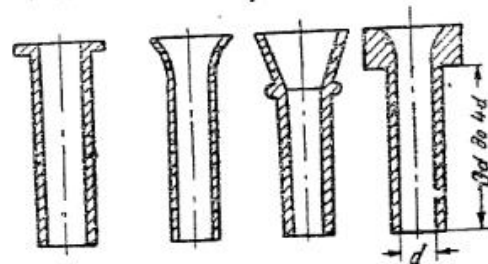


Фиг. 187

Номограмма для расчета насадков градирен.

Наиболее часто применяемые выливные трубки изображены на фиг. 188. Длина трубок обычно принимается равной 3—4 диаметрам труб.

На фиг. 189 изображена разбрызгивающая розетка с узкими радиальными желобками, дающая довольно равномерное разбрызгивание воды по оросителю. На фиг. 190 показана диаграмма распределения воды этой розеткой. Как видно, из фиг. 190 распределение воды розеткой далеко неравномерное, несмотря на то, что указанный тип розетки признан одним из лучших по равномерности распределения воды.



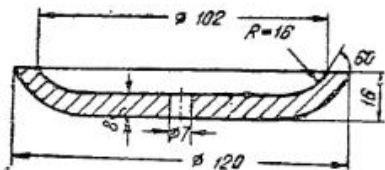
Фиг. 188

Типы выливных трубок

Расчет выливных трубок можно производить также по номограмме (фиг. 187), построенной для коэффициента расхода, равного 0,9. Для других его значений полученный из диаграммы диаметр насадка необходимо умножить на $\frac{0,9}{\mu}$.

При расчетах выливных трубок не следует стремиться к завышению диаметра, так как это приводит к неравномерному распределению воды, а отсюда — к ухудшению эффекта охлаждения.

Минимальный диаметр обычно принимается равным 15 мм во избежание их быстрого засорения.

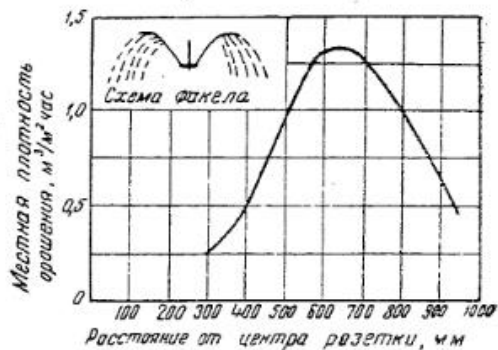


Фиг. 189

Рекомендуемый тип разбрызгивающей розетки с узкими радиальными желобками (размеры в мм)

Слой воды над дном желоба принимается в пределах не менее 12—15 см, во избежание проникновения воздуха в насадки.

Высота падения струи над розеткой берется в пределах 0,5—0,6 м.



Фиг. 190

Диаграмма распределения воды разбрызгивающей розеткой (фиг. 189) с радиальными желобками

После того, как на основании теплового и гидравлического расчетов определены основные размеры водоохладителя, приступают к окончательной компоновке его на генеральном плане предприятия.

При компоновке водоохладителя на генеральном плане необходимо соблюдать следующие требования:

1) правильное расположение охладителя по летней и зимней розе ветров. Особое значение это имеет при расположении на генеральном плане градирен открытого типа и брызгальных бассейнов;

2) разрывы между водоохладителями и соседними сооружениями, а также между собой, должны соответствовать нормам Н-102—54 и ПТУСП МНПО2—55;

3) расположение на местности должно отвечать минимуму земляных работ, минимальной длине подводящих и отводящих трубопроводов, а также наиболее благоприятным геологическим и гидрогеологическим условиям.

ГЛАВА VIII

ВЛИЯНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ВОДОЕМЫ

§ 31. САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА СПУСКА СТОЧНЫХ ВОД В ВОДОЕМЫ

Условия спуска производственных сточных вод в водоемы общественного пользования регламентируются санитарными нормами Н101—54.¹

Участки общественных водоемов санитарными нормами подразделяются на три категории.

I категория — участки водоемов, используемые для централизованного водоснабжения, находящиеся в пределах второго пояса зоны санитарной охраны водопроводов или граничащие с государственными рыбными заповедниками.

II категория — участки водоемов, используемые для неорганизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и водоснабжения предприятий пищевой промышленности, а также участки с местами массового нереста промысловых рыб.

III категория — участки водоемов внутри населенных мест, не используемые для питьевого водоснабжения, но используемые для массового купания или имеющие архитектурно-декоративное значение, а также используемые для организованный рыбного хозяйства, или находящиеся на пути перехода рыб к нерестилищам.

Для указанных категорий участков общественных водоемов спуск производственных сточных вод должен проектироваться в соответствии с правилами, изложенными в табл. 209.

¹ В настоящее время имеется проект новых правил спуска сточных вод в водоемы, которые существенно отличаются от Н101—54, см. стр. 404

Показатели загрязнения сточных вод	Категории водоема		
	I	II	III
1. Взвешенные вещества.	После спуска сточных вод в водоем и смешения допускается увеличение содержания взвешенных веществ в нем на:		
	0,25 мг/л	0,75 мг/л	1,50 мг/л
2. Запах и привкус.	После разбавления сточных вод в водоеме вода последнего не должна приобретать непосредственно или при последующем хлорировании никаких специфических запахов и привкусов за счет сточных вод		
3. Растворенный кислород.	Сточные воды после смешения с водой водоема не должны снижать в последнем содержания растворенного кислорода ниже 4 мг/л (считая по среднесуточному содержанию кислорода в летнее время, а для водоемов рыбохозяйственного значения—по суточному минимуму за тот же период).		
4. Биохимическая потребность в кислороде.	После смешения сточных вод с водой водоема 5-суточная потребность в кислороде (при 20°) воды водоема не должны превышать:		
	2 мг/л	4 мг/л	Не нормируется
5. Реакция.	Сточные воды не должны изменять активной реакции воды в водоеме по pH ниже 6,5 и выше 8,5.		
6. Окраска.	Смесь сточной воды с дистиллированной водой в пропорции, соответствующей расчетному разбавлению в водоеме, не должна иметь ясно выраженной окраски в столбике высотой:		
	20 см	10 см	5 см
7. Возбудители заболеваний	Хозяйственно-фекальные, а также сточные воды боен, кожевенных заводов, шерстомоек, биофабрик и т. п., в которых возможно присутствие возбудителей различных заболеваний людей и животных, к спуску запрещаются до спуска их в водоем, после предварительного механического осветления, должны подвергаться обеззараживанию (дезинфекции).		

Показатели загрязнения сточных вод	Категории водоема		
	I	II	III
8. Ядовитые вещества.	Сточные воды ни в растворе, ни во взвешенном состоянии не должны содержать ядовитых веществ, которые могли бы после их разбавления в водоеме оказать прямо или косвенно вредное действие на человека, животных и рыб. Предельно допустимая концентрация ядовитых веществ промышленных сточных вод, спускаемых в водоем, устанавливается Главной государственной санитарной инспекцией Министерства здравоохранения СССР с учетом требований охраны и воспроизводства рыбных запасов.		
9. Плавающие примеси.	Сточные воды не должны содержать масел, жиров, нефтепродуктов и других плавающих веществ в таких количествах, которые способны вызвать в водоеме массовое образование сплошных плавающих пленок.		

Примечания. 1. Для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/л природных взвешенных веществ, а также при периодическом спуске сточных вод в период паводка и в тех случаях, когда, согласно указанным нормам, требуемая степень осветления сточных вод не может быть достигнута существующими методами очистки, условия спуска устанавливаются органами Государственной санитарной инспекции (ГСИ).

2. Правила спуска сточных вод в водоемы, не предусмотренные указанными в таблице тремя категориями, устанавливаются органами ГСИ.

3. Условия спуска сточных вод в водоемы определяются с учетом существующего санитарного состояния водоема у места водопользования. Места водопользования в зависимости от их назначения устанавливаются органами ГСИ.

4. При определении степени разбавления сточных вод в водоеме следует исходить из наилучших условий возможного разбавления в водоеме у места водопользования. За величину предельного разбавления принимается отношение среднечасового расхода воды в водоеме наиболее маловодного месяца гидрологического года с 95%-ной обеспеченностью к среднечасовому расходу сточных вод.

5. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов указаны в соответствующей инструкции ГСИ Министерства здравоохранения СССР (№ 216 от 21/V 1956 г.).

6. При определении количества взвешенных веществ в воде водоема следует учитывать загрязнение водоема сточными водами всех предприятий, сбрасывающих в него сточные воды.

При составлении проектов канализации промышленных предприятий, расположенных в существующих населенных местах, проекты должны быть увязаны с канализациями этих населенных мест в целях использования последней для сброса в нее сточных вод промышленных предприятий или приема в канализацию промышленного предприятия сточных вод от населенного места.

§ 32. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМОВ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ

При спуске сточных вод предприятиями нефтяной промышленности в водоемы загрязняющими агентами являются:

- 1) нефть и нефтепродукты;
- 2) соли органических кислот—нафтеновых и жирных, представляющие собой продукты омыления кислот нефти при контакте их со щелочами, или щелочными солями;
- 3) сульфиды, меркаптаны и сероводород, которые могут присутствовать в значительных количествах при переработке и добыче некоторых сортов нефтей;
- 4) минеральные кислоты и щелочи, сбрасываемые в канализацию в процессе переработки нефтей и нефтепродуктов или в виде потерь через неплотности аппаратуры, трубопроводов и перекачивающих средств;
- 5) селективные растворители (фурфурол, фенол, крезол, метилэтилкетон и пр.);
- 6) растворенные соли и взвешенные вещества;
- 7) бактерии и продукты их жизнедеятельности.

Наиболее тяжелые последствия создаются при выпуске в водоем сточных вод, содержащих нефть и нефтепродукты.

Нефть в сточных водах находится: а) в виде плавающей пленки; б) в мелко дисперсном и эмульсированном состоянии; в) в растворенном состоянии.

Количество нефти и нефтепродуктов, растворяющихся в различных водах, не установлено с достаточной степенью точности.

Растворимость гексана в воде при 15,5° С составляет 140 мг/л. Растворимость углеводородов резко уменьшается с увеличением молекулярного веса и уже для октана она составляет 14 мг/л.

По некоторым данным бензин при 10° С имеет растворимость в дистиллированной воде 110 мг/л, тогда как по тем же данным растворимость более тяжелых нефтепродуктов быстро падает и для смазочного масла при 20° С она практически равна нулю.

Наблюдения Азербайджанского нефтяного научно-исследовательского института по добыче нефти (АзНИИ ДН), а также данные многочисленных анализов сточных вод, загрязненных нефтью, показывают, что в жестких водах с минерализацией от 20 до 60 г/л количество растворенной нефти не превышает 3—5 мг/л. В щелочных пластовых водах после их полной очистки на водоочистных установках, в растворе содержится от 2 до 10 мг/л нефтепродуктов.

В морской воде, содержащей более 5 мг/л растворенной нефти, при длительном ее стоянии, на поверхности появляется

пленка. Это явление позволяет считать, что растворимость нефти в минерализованных водах как жестких, так и щелочных не превышает 5 мг/л.

Мелкодисперсная и эмульсированная нефть, попадающая в водоем со сточными водами, в результате сильного разжижения природными водами, по-видимому, с течением времени всплывает и переходит в пленочное состояние.

Данные наблюдений, произведенных Американским нефтяным институтом (АНИ) над внешним видом пленки на поверхности водоема и ее толщиной в зависимости от количества поступающей нефти, приведены в табл. 210.

Таблица 210

Толщина пленки, μ	Внешний вид пленки	Количество нефти, л/км ²
0,038	Едва заметная при благоприятном освещении	37
0,076	Серебристая пленка на поверхности	73
0,152	Первое появление радужной окраски	146
0,305	Яркая радужная окраска	292
1,62	Менее яркая окраска	975
2,03	Более темные цветные полосы	1950

При этом отмечается, что для растекания тонкой пленки толщиной в 1,02 μ на спокойной поверхности водоема требовалось от 40 до 100 часов. Под влиянием ветра, волнения и др. факторов тонкая пленка разрушалась и исчезала с поля зрения.

На перемешиваемой волнением поверхности водоема пленка толщиной до 0,075 μ сохранялась в течение 5 часов, до 1,02 μ —в течение 24 часов.

Теми же наблюдениями было установлено, что при поступлении нефти в водоем в количестве 14,6 л/час на 1 км² его поверхности видимая пленка не появлялась; при спуске 80 л/час нефти на 1 км² водоема появлялась радужная пленка. Неэмульсированная нефть дает пленку при меньшем ее содержании в водоеме, чем эмульсированная.

По данным С. Н. Черкинского и М. Т. Голубевой [4] в лабораторных условиях очень слабая пленка получалась при внесении туймазинской нефти в количестве 0,2—0,4 мг на 1 л воды. В тех же условиях эмульсированная нефть образует пленку только при ее концентрации 1—3 мг/л и то через срок, выраженный в часах и даже сутках.

Лабораторные исследования указывают на высокую стабильность нефти в воде и на незначительное ее влияние на кислородный режим водоема.

В пробах на биохимическую потребность в кислороде (БПК₂₀), при внесении в сосуд 5 мг/л туймазинской нефти, поглощение кислорода не обнаруживалось, при больших дозах нефти в воде наблюдалось незначительное поглощение кислорода (до 2 мг/л) [4].

Во время опытов с бессернистой балаханской нефтью, при внесении ее в сосуд в количестве 20 см³/л (мл/л) биохимического потребления кислорода не наблюдалось.

По имеющимся лабораторным наблюдениям [5] появление грифов плесени и бактериального налета на нижней поверхности нефтяной пленки обнаруживалось через 7 дней, разрыв пленки—через 3 мес. и, наконец, ее полное разрушение лишь через 14 мес. Добавление в качестве питательной среды солей фосфора, азота и калия ускоряло процесс бактериального окисления, который заканчивался через 4—6 мес. При этом окислению подвергалось 65% нефтепродукта, а 35% его оседало на дно вместе с бактериальным детритом. По тем же наблюдениям, разрушение нефти в донных осадках протекало в 10 раз медленнее, сравнительно с разрушением в плавающей пленке.

Образующийся на дне водоема осадок, содержащий нефтепродукты, является постоянным источником вторичного загрязнения водоема. По наблюдениям над Москвой-рекой ниже крекинг-завода [6] в результате брожения донного ила выделяется: летом 700—2000 мг, а зимой 150—200 мг газа, который выносил на поверхность водоема 35 мг нефтепродуктов на 100 мг газа, что приводило к выносу на 1 м² поверхности реки летом 6—17 г и зимой 1—1,7 г нефтепродуктов в сутки.

При внесении в воду нефти и нефтепродуктов в природных условиях происходит:

1) уменьшение количества нефтепродуктов за счет испарения их легких фракций;

2) разрушение некоторого количества нефти, под влиянием биохимических процессов в природных условиях. Этот процесс протекает очень медленно и не является решающим;

3) оседание части нефтепродуктов, главным образом, их вязких фракций на дно. Оседание происходит в результате захвата нефти падающим на дно бактериальным детритом, взвешенными минеральными частицами и пылью, наносимой ветром на поверхность пленки. В районах выпуска сточных вод нефтеперерабатывающими заводами в реки и на значительном расстоянии вниз по течению (на десятки километров) обнаруживается донный ил с содержанием 12—15% по весу нефтепродуктов. В морских условиях по фронту расположения нефтезаводов и нефтепромыслов в открытом море, в полосе от 2 до 4 км, отмечается присутствие донного ила с содержанием до 20% нефти. По всей акватории бакинской бухты обнаружен ил с содержанием в среднем 15—20% нефтепродуктов.

Нефтяная пленка в речных условиях частично оседает на берегах, являясь причиной их загрязнения. В морских условиях наблюдается миграция нефтяной пленки по водной поверхности под действием меняющих свое направление ветров, унос ее в открытое море и возвращение к берегам.

Влияние нефтепродуктов на органолептические свойства природных вод

Спуск в водоемы общественного пользования сточных вод, содержащих нефтепродукты, оказывает неблагоприятное влияние на запах и вкусовые качества природной воды.

Это влияние, при оценке по балльной системе [4] выражается показателями, приведенными в табл. 211.

Таблица 211

Нефть и нефтепродукты	Концентрация в воде водоема, мг/л	
	запах в 1 балл	запах в 2 балла
Туймазинская нефть	0,2—0,6	0,5—1,6
Балаханская	0,2—0,6	0,4—1,2
Ишимбаевская	0,02—0,05	0,05—0,1
Керосин	0,4—0,8	0,8—1,6
Бензин (крекинг)	0,03—0,1	0,06—0,2
Крекинг-мазут	0,2—0,6	0,4—1,2
Нефть из нефтеловушек	0,1—0,2	0,2—0,3

По данным института общей и коммунальной гигиены Академии медицинских наук СССР пороговая (допустимая) концентрация керосина по запаху принимается равной 1—2 мг/л (запах в 2 балла).

Согласно инструкции ГГСИ от 21 мая 1956 г. допустимая концентрация в воде водоема принимается для сырых нефтей и нефтепродуктов—для многосернистых 0,1 мг/л, для прочих—0,3 мг/л.

Токсикологические свойства нефти и нефтепродуктов

Исследования, проведенные с целью определения токсикологических свойств нефти, показали, что она оказывает влияние на организм теплокровных животных лишь при высоких концентрациях и дозах. По приведенным опытам [4] введение керосина в организм крыс в течение 6 месяцев до 300 мг на 1 кг веса не оказало влияния на организм животного.

Однако рыба чутко реагирует на присутствие в воде водоема нефтепродуктов даже при малых дозах содержания.

Наблюдениями [7] установлено, что:

1) при содержании нефти и нефтепродуктов в количестве 25—30 мг/л рыба полностью уходит из загрязненного участка;

2) при меньших концентрациях, но в количествах, влияющих на физические качества воды, уходят отдельные виды

рыб, причем выловы констатируют неприятный запах мяса рыбы.

При опытах с плотвой установлено, что при постоянной концентрации нефти в воде 0,5 мг/л мясо рыбы теряет свой вкус на 25-й день пребывания рыбы в загрязненной воде, а при концентрации нефти 1 мг/л — на 15-й день.

§ 33. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМА НАФТЕНОВЫМИ И ДРУГИМИ ОРГАНИЧЕСКИМИ КИСЛОТАМИ

Нафтеновые кислоты являются наиболее токсичными компонентами нефти.

Для тепловых животных дозы нафтенных кислот в количестве 0,5 г на один прием являются вредными, но приемы даже до 8 г не являются смертельными.

Для рыб ядовитое действие нафтенных кислот обнаруживается при концентрации 3—5 мг/л в воде водоема.

В жестких водах нафтенные кислоты образуют малорастворимые кальциевые соли. При спуске щелочных сточных вод, содержащих натриевые соли нафтенных кислот, в природных водах наблюдается образование кальциевых солей, выпадающих в осадок.

Спуск органических кислот в естественные водоемы приводит в основном к нарушению процессов самоочищения и снижению содержания в воде растворенного кислорода. Для полного окисления 1 мг/л бензойной кислоты потребуется 1,97 мг кислорода. При внесении на 1 л воды 25 мг органической кислоты содержание кислорода в природной воде снижается до нуля. При концентрации органических кислот от 1 мг/л и выше нарушается процесс нитрификации в водоеме.

§ 34. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМА МИНЕРАЛЬНЫМИ КИСЛОТАМИ И ЩЕЛОЧАМИ

Спуск в водоем кислот и щелочей регламентируется санитарными нормами Н101—54.

Понижение pH воды водоема ниже 6,5 вызывает коррозию металлических водопроводов, металлической аппаратуры и бетона. При pH меньше 6,5 наблюдается снижение биологической активности бактерий, фитопланктона и других растительных и животных водных организмов, являющихся источниками питания рыб. В этих условиях отмечается также снижение самоочищающей способности водоема.

Нижний предел pH для жизни рыб определяется значением 4,8. При pH ниже 6,5 происходит повышение содержания CO_2 в воде, что оказывает вредное влияние на процесс газообмена у рыб, на их дыхательные органы и кровь.

Повышенное содержание в воде щелочей ($\text{pH} > 8,5$) вызывает у рыб травму жабер и коагуляцию защищающей их слизи.

Расчет количества кислот, спуск которых является допустимым по Н101—54, производится по формуле

$$X_k = \frac{3,3' B - 0,07 C}{6,5} \text{ мл норм. щелочи}^1$$

где X_k — предельное количество кислоты, которое может быть выпущено в мл норм. щелочи на 1 л расхода воды в водоеме;

B — щелочность воды в водоеме, определяемая в мл нормальной кислоты;

C — концентрация свободной углекислоты в той же воде, мг/л;

6,5 — допускаемое снижение pH воды в водоеме при спуске кислых сточных вод согласно Н101—54.

Расчет допускаемого к спуску в водоем количества щелочи определяется по формуле

$$X_{\text{щ}} = \frac{4,55 C - 3,31 B}{8,5 - 23,9} \text{ в мл норм. кислоты}^2,$$

где $X_{\text{щ}}$ — предельное количество щелочи, которое может быть выпущено в мл норм. кислоты на 1 л расхода воды в водоеме;

8,5 — допускаемое повышение pH воды в водоеме при спуске щелочных сточных вод по Н101—54.

Остальные показатели — по предыдущему.

Значение pH воды водоема определяется по формуле

$$\text{pH} = 6,52 + \lg B - \lg C,$$

где 6,52 — отрицательный логарифм константы диссоциации CO_2 ;

C — концентрация свободной CO_2 в воде водоема, выраженная в мг/л, или в мл нормальной щелочи;

B — щелочность воды в водоеме, выраженная в мг/л бикарбонатной углекислоты или в мл норм. кислоты.

Согласно приведенной формуле

$$\lg C = 6,52 + \lg B - \text{pH},$$

где pH — реакция воды водоема до спуска сточных вод.

Количество кислоты K или щелочи Щ в мл нормального раствора на 1 л сточных вод, которое может быть допущено к выпуску в водоем без предварительной нейтрализации, определяется:

$$K = X_k \cdot \frac{Q}{q} \text{ или } \text{Щ} = X_{\text{щ}} \cdot \frac{Q}{q}.$$

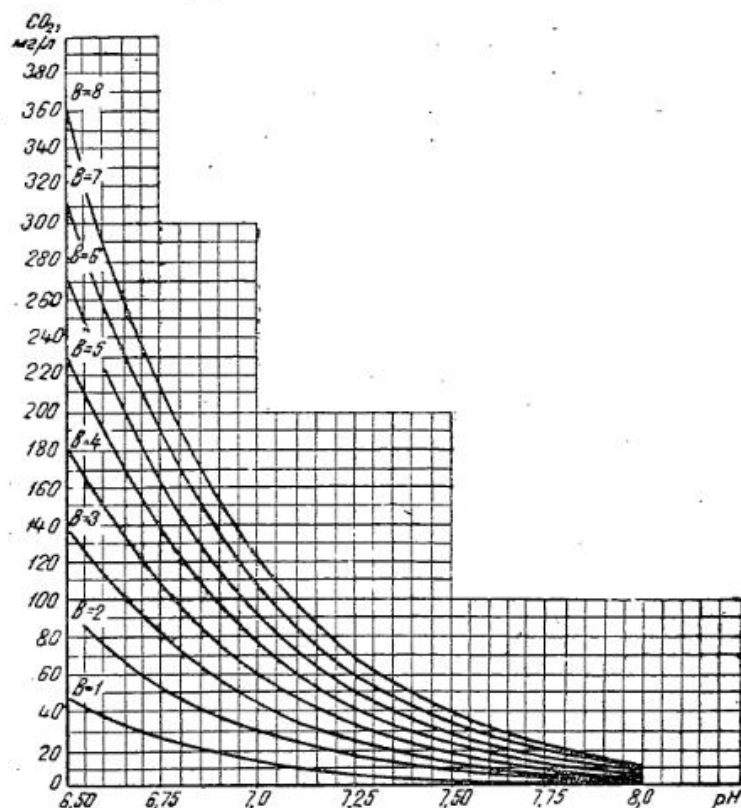
¹ Нормальный раствор содержит 1 грамм-эквивалент вещества в л.

² Натур. нормальный раствор серной кислоты — 49 г в л.

Здесь Q —расход речной воды или объем морской воды, поступающей в зону выпуска сточных вод в результате ветровой циркуляции или постоянных течений, $\text{м}^3/\text{сек}$;

q —расход спускаемых в водоем сточных вод, $\text{м}^3/\text{сек}$;
 X_k и $X_{ш}$ —допускаемое к спуску количество кислоты или щелочи в мл нормальной щелочи или кислоты на 1 л расхода воды в водоеме.

Практически для нейтрализации спускаемой кислоты рекомендуется использовать до 33% бикарбонатной CO_2 в воде водоема. Расчет нейтрализующей способности водоема может быть выполнен графически.

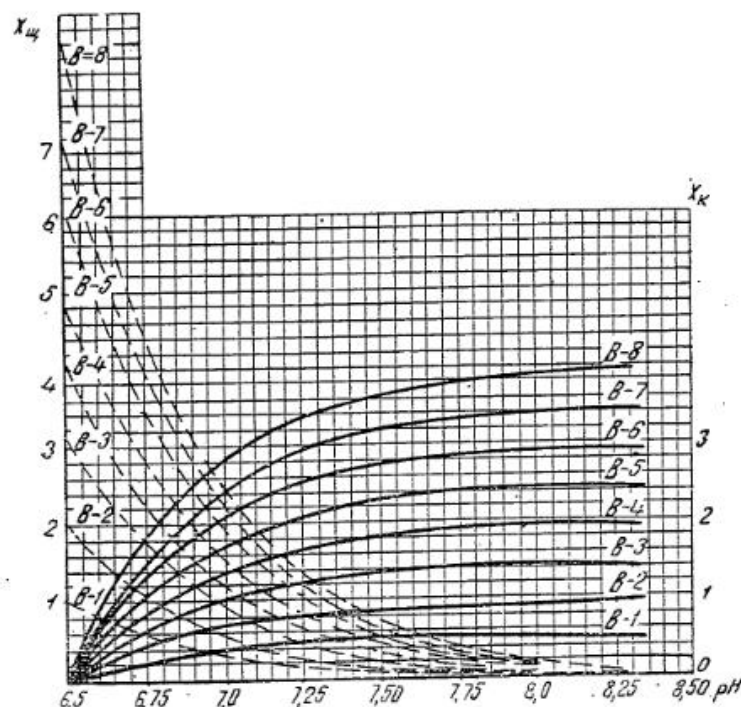


Фиг. 191

Диаграмма для графического определения свободной CO_2

По диаграмме на фиг. 191 по заданным значениям pH и щелочности в мл нормальной кислоты воды водоема до поступления сточных вод, определяется C —концентрация свободной CO_2 в мг/л .

По заданным значениям B и pH воды водоема, по фиг. 192 могут быть так же непосредственно определены $X_{ш}$ или X_k , т. е. максимальные количества щелочи или кислоты, которые могут быть допущены к спуску в водоем на 1 л расхода воды в нем.



Фиг. 192

Диаграмма для графического определения X_k и $X_{ш}$

Содержание растворенных солей в сточных водах может быть выражено в различной размерности. Ниже приводится порядок перерасчета показателей количества солей в сточных водах из одной размерности в другую:

- 1) концентрация растворенных веществ в мг/л принимается равной a ;
- 2) " " " " в мг-эквивалентах/л

$$b = \frac{a}{\text{экв. вес}}$$
;
- 3) " " " " в г-молях/л (или г-ионах/л);

$$c = \frac{a}{1000 \text{ мол. вес}}$$
;
- 4) " " " " в эквивалентных градусах— $d^\circ = \frac{a}{\pi}$.

Здесь n —значение эквивалентного градуса данного вещества, который равен его концентрации в $мг/л$, эквивалентной 10 мг/л CaO .

Данные для взаимного пересчета показателей—градусы карбонатной жесткости, $см^3$ нормальной щелочи, $мг$ бикарбонатного иона и $мг$ бикарбонатной углекислоты даны в табл. 212.

Таблица 212

Единица пересчета Единица щелочности	1° карбонатной жесткости	1 $см^3$ щелочности	1 $мг$ бикарбонат-иона	1 $мг$ бикарбонатной углекислоты (CO_2)
	в 1 л			
1° карбонатной жесткости	1	2,80	0,0458	0,0636
1 $см^3$ щелочности	0,357	1,00	0,0164	0,0227
1 $мг$ бикарбонат-иона	21,8	61,00	1	1,39
1 $мг$ бикарбонатной углекислоты (CO_2)	15,72	44,00	0,722	1

§ 35. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМОВ СЕРОВОДОРОДОМ И СУЛЬФИДАМИ

Сточные воды предприятий нефтяной промышленности, наряду с другими вредными примесями могут содержать значительное количество сернистых соединений в виде свободного и связанного сероводорода (сульфидов), особенно в условиях добычи и переработки сернистых нефтей.

Сероводород является для человека и теплокровных животных сильным ядом, вызывающим нарушение легочного и клеточного дыхания и влияющим на нервную систему.

При спуске сточных вод, содержащих сероводород, в водоеме резко ухудшаются органолептические свойства воды при дозах, не являющихся токсичными для организмов животных и человека.

Принимается, что граница восприятия запаха сероводорода определяется его содержанием в воде водоема $0,1-0,3 \text{ мг/л}$.

Сероводород токсичен для большинства видов рыб при концентрации $4-6 \text{ мг/л}$ воды водоемов. Для отдельных видов рыб токсичной является более высокая доза сероводорода, так для карпа и линя токсична доза $8-12 \text{ мг/л}$, для форели— 10 мг/л . Сероводород при концентрации 25 мг/л угнетает развитие водных организмов и растительности.

Вредное влияние сероводорода на водоем в свободном и связанном состояниях значительно смягчается его быстрым окислением за счет растворенного в воде кислорода. Несмотря на медленнее, но достаточно быстро протекает окисление сульфида натрия, который подвергается в воде диссоциации с образованием гидросульфид-иона (HS^-). Гидросульфид-ионы, при наличии в воде водородных ионов, превращаются в сероводород.

По имеющимся наблюдениям [8] при внесении в воду в лабораторных условиях 25 мг/л сульфида натрия ход процесса окисления его выразился следующим образом: через 6 час. его оставалось 20%, через 24 часа—14%, через 48 часов—0.

При этом учитывалось не только окисление свободного и связанного сероводорода, которые окислялись в течение первых часов, но и окисление промежуточных продуктов этого процесса—тиосульфатов и сульфитов. Последние окисляются значительно медленнее и удлиняют полное завершение процесса окисления сероводорода до сульфатов.

Окисление тиосульфат-ионов является преимущественно процессом биохимическим, связанным с жизнедеятельностью тионовых бактерий.

Влияние связанного и свободного сероводорода на водоемы может быть оценено следующим образом:

1) свободный и связанный сероводород резко ухудшает органолептические свойства природных вод и является токсичным для рыб. Однако эти вещества очень быстро (в течение первых часов, иногда даже минут) окисляются в основном до тиосульфатов и сульфитов. Последние не оказывают неблагоприятного влияния на водоем и могут рассматриваться как вещества безвредные в санитарном отношении.

2) процесс окисления сульфидов до тиосульфатов происходит за счет растворенного в воде кислорода. Это приводит к резкому уменьшению количества растворенного кислорода, который не успевает пополняться за счет атмосферной реэрации.

В результате у места выпуска сульфидных сточных вод наблюдается увеличение в воде дефицита кислорода, который может достигнуть значений, опасных для жизни рыб.

Опытами установлено, что 1 мг сероводорода при окислении до сульфатов требует $1,9 \text{ мг}$ кислорода, а при окислении до тиосульфатов— $0,92 \text{ мг}$ кислорода.

Для определения допустимой концентрации сернистых соединений в сточных водах предложена формула [8]

$$Q \cdot a - q \cdot n \cdot S = (Q + q) \cdot 4,$$

где Q —расход воды в водоеме и q —расход поступающих сточных вод, $м^3/сек$;

S —количество сульфидов (по сероводороду), содержащихся в сточных водах, $г/м^3$;

α —количество растворенного кислорода в воде водоема, $г/м^3$;

n —расход кислорода в $г$ на окисление $1 г$ сульфидов до сульфатов ($1,9 г/г$) или до тиосульфатов ($0,92 г/г$);

4 —допустимое остаточное содержание растворенного кислорода, $г/м^3$ (по Н101—54).

Указанная формула не учитывает процесса реаэрации кислорода из атмосферы, поэтому она точна для определения значения S при учете окисления сульфидов только до тиосульфатов.

Стадия окисления тиосульфатов до сульфатов протекает настолько медленно, что убыль кислорода в воде успевает пополняться за счет реаэрации и увеличения дефицита кислорода не наблюдается.

Процесс восстановления кислорода, затраченного на окисление сульфидов до тиосульфатов за счет процесса реаэрации может быть определен по формуле

$$D_t = D_a \cdot 10^{-K_2 t},$$

где D_a —начальный дефицит кислорода (после окисления сульфидов);

D_t —дефицит кислорода через период времени $t_{сут}$;

K_2 —константы реаэрации.

Дефицит кислорода определяется уравнением

$$D = C - X,$$

где X —фактическое содержание растворенного кислорода в данный момент времени, $мг/л$;

C —содержание кислорода в воде, $мг/л$, в состоянии насыщения.

Значения C при различных температурах приведены в табл. 213.

Таблица 213

Температура, °C	Растворенный кислород	Температура, °C	Растворенный кислород	Температура, °C	Растворенный кислород
0	14,64	11	11,08	21	8,99
1	14,23	12	10,83	22	8,83
2	13,84	13	10,60	23	8,68
3	13,48	14	10,37	24	8,53
4	13,13	15	10,15	25	8,38
5	12,80	16	9,95	26	8,22
6	12,48	17	9,74	27	8,07
7	12,17	18	9,54	28	7,92
8	11,87	19	9,35	29	7,77
9	11,59	20	9,17	30	7,63
10	11,33				

При отсутствии местных наблюдений величина константы реаэрации K_2 может быть принята:

для слабопроточных водоемов— $0,08—0,15$;

для рек с малой скоростью течения— $0,2—0,25$;

для рек с большой скоростью течения— $0,3—0,5$;

для порожистых рек— $0,5—0,8$;

для морей, в зависимости от ветровых условий и глубины у места выпуска,— $0,25—0,5$.

Зависимость константы K_2 от температуры выражается уравнением

$$K_{2T^\circ} = \alpha K_{220^\circ}$$

где α —дана в табл. 214.

Таблица 214

Температура, °C	10	15	20	25	30
α	0,82	0,93	1	1,08	1,17

Для различных пунктов реки, расположенных на расстоянии L км от места выпуска сточных вод, время t в сутках определяется уравнением:

$$t = \frac{L}{86,4 \cdot v} \text{ суток,}$$

где v —скорость течения, $м/сек$.

Расчет содержания кислорода в воде должен вестись с учетом зимних условий. В южных районах, при отсутствии ледового покрытия водоема, расчет необходимо вести в условиях межени.

На условия выпуска сульфидных сточных вод существенное влияние оказывает их температура. Спуск в водоем горячих сульфидных сточных вод может привести к быстрому поглощению растворенного кислорода и опасному повышению его дефицита.

Повышение температуры с 1 до 10° повышает интенсивность реакции окисления в $1,5—2,5$ раза.

При оценке последствий выпуска сульфидных сточных вод в водоем необходимо одновременно учитывать их влияние на процесс самоочищения хозяйственно-фекальных сточных вод населенных мест и производственных сточных вод других предприятий.

Сульфидные сточные воды предприятий нефтяной промышленности могут содержать также меркаптаны и меркаптиты. Вода водоемов после спуска в них сточных вод не должна содержать эти соединения в количестве, превышающем $1 мг/л$ (в количестве смертельном для рыб).

Меркаптаны резко ухудшают органолептические свойства природных вод. Пороговая концентрация меркаптанов по запаху равна 6—7 мг/л. Меркаптаны в водоемах легко окисляются и переходят в тиосульфаты и сероводород.

§ 36. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМОВ ФЕНОЛАМИ И КРЕЗОЛАМИ

Фенолы и крезолы являются очень сильными загрязнителями водоемов общественного пользования и даже в незначительных дозах токсичными для теплокровных организмов и рыб.

В естественных водоемах фенолы и крезолы подвергаются процессу весьма медленного биохимического окисления вместе с органическими веществами, содержащимися в той же воде. Наблюдения показывают, что в летних условиях, при начальном содержании в речной воде 31 мг/л фенола, в течение трех суток эта концентрация падает до десятых долей мг/л. Однако остатки фенолов сохраняются в воде очень долго, и за 6 суток его количество снижается лишь до 0,022 мг/л. В зимних условиях, при низких температурах речной воды, процесс биохимического окисления существенно снижается. Присутствие в природной воде фенолов в количестве, превышающем 200 мг/л, начинает тормозить биохимические процессы [9].

Токсическое действие фенолов на рыб констатировано при их концентрации, начиная с 1 мг/л. В этой концентрации фенол коагулирует жаберную слизь, оказывает разрушительное действие на красные кровяные шарики и вызывает паралич мышц. Прямое токсическое действие фенолов на рыб наблюдается при концентрациях 10 мг/л и выше. Однако рыба начинает реагировать на фенол и избегает загрязненных им участков реки при концентрациях до 0,03 мг/л.

Фенолы токсичны для человека и теплокровных организмов при больших дозах.

Порог вкусового ощущения фенолов и их запаха находится в пределах 15—20 мг/л. При использовании водоема для питьевого водоснабжения с хлорированием, допустимая норма содержания в воде фенолов снижается до 0,001 мг/л вследствие образования хлорфенолов и появления резкого хлорфенольного запаха и привкуса.

При наличии в сточных водах фенолов, для которых возможность образования хлор-фенольных запахов не определена, должны быть проведены соответствующие испытания проб на образование хлорфенольного запаха (указание ГГСИ СССР № 216—56 от 21/V 1956 г.)

37. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМОВ КАТАЛИЗАТОРАМИ

В водоемы со сточными водами нефтеперерабатывающих заводов могут попадать некоторые минеральные вещества, применяемые в качестве катализаторов и обладающие токсическими свойствами (фтор, свинец, медь, никель, цинк и др.).

Согласно указанию ГГСИ СССР № 216—56 содержание этих веществ в природных водах после смешения их с производственными сточными водами не должно превышать:

фтора—1,5 мг/л	ртути (в неорганич. соединениях)—0,005 мг/л
меди—0,1 "	цинка дв. хвалентн.—5 мг/л
никеля—0,1 "	тетраэтилсвинца—0,0 "

§ 38. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМОВ ВЗВЕШЕННЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Допустимое количество взвешенных веществ в выпускаемых в водоем сточных водах регламентируется санитарными нормами Н101—54. Расчет повышения содержания взвешенных веществ в водоеме, после спуска производственных вод производится по формуле

$$\Delta p = \frac{Q_p \cdot a + q_{ст} \cdot c}{Q_p + q_{ст}} - a,$$

где Q_p —расход воды в водоеме у места выпуска сточных вод м³/сек;

$q_{ст}$ —расход сточных вод, м³/сек;

a —содержание взвешенных веществ в водоеме до приема сточных вод, г/м³;

c —содержание взвешенных веществ в сточных водах, г/м³;

Δp —повышение содержания взвешенных веществ в водоеме после смешения со сточными водами, г/м³.

В сточных водах предприятий нефтяной промышленности взвешенным веществам, обычно, сопутствуют нефтепримеси, адсорбированные в виде пленки на твердых частицах ила, образующих с ними стойкие эмульсии. В таком виде взвешенные вещества частично выносятся из установок для нефтеулавливания, попадают в водоем, создавая дополнительный источник его загрязнения нефтепродуктами.

§ 39. УСЛОВИЯ СМЕШЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД С ВОДОЙ ВОДОЕМОВ

Уменьшение вредного влияния выпуска сточных вод на общественные водоемы может быть достигнуто быстрым и полным смешением сточных и природных вод.

Концентрация вредных продуктов в водоеме a в мг/л после спуска сточных вод определяется уравнением

$$a = \frac{q}{Q} \cdot b,$$

где Q —расход воды в водоеме, м³/сек;

q —расчетный расход сточных вод, м³/сек;

b —концентрация продукта в сточных водах, мг/л.

Расчет по этой формуле предполагает полное перемешивание сточных и природных вод, которое, однако, возникает через определенный промежуток времени и на значительном расстоянии от места выпуска производственных вод.

Скорость смешения производственных вод в речных условиях зависит от расхода воды Q в реке, от соотношения между этим расходом и расчетным расходом q сточных вод, скорости течения в реке, степени турбулентности речного потока, степени извилистости реки в плане и др. факторов, а также конструкции устройства для выпуска сточных вод в реку.

Определение времени в часах (при ориентировочных расчетах), необходимого для обеспечения полного смешения сточных и речных вод, производится [10] по табл. 215.

Таблица 215

Отношение расхода речной воды к расходу сточных вод	Расход речной воды, м ³ /сек			
	до 5	5—50	50—500	более 500
	Время необходимое для полного смешения, часы			
1:1— 5:1	0,6	0,8	1,0	1,5
5:1— 25:1	4,5	5,5	6,7	8
25:1—125:1	12	13,5	17	22
125:1—600:1	28	33	39	55
Выше 600:1	56	66	77	112

При спуске сточных вод на стрежень реки время полного смешения уменьшается в 1,5 раза.

При рассредоточенном спуске сточных вод в реку (не менее 4 выпусков на половине поперечного сечения русла реки) время уменьшается в 3 раза.

Для промежуточных пунктов между точкой выпуска сточных вод и точкой полного смешения, кратность разбавления определяется по уравнению

$$n = a \frac{Q}{q},$$

где $\frac{Q}{q}$ —кратность разбавления сточных вод в речной во-

де при полном смешении;

a —коэффициент разбавления < 1 , равный отношению времени продвижения речного потока до заданного створа к времени продвижения к пункту полного смешения.

Для определения расстояния между местом выпуска сточных вод и пунктом полного смешения с водой водоема предложена формула [11].

$$L_{\text{смеш}} = \left[\frac{2,3}{\alpha} \lg \left(\frac{K_{\text{ст}} - K_k}{K_{\text{см}} - K_k} \right) \right]^3, \text{ км},$$

где $K_{\text{ст}}$ —концентрация вещества в сточных водах, мг/л;

K_p —концентрация того же вещества в речной воде до смешения со сточной ($K_p = 0$);

$K_{\text{см}}$ —концентрация вещества в створе, где обеспечено 95% смешения сточных вод и речных вод, т. е. в точке, где практически имеет место полное смешение;

α —коэффициент, учитывающий гидравлические условия смешения, определяемый по формуле

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \sqrt[3]{\frac{E}{q}},$$

где ξ —коэффициент, зависящий от положения выпуска в русле реки: $\xi = 1$ —при береговом выпуске, $\xi = 1,5$ —при выпуске на стрежень реки;

φ —коэффициент извилистости реки (равен длине реки между точками по прямой, деленной на длину по фарватеру);

E —коэффициент турбулентной диффузии, равный $\frac{H \cdot v}{200}$,

где H —средняя глубина протока, м и v —средняя скорость протока, м/сек;

q —расчетный расход сточных вод, м³/сек;

K_k —концентрация вещества в мг/л, определяемая урав-

$$\text{нением } K_k = \frac{K_{\text{ст}} \cdot q + K_p \cdot Q}{q + Q};$$

$$K_{\text{см}} = \frac{K_k \cdot 100}{95}.$$

По формуле предполагается, что 100%-ное смешение осуществляется на очень большом расстоянии от выпуска и

95%-ное смешение может рассматриваться как практически полное.

Для промежуточных створов степень разжижения сточных вод в речной воде определяется уравнением

$$n = a \frac{Q}{q},$$

где Q и q — по предыдущим обозначениям;

$$a = \frac{K_k}{K_{макс}},$$

где K_k — по предыдущему, а $K_{макс}$ определяется по формуле

$$K_{макс} = K_k + (K_{ст} - K_k) \cdot e^{-\frac{L}{L_0}}, \text{ мг/л;}$$

где L — расстояние от места выпуска до промежуточного створа, м;

e — основание натуральных логарифмов;

a , K_k и $K_{ст}$ — по предыдущему.

И. Д. Родзиллер [12] рекомендует внести в приведенный выше расчет следующие изменения:

1) расстояние до пункта практически полного смешения определять по формуле

$$L_{см} = \left[\frac{1}{a} \ln \frac{Q}{\left(\frac{100}{p} - 1 \right) \cdot q} \right]^2 \text{ км,}$$

принимая $p = 75-80\%$ и лишь в очень ответственных случаях $p = 85\%$;

2) значение коэффициента разбавления a по выражению

$$a = \frac{1 - e^{-\frac{L}{L_0}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-\frac{L}{L_0}}};$$

3) коэффициент извилистости $\varphi = \frac{L_\phi}{L_1}$,

где L_ϕ — расстояние по фарватеру;

L_1 — расстояние по прямой.

4) E по уравнению

$$E = \frac{L_1}{L} \cdot E_1 + \frac{L_2}{L} \cdot E_2 + \dots + \frac{L_n}{L} \cdot E_n,$$

где L — полная длина участка смешения, км;

$L_1, L_2, \dots, L_n$ — длины отдельных участков с однородными гидрологическими условиями, км.

$$E_1 = \frac{v_1 H_1}{200}, \quad E_2 = \frac{v_2 H_2}{200}, \quad \dots \quad E_n = \frac{v_n H_n}{200},$$

где v_i — средние скорости, м/сек;

H_i — средние глубины, м, на каждом отдельном участке.

Попытки уточнить расстояние пункта полного смешения сточных вод в речной воде от места их выпуска привели к следующим формулам [13]:

а) при выпуске с берега на прямом участке реки

$$L_k = B_0 \cdot n \cdot u \cdot \left(\frac{1}{v_c} + \frac{2}{v_c + A_0} \right), \text{ м;}$$

б) при выпуске у фарватера на прямом участке реки

$$L_k = 2 \cdot n \cdot B_0 \cdot \left(\frac{u}{v_c + A_0} \right), \text{ м;}$$

в) при выпуске с берега на выпуклом изгибе реки

$$L_k = B_0 \left[n \left(\frac{u}{v_{сн}} - \operatorname{tg} \frac{180-\beta}{2} \right) + n_1 \left(\frac{u}{v_{сн} + A_0} - \operatorname{tg} \frac{180-\beta}{2} \right) \right], \text{ м;}$$

г) при выпуске с берега на вогнутом изгибе реки

$$L_k = B_0 \left[n_1 \left(\frac{u}{v_{сн}} + \operatorname{tg} \frac{180-\beta}{2} \right) + n \left(\frac{u}{v_{сн} + A_0} + \operatorname{tg} \frac{180-\beta}{2} \right) \right], \text{ м;}$$

д) при выпуске у фарватера на изгибе реки

$$L_k = n \cdot B_0 \left(\frac{u}{v_{сн} + A_0} - \operatorname{tg} \frac{180-\beta}{2} \right).$$

В этих формулах:

n — отношение ширины реки для прямого и выпуклого берегов от берега до фарватера к общей ширине реки;

n_1 — то же от вогнутого берега на изгибе до фарватера;

u — средняя продольная скорость течения в реке, м/сек;

v_c — скорость поперечной циркуляции на прямом участке реки, определяемая по формуле:

$$v_c = u \cdot \frac{h \sqrt{h^2 + \left(\frac{B}{2} \right)^2}}{2h \cdot \frac{B}{2}}, \text{ м/сек;}$$

$v_{\text{си}}$ — то же на изгибе, определяемая по формуле:

$$v_{\text{си}} = \sqrt{\frac{2u^2}{r}}, \text{ м/сек};$$

B_0 — значение, определяемое по формуле

$$B_0 = \left(\frac{Q}{h \cdot u} - \sqrt[3]{q} \right);$$

A_0 — ливейный коэффициент турбулентной диффузии

$$A_0 = \kappa \cdot h \sqrt{g \cdot h \cdot I};$$

r — радиус изгиба реки, м;

β — угол изгиба реки, град.;

I — продольный русловый уклон;

h — средняя глубина протока, м;

κ — коэффициент на взаимное сопротивление молекул воды, равный 0,4;

B — ширина протока поверху, м;

Q и q — расходы воды в реке и сточных вод, $\text{м}^3/\text{сек}$.

Для обеспечения более благоприятных условий разжижения сточных вод водой водоема выпуск их следует организовать у фарватера реки или на расстоянии от берега [14]

$$b = \frac{q}{h \cdot v \cdot n}, \text{ м},$$

где h — глубина реки, м;

v — скорость течения реки, м/сек ;

q — расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{сек}$;

n — необходимая степень разжижения сточных вод у берега реки ниже выпуска по местным санитарным и хозяйственным соображениям.

При выпуске сточных вод в море и другие непроточные водоемы (озера и пр.) их разжижение определяется, в основном, скоростью ветровых течений. При этом учитывается постоянное течение, если они оказывают практически ощутимое влияние на водообмен.

На фиг. 193 показана эпюра распределения скоростей течений воды, наблюдаемая в одном из пунктов Каспийского моря при скорости ветра $w=8 \text{ м/сек}$. Поверхностные течения распространяются на глубину, равную $1/2$ общей глубины воды и направлены по ветру, донные противотечения направлены против ветра. При этом скорости течений затухают по направлению к плоскости их раздела.

Ветры, трением о водную поверхность и давлением на тыловую часть волны, вызывают движение верхних слоев воды водоема, совпадающее с их направлением. Отгон поверхност-

ных слоев воды от берега или нагон к берегу вызывает компенсационное течение нижних слоев воды в направлении, обратном направлению ветра. В результате в водоеме возникает циркуляционное движение всей массы воды, обеспечивающее при определенных условиях достаточно сильный водообмен у места выпуска сточных вод и их интенсивное разжижение.

Зависимость между средней скоростью поверхностного течения $v_{\text{ср}}$ и скоростью ветра w выражается формулой

$$v_{\text{ср}} = \alpha w,$$

где $v_{\text{ср}}$ — принимается в см/сек ;
 w — м/сек .

Коэффициент пропорциональности α для прибрежной полосы может приниматься: для течений, направленных от берега в открытое море, равным 0,5, для течений, направленных к берегу, равным 0,3.

Для открытого моря этот коэффициент повышается до 2.

Для определения степени разжижения сточных вод чистой морской водой необходимо:

а) по местной розе ветров выделить господствующие ветры, направленные преимущественно к берегу и от берега;

б) определить по выбранным направлениям равнодействующую средних скоростей береговых и морских ветров, проектируя на эти направления средние скорости ветра отдельных береговых и морских румбов;

в) по равнодействующим скоростям ветра определить по формуле $v = \alpha w$ усредненные скорости направленных к берегу и от берега ветровых течений.

Степень разжижения n сточных вод чистой водой непроточного водоема определяется отдельно при ветрах, направленных к берегу и от берега уравнением

$$n = \frac{v \cdot 0,33 \cdot H \cdot B}{100 \cdot q_{\text{ст}}},$$

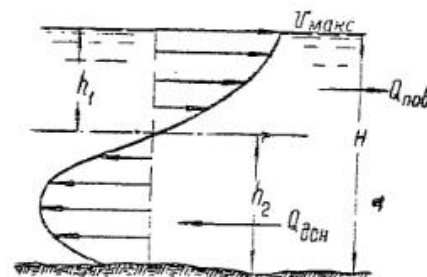
где v — усредненная скорость течения, см/сек ;

H — глубина воды у места выпуска сточных вод, м;

$q_{\text{ст}}$ — расчетное количество сточных вод, $\text{м}^3/\text{сек}$;

B — ширина потока ветрового течения в м, на границе которой разжижение сточных вод достигает значения n .

По направлению ветровых течений линия заданного разжижения может быть принята отстоящей от точки выпуска сточных вод на расстоянии $L=1,5 B$.



Фиг. 193

Эпюра скоростей течения воды в одном из пунктов Каспийского моря

Пользуясь приведенным уравнением, по заданной степени разжижения n может быть определена на поверхности водоема зона (по ширине B), на границе которой это разжижение может быть достигнуто. И, наоборот, по заданному контуру у места выпуска сточных вод (по ширине B) может быть определена соответствующая ему степень их разжижения n и концентрация загрязняющих продуктов.

При проектировании морских выпусков желательное такое их размещение в районе береговой полосы, по отношению к которой господствующие береговые и морские ветры имеют направление, близкое к перпендикулярному.

В проекте новых правил спуска сточных вод в водоемы намечаются следующие основные изменения против норм Н 101—54:

1) Водоемы подразделяются на 4 категории:
а) источники хозяйственно-питьевого водоснабжения централизованного и децентрализованного; б) водоемы в черте населенных мест, используемые для купания, спорта и отдыха населения; в) водоемы с ценными видами рыб, обладающих высокой чувствительностью к кислороду; г) остальные рыбохозяйственные водоемы.

2) Допускаемое увеличение содержания взвешенных веществ при спуске сточных вод не должно превышать в воде водоема более чем на: для водоемов а) — 0,25 мг/л, б) — 1,5 мг/л, в) — 0,25 мг/л, г) — 0,75 мг/л.

3) Сточные воды не должны повышать температуру воды в водоемах: для водоемов а) и б) более чем на 3° , для водоемов в) и г) в летний период более чем на 3° и в зимний период более чем на 5° .

4) Сточные воды после смешения с водой водоемов не должны снижать содержания кислорода как в летний период, так и в последний (зимний) период ниже чем до: для водоемов а) и б) — 1 мг/л, для водоемов в) — 6 мг/л, при дефиците растворенного кислорода не более 40%, для водоемов г) — 4 мг/л, при дефиците растворенного кислорода не более 60%.

5) После смешения сточных вод с водой водоема биохимическая потребность в кислороде по пятисуточной пробе (20°C) не должна превышать: для водоемов а) — 2 мг/л, б) — 4 мг/л, в) и г) — 2 мг/л.

6) Плавающие примеси: для водоемов а) и б) — на поверхности водоема плавающие пленка и пятна минеральных масел и скопления других примесей не должны обнаруживаться, для водоемов в) и г) — сточные воды не должны содержать нефтепродуктов, масел и жиров в количествах, способных образовывать пленку на поверхности водоема.

ГЛАВА IX

ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

§ 40. СОСТАВ И СВОЙСТВА СТОЧНЫХ ВОД УСТАНОВОК НПЗ

В процессе переработки нефти на установках, вода, используемая последними, загрязняется различными продуктами, в основном:

- 1) нефтью и нефтепродуктами;
- 2) нафтеновыми и другими органическими кислотами и их солями;
- 3) взвешенными веществами, главным образом минерального характера;
- 4) сероводородом при переработке сернистых нефтей;
- 5) отработанными щелочами, содержащими сульфиды, гидросульфиды, меркаптаны и феноляты;
- 6) отработанными минеральными кислотами и их солями;
- 7) селективными растворителями;
- 8) ароматическими углеводородами;
- 9) отработанными катализаторами;
- 10) этиловой жидкостью и другими примесями.

Нефтезаводские сточные воды по характеру своего загрязнения, технологическим признакам и по их влиянию на водоемы общественного пользования могут быть подразделены на несколько групп.

1. *Условно чистые воды I категории.* Воды с незначительным количеством нефти и тяжелых нефтепродуктов, потерянных в результате случайных утечек из трубопроводов, поверхностных холодильников, конденсаторов и др. аппаратуры.

2. *Условно чистые воды II категории.* Воды свободны от каких-либо загрязнений или содержат в незначительном количестве легкие нефтепродукты, являющиеся результатом случайных утечек через неплотности стыков трубопроводов, холодильников и конденсаторов. К этой группе могут быть отнесены условно чистые воды от установок по химической переработке газа и от катализаторных фабрик.

3. *Сточные воды, содержащие сероводород.* Эти воды поступают от установок при переработке сернистых нефтей, от водоотделителей атмосферных установок, конденсаторов смешения и барометрических конденсаторов вакуумных установок.

Сточные воды этой группы характеризуются содержанием сероводорода (количество которого зависит от качества перерабатываемой нефти), нефтепродуктов, в основном, легких и средних фракций (бензин, газойль, соляр и др.) и небольшого количества механических примесей.

4. *Условно чистые воды цеха химической переработки парафина,* аналогичные по характеру и степени загрязнения условно чистым сточным водам I категории.

5. *Сточные воды от электрообессоливающих и теплообессоливающих установок по подготовке нефти, от дегидраторов атмосферных установок и от сырьевых резервуаров.* Эти воды характеризуются высокой степенью загрязнения нефтью и взвесью, повышенной соленостью, присутствием нефтяной эмульсии и, в определенных случаях, сероводорода.

6. *Сточные воды от промывки технологических аппаратов, лотков, полов и пр. Эти сточные воды подлежат отдельному сбору, отводу и очистке.*

В эту же отдельную систему отвода подлежат включению сточные воды от промежуточных и товарных резервуаров, конденсаторов смешения и скрубберов отдельных установок (кроме вод барометрических конденсаторов вакуумных установок). В эти сточные воды включаются дождевые воды, стекающие с производственных площадок и обвалованных участков. Эта группа сточных вод получила название промливневых.

Промливневые сточные воды характеризуются загрязнением нефтепродуктами, особенно при производстве ремонтных работ и в аварийных случаях, а так же взвешенными веществами.

7. *Сернисто-щелочные сточные воды, содержащие отработанные щелочи после защелачивания дистиллятов, окисленных продуктов и газов.*

Характерным свойством сернисто-щелочных вод является их способность:

- 1) поглощать растворенный в воде кислород;
- 2) реагировать с бикарбонатами кальция с последующим выделением карбонатов, образующих на дне и стенках каналов плотный осадок;
- 3) образовывать трудно разрушаемые нефтяные эмульсии;
- 4) производить коагуляцию нефтепродуктов с образованием взвешенных в воде и трудно осаждающихся хлопьев.

Эти свойства указанных вод не позволяют допускать их смешения с другими сточными водами и требуют организации отдельного сбора, отвода и очистки.

При контакте с кислыми водами (см. ниже), сульфощелочи бурно выделяют сероводород, заражающий воздух и вызывающий коррозию бетонных сооружений, а также образуют элементарную серу, являющуюся активным эмульсатором.

Неравномерный сброс в общезаводскую канализацию отработанных щелочей, резко меняя pH сточных вод, приводит к нарушениям нормальной работы нефтеловушек.

8. *Кислые сточные воды,* которые образуются на установках, где осуществляется применение серной кислоты в качестве реагента или катализатора (сернокислотная очистка дистиллятов, процессы алкилирования, производство алюмосиликатного катализатора) или проводится регенерация кислотных остатков. Эти кислые сточные воды содержат значительное количество нефтепродуктов.

Кислые сточные воды, свободные от нефтепродуктов, получают от цехов по производству серной кислоты.

9. *Сточные воды, содержащие фенол, фурфурол и др. селективные растворители.* Эти сточные воды образуются в процессе селективной очистки масел и на установках по депарафинизации масел и др. Потери селективных растворителей со сточными водами возникают в результате пропуска в сальниках насосов, спуска растворителя с экстрактом и рафинатом при ремонтных работах и пр.

Поступление фенольных сточных вод в водоемы общественного пользования в количестве, создающем в природной воде концентрацию, превышающую 0,001 мг/л, исключается.

10. *Специальные сточные воды.* В процессе химической переработки парафина, газов, на катализаторных фабриках и др. возникают сточные воды, в значительной степени загрязненные различными минеральными и органическими продуктами.

Вопрос о характере и степени загрязнения этих вод является в данное время недостаточно изученным.

11. *Сточные воды от установок этилирования бензинов, загрязненные тетраэтилсвинцом.*

В период дождей в сточные воды от отдельных заводских установок может добавляться сток атмосферных осадков, выпадающих в пределах технологических площадок или поступающих с обвалованных территорий. Эти воды содержат значительное количество смытых нефтепродуктов и минеральную взвесь.

Хозяйственно-фекальные сточные воды собираются и отводятся отдельно от производственных.

Примерная сводная характеристика сточных вод нефтеперерабатывающего завода приведена в табл. 216.

Распределение сточных вод по процессам принято условно и может меняться в зависимости от состава установок, входящих в заводской комплекс.

Состав и свойства сточных вод нефтеперерабатывающего завода современного типа, перерабатывающего сернистую нефть и включающего химическую переработку газа и парафинов

Тип сточных вод	Наименование установок, сбрасывающих сточную воду	Характер загрязнения сточных вод	Ориентировочное содержание сточных вод в общем количестве вод, участвующих в производстве, %	Способ отвода и обезвреживания	Направление сброса или использования сточных вод
1	2	3	4	5	6
1. Условно чистые воды первой категории	Холодильники и конденсаторы для нефти и тяжелых нефтепродуктов, атмосферно-вакуумные установки (кроме бакометрических конденсаторов смешения), каталитический крекинг (без компрессоров), термический крекинг, каталитический риформинг, селективная очистка масел, деасфальтизация (кроме конденсаторов пропана), депарафинизация (кроме холодильного отделения), контактная очистка масел, масляная вакуумная установка, контактное коксование, битумная установка, гидрофренинг. Общезаводские насосные станции (по месту).	Незначительное содержание нефти и тяжелых нефтепродуктов в результате случайных утечек через неплотности соединений труб и аппаратуры. Количество нефти и нефтепродуктов до 30—60 мг/л. Количество механических примесей незначительно. Солевой состав соответствует составу свежей питательной воды при несколько пониженной временной жесткости. Температура порядка 45° С.	40—44	По отдельной системе канализации. Очистка в ротного водоснабжения завода. 30-минутным временем отстоя и охлаждением в градирях.	Используются в первом цикле оборотного водоснабжения завода.
2. Условно чистые воды второй категории	Холодильники и конденсаторы для легких нефтепродуктов и газов; каталитический крекинг, вторичная перегонка, деасфальтизация (пропановые конденсаторы), депарафинизация (холодильное отделение), газифракционирующая установка, полимеризационная перегонка, азотеронная перегонка, водородная установка, каталитическая фабрика (охлаждающие устройства), цех синтетического спирта (химическая переработка газа), общезаводские насосные и компрессорные (по месту), сброс от продувки котлов, установки по кондиционированию воды и проч.	Незначительное содержание легких нефтепродуктов в результате случайных утечек через неплотности соединений труб и аппаратуры, в количестве 20—25 мг/л. Солевой состав соответствует составу свежей питательной воды, при пониженной временной жесткости. Температура порядка 45° С.	46	По отдельной системе канализации. Очистка от легких нефтепродуктов в нефтеегдальных с 20-минутным отстоем, охлаждением в градирях.	Используются во втором цикле оборотного водоснабжения завода. Сточные воды установок химического синтеза (химическая переработка газа) могут быть выделены в самостоятельный местный (цеховой) цикл водоснабжения.
3. Сероводородные сточные воды.	Конденсаторы смешения атмосферных установок, барометрические конденсаторы вакуумных установок при переработке сернистых нефтей.	Содержание нефтепродуктов, количество которых колеблется в широких пределах от 500 до 7000 мг/л, по отдельным пробам — до 10000 мг/л и более. Содержание H_2S в количестве, зависящем от качества сырой нефти. Для нефти восточных районов оно равно 10—100 мг/л, достигаая в отдельных случаях — 250 мг/л.	25—3	По отдельной канализационной сети из кислотостойких материалов. Очистка в закрытых нефтеловушках с временем отстаивания 2 часа. Отдувка сероводорода в дегазаторах с кислотогорными насадками. Отдельная	После удаления нефти и отдувки сероводорода — используются в 3-м цикле оборотного водоснабжения.

1	2	3	4	5	6
4. Условно чистые воды цеха химической переработки парафина	Холодильные отделения установок по химической переработке парафина.	Содержание механических примесей—до 100 мг/л. Солевой состав соответствует показателям питьевой воды с пониженной временной жесткостью. Аналогично по характеру загрязнения условно чистым водам I категории.	до 7	разделка нефтепродуктов. Охлаждение в деревянных градириках. По отдельной системе канализации.	Используются в IV местном (цеховом) цикле оборотного водоснабжения.
5. Сточные воды от установок по подготовке нефти и от нефти и от сырьевых парков	Установки по подготовке нефти—ЭЛОУ и др., дегидрататоры атмосферных установок, резервуары сырьевых парков, сток атмосферных осадков с обвалованных территорий сырьевых парков и с площадок установок ЭЛОУ. Промывочные воды от фильтров для доочистки сточных вод.	Содержание значительного количества нефти и нефтепродуктов, частично эмульсионных, ванных: от обесолонивающих установок 7—20 г/л в отдельных случаях до 35—100 г/л, от сырьевых резервуаров при их зачистке 25—160 г/л, достигая 300 г/л. Количество механических примесей—350—1500 мг/л. Количество растворенных солей до 100 г/л при общей жесткости 100—300° М (для сточных вод ЭЛОУ—до 200—500° М). При сернистых нефтях до 30—90 мг/л сероводорода.	до 1	По отдельной канализационной сети (1-я сеть 2-й системы канализации). Полная очистка в составе пруда сточные сооружения, ука-ды спускаются в заилов в п. б. После очистки поля испарения или сточные воды на-же закичиваются равняются в бу-ферный пруд.	В системе оборотного водоснабжения не используются. Из буферного очистка в составе пруда сточные сооружения, ука-ды спускаются в водоем или на поля. После очистки поля испарения или сточные воды на-же закичиваются равняются в бу-ферный пруд.

6. Промывочные сточные воды от технологических площадок, промежуточных и товарных парков.	Промывочные воды от технологических аппаратов, лотков, манифольдов, полов, промежуточных и товарных парков. Сток атмосферных осадков с технологических площадок и обвалованных территорий промежуточных и товарных парков.	Содержание значительного количества нефтепродуктов от 2—10 г/л, возможно содержание эмульсионных нефтепродуктов. Значительное повышение содержания нефтепродуктов в аварийных случаях. Содержание механических примесей—0,5—0,8 г/л.	2,3—3	По отдельной канализационной системе (1-я система). Очистка на сооружениях в составе водоснабжения за-таве: решетка, пес-коловка, нефтосло-вушка с 2-часовым отстоем, пруды дополи-тельного отстоя—6 час., песчаные фильтры, сборная емкост. Преду-сматривается ав-ридная емкость в объеме 3-суточ-ного расхода сточ-ных вод.	Используются после полиции системы (1-я система). Очистка на со-оружениях в со-е водоснабжения за-таве: решетка, пес-коловка, нефтосло-вушка с 2-часовым отстоем, пруды дополи-тельного отстоя—6 час., песчаные фильтры, сборная емкост. Преду-сматривается ав-ридная емкость в объеме 3-суточ-ного расхода сточ-ных вод.
7. Сточные воды, содержащие сернистые щелочи.	Установки по защелачиванию листылатов, окисленных продуктов и газов.	Характер и количество загрязнений зависит от качества перерабатываемой сырой нефти. Для заводов восточных районов типично содержание в сточных водах: сульфидов и гидросульфидов до 10—50 г/л, меркаптанов—до 25 мг/л, сероводорода 150—750 мг/л, свободных щелочей 80—130 г/л, небольшого количества фенолов и нефтепродуктов—в среднем 2,5 г/л.	0,03—0,015	По отдельной сети (2-я сеть 2-й системы канализации). После регулирую-ющей емкости очистка в нефте-ловушке без скребкового меха-низма с 2-часовым отстоем.	Сточные воды включаются в пруды дополнительно-го отстоя 1-й сети 2-й системы канализации. В системе оборотного водоснабжения не используются.

1	2	3	4	5	6
8. Сточные воды, содержащие серию кислот.	Установки по производству сериокислот. Установки по сериокислотной обработке нефтепродуктов. Аналирование и подмеризация, сериокислотная обработка нефтепродуктов, ароматических углеводородов, регенерация кислого гудрона, производство дезмульсаторов ПЧК, НКГ и др.	Содержание сериой кислоты в количестве от 4 до 20 г/л, достигая 150 и более г/л, нефтепродуктов от 20—100 мг/л в отдельных случаях до 25 г/л, механических примесей в незначительном количестве.	0,2	По отдельной канализационной сети (3-я сеть 2-й системы канализации) из кислотных материалов. Сточные воды после нейтрализации сбрасываются в водоем. Сточные кислоты направляются на местную нейтрализацию. Сточные воды от обработки нефтепродуктов очищаются на установках 2-й системы канализации завода в тех случаях, когда обеспечена их нейтрализация за счет щелочности общесток.	Не используют-ся в системе оборотного водоснабжения. Сточные воды от приготовления сериой кислоты после нейтрализации сбрасываются в водоем. Сточные кислоты направляются на местную нейтрализацию. Сточные воды от обработки нефтепродуктов сбрасываются во 2-ю систему заводской канализации.
9. Сточные воды, загрязненные селективными растворами	Установки для селективной и контактной очистки масел, депарафинизации и др.	Загрязнение фенолами от 40 до 300 мг/л, нефтепродуктами 300—600 мг/л, механическими примесями 200—250 мг/л и др. продуктами.	0,015—0,03	По местной канализационной сети с отводом на установки для регенерации.	В оборотных системах водоснабжения не используются.

телями (фенол, крезол, фурфурол и др.). 10. Сточные воды, требующие специальной очистки.	Установки по переработке парафинов (синтетические жирные кислоты), химической переработке газа (спирты) за исключением условно чистых сточных вод этих установок. Катализаторные фабрики, за исключением условно чистых сточных вод фабрик.	Сточные воды от переработки парафинов загрязнены органическими кислотами и серной кислотой, БПК, сточных вод от 500—15000 мг/л. Сточные воды от переработки газон загрязнены метиловым спиртом, стиролом, альдегидами, кетонами, сахарами и пр.	0,5 и выше. К ним добавляется 0,5 от катализаторных фабрик.	По отдельным канализационным сетям отводятся: а) от установок по переработке парафина 0,2 % на нейтрализацию и спецочистку; б) от установок по переработке газа 0,3 % на спецочистку; в) от катализаторных фабрик 0,5 % на местную спецочистку.	перации фенолов или др. продуктов и доочистки.	Возможно включение сточных вод (после обезфеноливания) в замкнутый цикл местного водоснабжения.
11. Сточные воды, содержащие тетраэтилсвинец.	Установки этилирования бензинов.	Загрязнены тетраэтилсвинцом до 4—5 мг/л и бензином.	Ничтожное.	Местный сбор и обезвреживание (регенерация ТЭС).	В ближайшую канализационную сеть.	

§ 41. КОЛИЧЕСТВО ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ОТДЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

Количество сточных вод как в целом по заводу, так и отдельно по их качественным признакам, определяется специальными технологическими и теплотехническими расчетами применительно к производственному заданию, составу процессов и их технологическим особенностям.

В табл. 217 показаны расходы сточных вод по отдельным заводским цехам, применительно к одному из профилей нефтеперерабатывающих заводов восточных районов СССР. Расходы имеют ориентировочное значение и не исчерпывают всех возможных заводских процессов. В табл. 217 даны расходы сточных вод из расчета на тонну перерабатываемого на установке сырья. Изменение технологических процессов может вызвать существенные изменения удельного расхода воды на тонну перерабатываемого продукта и на качество сточных вод.

В табл. 217 не показаны небольшие объемы специфических сточных вод (например, фенолсодержащие сточные воды).

Коэффициент часовой неравномерности расхода водоотведения принимается равным единице — $K_2 = 1$.

В таблицу удельных расходов сточных вод не включены сточные воды, образующиеся от зачистки сырьевых, промежуточных, товарных и разделочных резервуаров, определяемые отдельным расчетом в зависимости от качества перерабатываемой нефти.

Водоотведение от подсобных цехов завода (ремонтные мастерские, гаражи и пр.), а также нормы водоотведения хозяйственно-фекальных сточных вод принимаются по таблицам, приведенным в части I настоящего справочника.

Примечания к табл. 217. 1. Сточные воды, слабо загрязненные нефтью и тяжелыми нефтепродуктами (гр. 2), направляются в 1-ю систему оборотного водоснабжения.

2. Сточные воды, слабо загрязненные легкими нефтепродуктами (гр. 3), направляются во 2-ю систему оборотного водоснабжения.

3. Сточные воды, загрязненные сероводородами (сернисто-кислые, гр. 4), подвергаются очистке и включаются в оборотную систему барометрических конденсаторов (3-я система местного оборотного водоснабжения).

4. Сточные воды, загрязненные нефтепродуктами и механическими примесями (гр. 5), спускаются в промливневую канализацию. После их очистки и доочистки направляются в систему оборотного водоснабжения „условно чистыми“ водами (1-я система оборотного водоснабжения).

5. Сточные воды с высокой минерализацией и механическими примесями, сильно загрязненные значительно эмульсированной нефтью (гр. 6), спускаются в канализацию сырьевых парков и подготовки нефти.

6. Сточные воды с содержанием сернистых шлоков и отработанной щелочи (гр. 7) направляются в отдельную канализацию для щелочных вод.

7. Сточные воды от сернокислотной обработки нефтепродуктов и других источников образования отработанных кислоты и ее утечек (гр. 8) направляются в канализацию для кислых вод.

Таблица 217

Примерные количества сточных вод от отдельных технологических установок на нефтеперерабатывающих заводах на 1 т перерабатываемого на них сырья, м³/час

Наименование установок	Отработанные воды оборотных систем водоснабжения						Сточные воды зачистки промывш. каналов	Сточные воды элювации	Сточные воды сернисто-щелочные	Сточные воды кислые	Сточные воды фенольные
	1-я система (загрязненные тяжелыми нефтепродуктами)	2-я система (загрязненные легкими нефтепродуктами)	3-я система (загрязненные промывными и сероводородами)	3-я система (загрязненные промывными и сероводородами)		водопроводом)					
	2	3	4	5	6	7	8	9			
1. Электрообессоливающая установка (ЭЛОУ)	—	0,15—0,18	—	—	0,3—0,4	Незначительное количество в смеси с другими стоками	—	—	—	—	—
2. Атмосферно-вакуумная рубчатка (АВР)	13—18	0,2—0,25	3—4	0,13—0,18	—	0,06—0,08	—	—	—	—	—
3. Комбинированная установка ЭЛОУ+АВР	4—5	1—1,5	1,8—2,3	0,13—0,18	1,2—1,5	0,015—0,022	—	—	—	—	—
4. Комбинированная установка ЭЛОУ+АТ+каталитический крекинг	15—17	4,3—5,2	—	0,23—0,29	0,13—0,18	0,10—0,12	—	—	—	—	—
5. Каталитический крекинг	12—16	5—8	—	0,3—0,7	—	0,013—0,016	—	—	—	—	—
6. Термический крекинг	18—26	0,6—0,8	—	0,2—0,3	—	0,14—0,17	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7. Серокислотная очистка ароматики	13-15 15-17	30-35 3-5	—	0,2-1,0	—	—	0,3-1,0	—
8. Каталитический риформинг	8-10	0,8-1,0	—	0,7-2,0	—	0,3-0,5	0,3-1,0	—
9. Гидроочистка дизельного топлива	12-15 11-13	1-2,0 0,9-2,0	—	0,15-0,2 0,8-2,0	—	0,1-0,15 0,4-0,5	—	—
10. Контактное коксование	—	6,4	—	—	—	—	0,9-1,1	—
11. Гидроочистка бензинов	—	500-600	—	—	—	0,2-0,3	—	—
12. Сероочистка сухих газов	160-180 4-5	—	—	30-35 0,1-0,15	—	—	—	—
13. Газоразделительная установка	6-12 30-35	30-40	—	0,2-0,3 0,15-0,6	—	0,25-0,30	—	—
14. Окисление мягких парафинов	30-35	80-90	—	0,4-0,6 0,1-0,2	—	—	—	—
15. Вакуумная перегонка масел	2,5-3,5 50-60	4-6	—	0,5-0,7	—	—	0,1-0,15	—
16. Деасфальтизация гудрона	7-8 2-3	—	—	—	—	—	—	—
17. Селективная очистка парафина	1-2	2-3	—	1,0-1,5	—	—	—	—
18. Депарафинизация масел	5-8	1,5-3,0	—	0,8-2	—	3,5-4,5	—	—
19. Контактная очистка масел	20-25	—	—	0,7-1	—	—	—	—
20. Обезмасливание газа								
21. Перколяционная очистка парафина								
22. Производство битума								
23. Производство присадок к маслам (ЦИАТИМ-339)								
24. Производство консистентных смазок								
25. Регенерация глины								

26. Депарафинизация дистиллятного сырья	5-6	30-35	—	0,5-0,8	—	—	—	—
27. Производство синтетических жирных кислот	7-8	70-80	—	1,5-2,0	—	—	—	—
28. Алкилирование изобутана олефинами	—	180-200	—	0,5-1	—	—	0,2-0,3	—
29. Производство изопропила-бензола	80-85	50-55	—	1,5-2,5	—	3,5-4,5	—	—
30. Экстрактивно-азеотропная перегонка	—	75-85	—	0,5-0,8	—	—	—	—
31. Дегидрирование бутана	8-10	30-35	—	0,6-1,0	—	—	—	—
32. Полимеризационная установка	—	20-30	—	0,6-1,0	—	—	0,1-0,2 0,2-0,3	—
33. Производство сульфонола	—	160-200	—	8-10	—	—	—	—
34. Производство синтетических жирных спиртов из мягких парафинов	6-10	240-260	—	2-3	—	—	—	—
35. Сернокислотная очистка твердых парафинов	0,6-1,0	—	—	—	—	—	0,5-1,0	—
36. Сернокислотная очистка мягких парафинов	0,6-1,0	—	—	—	—	—	0,5-1,0	—
37. Производство серной кислоты	—	—	—	—	—	—	0,3-0,4	—
38. Установка пиролиза этана	—	30-40	—	50-60	—	—	—	—
39. Установка пиролиза пропана	—	30-40	—	0,6-1,0	—	—	—	—
40. Ректификация спирта	—	60-70	—	3,6-4,5	—	—	—	—
41. Синтез этилового спирта гидратацией	—	160-180	—	0,3-0,4	—	—	—	—

ГЛАВА X

СИСТЕМА СБОРА И ОТВОДА СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

§ 42. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СИСТЕМА СБОРА И ОТВОДА СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

В основу проекта организации сбора и отвода сточных вод нефтеперерабатывающего завода должны быть положены следующие принципиальные установки, принятые в „Основных положениях и исходных данных для проектирования водоснабжения и канализации нефтеперерабатывающих заводов“, утвержденных МНП СССР 11/XII-1956 г.:

а) сточные воды, выпускаемые из заводских установок, должны быть в максимально возможном количестве использованы в системах оборотного водоснабжения. Этим путем значительно сокращается выпуск нефтезаводских сточных вод в водоемы общественного пользования. В свою очередь это уменьшает загрязнение водоемов продуктами, оказывающими вредное влияние на технические и санитарные качества природных вод и на рыбное хозяйство;

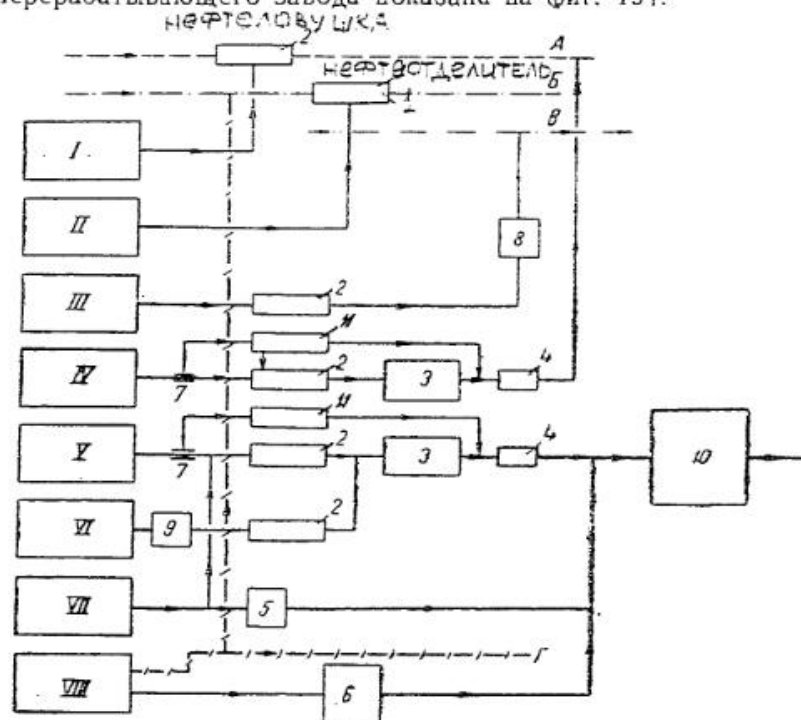
б) для каждой категории сточных вод должны обеспечиваться способ очистки и состав очистных сооружений, соответствующие характеру и степени их загрязнения. Этим достигается сокращение общего объема заводских очистных установок и постоянство режима их работы. При раздельной очистке сточных вод снижается не только стоимость сооружений, но и повышается их эффективность;

в) раздельным сбором и отводом должна быть исключена возможность взаимного влияния сточных вод, примеси которых могут дать продукты реакции, вредно влияющие на качество сточных вод, на их способность подвергаться очистке и на сохранность канализационных устройств;

г) в максимальной степени должно быть обеспечено извлечение и использование ценных продуктов, а также снижение безвозвратных потерь нефти, что достигается рациональным

подбором состава сооружений по улавливанию нефтепродуктов и по регенерации химических реагентов.

Принципиальная схема сбора и отвода сточных вод нефтеперерабатывающего завода показана на фиг. 194.



Фиг. 194

Принципиальная схема сбора и отвода сточных вод нефтеперерабатывающего завода

I—условно чистые сточные воды I категории; II—условно чистые сточные воды II категории; III—сточные воды барометрических конденсаторов вакуумных установок и АТ; IV—сточные воды от промывки технологических площадок, товарных и промежуточных парков и пр.; V—сточные воды от установок для подготовки нефти и сырьевых парков; VI—сернисто-щелочные сточные воды; VII—кислые сточные воды; VIII—сточные воды катализаторных фабрик и цехов по переработке парафинов и газов; А—первая система оборотного водоснабжения; Б—вторая система оборотного водоснабжения; В—третья система оборотного водоснабжения; Г—четвертая система оборотного водоснабжения; Д—нефтеотделитель; 2—нефтеловушка; 3—пруд дополнительного отстаивания; 4—фильтр для доочистки; 5—нейтрализатор; 6—спецочистка; 7—ливнеброс; 8—установка для отдувки сероводорода; 9—регенератор щелочи; 10—буферный пруд; 11—аварийный амбар для дождевых стоков.

1. Условно чистые сточные воды 1-ой категории от установок по переработке нефти и тяжелых нефтепродуктов, после очистки в нефтеотделителе I с расчетным временем отстаивания 30 мин., полностью направляются для повторного использования в заводских производственных процессах и сброс их в водоемы исключается.

Эти воды образуют 1-ую систему оборотного водоснабжения завода.

2. Условно-чистые сточные воды 2-й категории от установок по переработке легких дистиллятов и газов после очистки в нефтеловителе 2 с временем отстаивания 20 мин. также полностью направляются для повторного использования и сброс их в водоем исключается.

Эти воды образуют 2-ю систему оборотного водоснабжения завода.

3. Воды конденсаторов смешения атмосферных установок и барометрических конденсаторов, вакуумных установок, характеризующиеся присутствием значительного количества нефти и сероводорода (при переработке сернистых нефтей), после очистки в нефтеловушках 2 и на установках 8 по отдувке H_2S направляются для повторного их использования. Они образуют 3-ю оборотную систему водоснабжения, обслуживающую только барометрические конденсаторы АВТ. Сброс этих вод в водоем исключается.

4. Сточные воды от промывки технологической аппаратуры производственных площадок, лотков, из товарных и промежуточных парков, отдельных технологических аппаратов и насосных станций, от дренажа аппаратов и проч., а также сток дождевых вод с площадок технологических установок и резервуарных парков (кроме сырьевых), загрязненных смывами нефтепродуктами и минеральной взвесью, должны быть отведены по отдельной промышленно-ливневой канализации.

По промышленно-ливневой канализации сточные воды направляются на очистные сооружения 2 для извлечения нефти и далее в пруды дополнительного отстоя 3 (с продолжительностью отстаивания 6 час.) и на доочистку на песчаных фильтрах 4. Очищенная вода может быть направлена для повторного использования в 1-й системе оборотного водоснабжения завода для условно чистых вод.

Дождевые сточные воды в период выпадения атмосферных осадков подлежат отводу через водосливную камеру 7, установленную перед очистными сооружениями, по ливнеспуску в сборную емкость 11, которая может использоваться также для приема нефтепродуктов при авариях.

В сборной емкости 11 происходит отстаивание нефтепродуктов, которые перекачиваются в нефтеловушку 2 промышленно-ливневой канализации, а отстоявшаяся вода — на доочистку на песчаных фильтрах 4 той же системы канализации.

В промышленно-ливневую канализацию нефтезавода подключаются также сточные воды от охлаждения подшипников и сальников насосов и загрязненные нефтепродуктами воды от отдельных установок.

Выпуск очищенных сточных вод из системы промышленно-ливневой канализации завода в общественные водоемы исключается.

В период выпадения атмосферных осадков на очистные сооружения промышленно-ливневой канализации поступает удвоенное количество сточных вод сухого периода времени.

5. Отдельная канализационная сеть предусматривается для сточных вод от установок для подготовки нефти (электрообессоливающие и термообессоливающие установки), от сырьевых парков и дегидраторов атмосферных установок. Степень и характер загрязнения этих сточных вод и высокая минерализация вызывает необходимость их сброса в водоем или в пруды испарения. В этих условиях смешение сточных вод от установок для подготовки нефти и сырьевых парков с другими сточными водами в общезаводской канализации становится нецелесообразным.

Канализация сточных вод от сырьевых парков и от подготовки нефти должна принимать также воды, сливаемые из илонакопителей и небольшое количество дождевых вод, выпадающих в пределах обвалованных площадок сырьевых парков и на площадках установок ЭЛОУ.

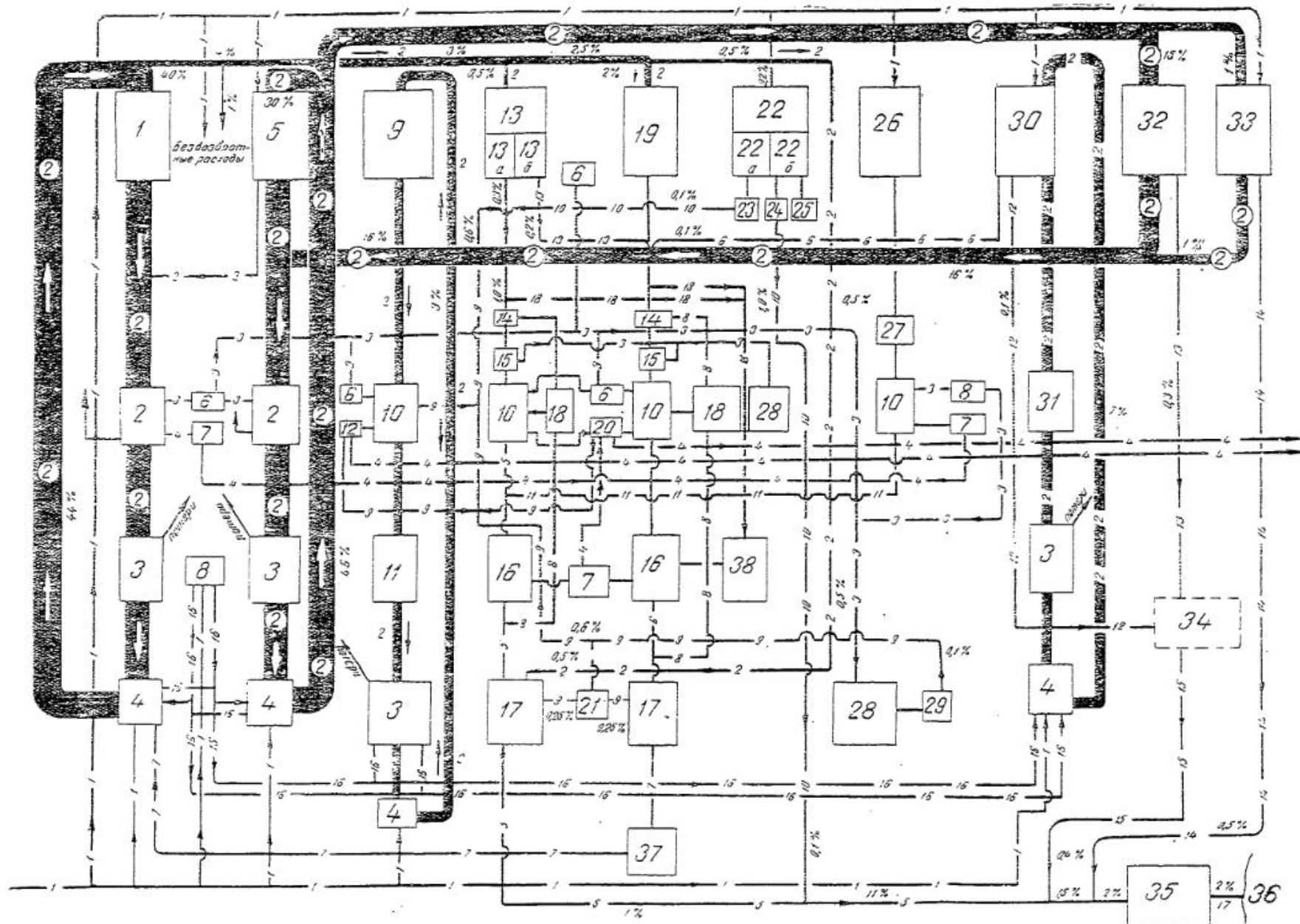
Перед сбросом этих сточных вод после их очистки в водоем или по другому направлению, они должны подвергаться усреднению и доочистке в буферных прудах с временем пребывания в них не менее двух суток.

6. Сернисто-щелочные сточные воды, характеризующиеся присутствием значительного количества отработанных свободных натровых щелочей, свободного сероводорода, сульфидов (Na_2S) и бисульфидов ($NaHS$), меркаптанов (RHS) и нефтепродуктов, требуют организации самостоятельной канализации. Отрицательные последствия объединения сернисто-щелочных с другими сточными водами нефтеперерабатывающих заводов изложены в § 40.

В системе канализации для отвода сернисто-щелочных сточных вод должны быть предусмотрены регулирующие емкости 9 для равномерной подачи в сеть щелочных растворов и нефтеловушка для извлечения нефтепродуктов. После указанной предварительной очистки эти сточные воды направляются в канализационную систему от установок по подготовке нефти для совместной доочистки в прудах дополнительного отстоя, песчаных фильтрах и буферных прудах. Возможность использования сернисто-щелочных сточных вод в оборотных системах водоснабжения исключается.

7. Отдельная канализация должна предусматриваться для отвода кислых сточных вод, содержащих в значительном количестве серную кислоту и нефтепродукты. Кислые сточные воды должны отводиться до пункта 5 их нейтрализации в керамических трубах с применением кислотоупорных стыков и кислотоупорной изоляции всех устройств на сети.

Эти сточные воды, в зависимости от количества и концентрации серной кислоты, могут быть направлены в канализацию ще-



Фиг. 195

Примерная схема канализации нефтеперерабатывающего завода, с показанием оборотных систем водоснабжения

1 — установки, перерабатывающие нефть и тяжелые нефтепродукты (1-я система оборотного водоснабжения); 2 — нефтеотделители; 3 — охладители; 4 — сбор и перекачка охлажденной воды; 5 — установки, перерабатывающие газы и легкие нефтепродукты (2-я система оборотного водоснабжения); 6 — сбор и откачка нефти; 7 — сбор и откачка нефтепродуктов; 8 — установка для стабилизации и хлорирования воды; 9 — барометрический конденсатор; 10 — установка по отдувке сероводорода; 11 — установка по отдувке сероводорода; 12 — сбор и заделка нефтепродуктов; 13 — установка по подготовке нефти к переработке; 14 — установка по подготовке нефти к переработке; 15 — установка по подготовке нефти к переработке; 16 — установка по подготовке нефти к переработке; 17 — установка по подготовке нефти к переработке; 18 — установка по подготовке нефти к переработке; 19 — установка по подготовке нефти к переработке; 20 — установка по подготовке нефти к переработке; 21 — установка по подготовке нефти к переработке; 22 — установка по подготовке нефти к переработке; 23 — установка по подготовке нефти к переработке; 24 — установка по подготовке нефти к переработке; 25 — установка по подготовке нефти к переработке; 26 — установка по подготовке нефти к переработке; 27 — установка по подготовке нефти к переработке; 28 — установка по подготовке нефти к переработке; 29 — установка по подготовке нефти к переработке; 30 — установка по подготовке нефти к переработке; 31 — установка по подготовке нефти к переработке; 32 — установка по подготовке нефти к переработке; 33 — установка по подготовке нефти к переработке; 34 — установка по подготовке нефти к переработке; 35 — установка по подготовке нефти к переработке; 36 — установка по подготовке нефти к переработке; 37 — установка по подготовке нефти к переработке; 38 — установка по подготовке нефти к переработке.

лочных сточных вод от цехов по подготовке нефти с присоединением в точке доочистных установок этой системы для совместной очистки и доочистки, или подвергнуты специальной обработке в кислотоупорных нефтеловушках и нейтрализаторах.

Кислые сточные воды от установок производства серной кислоты, свободные от загрязнения нефтепродуктами, подлежат нейтрализации на местных установках с последующим отводом в буферный пруд. Допустимо также использование нейтрализующей способности воды, скопляющейся в буферном пруде, и самого водоема.

8. Условно чистые воды от цехов по химической переработке парафинов направляются для повторного использования в тех же цехах и образуют 4-ю систему оборотного водоснабжения или включаются в 1-ю систему оборотного водоснабжения завода.

Условно чистые воды от цехов по химической переработке газа и от катализаторных фабрик направляются во 2-ю систему оборотного водоснабжения или образуют местный (цеховой) блок оборотного водоснабжения.

9. Сточные воды, содержащие фенолы и крезолы, должны находиться под особым контролем ввиду высокой токсичности этих продуктов и вредного влияния их на органолептические свойства воды водоемов общественного пользования.¹

Фенольные воды должны собираться отдельно от других сточных вод нефтеперерабатывающих заводов и подвергаться централизованному или рассредоточенному обезвреживанию на местных установках. После обезвреживания, которое сводится к регенерации фенола и к доочистке биологическим методом или другими приемами, освобожденные от фенола сточные воды могут быть направлены на повторное использование в местную систему оборотного водоснабжения завода или спущены в водоем вместе с хозяйственно-бытовыми сточными водами населенного места, если это окажется допустимым по нормам ГСИ (0,001 мг/л воды водоема).

10. Небольшими местными обособленными канализационными сетями оборудуются установки для этилирования бензина.

11. Загрязненные сточные воды от установок по химической переработке парафинов и по химической переработке газа требуют устройства на заводе обособленной канализационной системы, имеющей назначение отводить их на специальные очистные сооружения. Условно чистые воды этих установок включаются в общую систему оборотного водоснабжения завода или в местную оборотную систему.

¹ Системы 9—13 на фиг. 194 не показаны, как отдельные местные устройства, которые могут быть не связаны с комплексом производственных канализационных сооружений.

12. Сточные воды от атмосферных осадков (от дождей и снеготаяния) отводятся различными каналами:

а) выпадающие на замкнутые территории сырьевых резервуарных парков и на площадки установок по подготовке нефти отводятся соответствующей производственной канализационной сетью;

б) выпадающие на обвалованные площадки промежуточных и товарных резервуарных парков, на площадки технологических установок и др. отводятся промышленно-ливневой канализацией;

в) выпадающие на остальной территории завода, не загрязненной нефтепродуктами, отводятся специальной системой водостоков (дождевая канализация). Эти сточные воды с санитарной и производственной точек зрения должны быть отнесены к условно чистым, что позволяет осуществлять их выпуск непосредственно в водоем. В зависимости от местной обстановки может возникнуть необходимость устройства перед водоемом буферного пруда для дождевых вод.

13. Спуск хозяйственно-фекальных сточных вод в канализационные системы, обслуживающие производственные нужды завода, должен быть исключен.

Наличие органических примесей в хозяйственно-фекальных сточных водах оказывает вредное влияние на процесс нефтеулавливания, способствует эмульсированию ловушечных нефтепродуктов и снижает их производственную ценность.

§ 43. ПРИМЕРНАЯ СХЕМА КАНАЛИЗАЦИИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

На фиг. 195 показана примерная схема канализации нефтеперерабатывающего завода, включающая оборотные системы заводского водоснабжения.

По схеме предусматриваются 4 системы оборотного водоснабжения с использованием заводских сточных вод.

1-я система оборотного водоснабжения, использующая условно чистые воды 1-й категории (см. § 40 и табл. 216). Исползованные сточные воды из установок, перерабатывающих нефть и тяжелые нефтепродукты, направляются в нефтеотделитель с 30 минутным отстоем; после охлаждения на вентиляционной градирне они направляются насосной установкой в систему оборотного водоснабжения. Сточные воды 1-й категории составляют примерно 32% от общего количества воды, участвующего в технологических процессах. К этим водам после их очистки и охлаждения добавляются очищенные сточные воды промышленно-ливневой канализации (промысловые воды, товарных парков и проч.), чистые сточные воды от парафинового производства и добавочная вода из водопровода. Эта добавка может увеличить количество воды, участвующей в 1-й системе оборотного водоснабжения, до 44%.

2-я система оборотного водоснабжения завода использует условно чистые воды 2-й категории из установок перерабатывающих газы и легкие дистилляты в количестве порядка 30% от общего расхода воды. К ним добавляется до 16% условно чистых вод 2-й категории от цеха синтетического спирта и условно чистые воды катализаторной фабрики. После очистки в нефтеотделителе с 20 минутным отстоем и охлаждения в вентиляторных градирнях, сточная вода поступает в систему 2-го оборотного водоснабжения.

Сточные воды от барометрических конденсаторов смешения вакуумных установок (в количестве до 3%) после очистки в нефтеловушках с 2-часовым отстоем, отдувки сероводорода и охлаждения поступают в сборную емкость 3-й системы оборотного водоснабжения.

Сточные воды от химической переработки парафина в количестве до 7% после специальной очистки и охлаждения поступают в приемную емкость 4-й системы оборотного водоснабжения завода.

Для отвода сточных вод нефтеперерабатывающих заводов, требующих глубокой очистки от нефтепродуктов, предусматриваются устройства двух основных систем канализации.

1-я система канализации (промышленно-ливневая канализация) назначается для приема и отвода:

а) промывочных вод от технологических аппаратов, лотков, манифольдов, полов, промежуточных и товарных резервуаров;
б) сточных вод конденсаторов смешения и скрубберов отдельных установок (кроме вод барометрических конденсаторов АВТ);

в) сточных вод конденсаторов смешения битумных установок.

К той же 1-й системе канализации присоединяются стоки атмосферных осадков, выпадающих на поверхность технологических площадок и обвалованные территории промежуточных и товарных парков.

По промышленно-ливневой канализации сточные воды направляются в узел очистных сооружений (§ 44).

По промышленно-ливневой канализации отводится 2—2,5% (от общего количества) производственной воды от технологических установок 19, к которым добавляется 0,3% аналогичных по качеству сточных вод от утечки сальников и подшипников насосов 13-б и от установок 30 по переработке парафина. Эти стоки проходят решетку и песколовки. Далее после глубокой очистки в нефтеловушках 10, прудах дополнительного отстоя 16 и на фильтрах 17 эти сточные воды направляются в сборный резервуар и в приемный резервуар насосной 1-й системы оборотного водоснабжения завода.

2-я система канализации состоит из 4-х отдельных сетей и 4-х отдельных узлов очистных сооружений, объединяемых общим

отводом в буферный пруд и выпуском в водоем или в пруды испарения:

1. Сеть для сбора и отвода сточных вод от установок подготовки нефти и от сырьевых парков 13-а, конденсатор смешения битумных установок, установок сернокислотной обработки нефтепродуктов 22-а и от сборника отстоявшейся воды 29 илонзкопителя 28. Всего по сети отводится до 1% производственной воды на узел их очистки. Он состоит из решетки и песколовки 15, нефтеловушки 10, пруда 16 и песчаных фильтров 17.

В ту же канализационную систему отводятся дождевые сточные воды из обвалованных территорий сырьевых парков.

После очистки сточные воды направляются в буферные пруды 35 и на сброс.

2. Сеть для сбора и отвода сточных вод, содержащих сернистые щелоки. Устройство отдельной сети определяется свойствами сернистых щелоков, указанных в § 40. Сернисто-щелочные сточные воды отводятся через регулируемую емкость 27 в нефтеловушку 10 и затем в пруд дополнительного отстоя 16 первой сети 2-й системы канализации завода (сеть сточных вод от подготовки нефти и сырьевых парков). Общее количество сернисто-щелочных вод при залповом выпуске не превышает 0,1%, и при регулировании стока—0,015% от общего количества производственной воды завода.

3. Сеть для сброса и отвода сточных вод, содержащих кислоты (H_2SO_4). Общее количество сточных вод ориентировочно определяется в 0,2% от общего объема производственной воды. Из них 0,1% от установок по сернокислотной обработке нефтепродуктов 22-а направляется в первую сеть 2-й системы канализации для совместной очистки со сточными водами этой системы и выпуска в буферный пруд 35. В зависимости от местных условий эти сточные воды могут подвергаться предварительной нейтрализации.

Сточные воды от установок по производству серной кислоты 22-б в количестве 0,1% от общего производственного расхода, после местной нейтрализации 24 направляются в буферный пруд 35.

4. Сеть для сбора и отвода сточных вод от установок химической переработки парафина 30 и газа 32 (загрязненных специальными продуктами) в количестве соответственно 0,2 и 0,3% от общего производственного расхода вод направляемых на особые очистные сооружения 34 и, после очистки,— в буферный пруд 35. Загрязненные сточные воды от катализаторных фабрик в количестве 0,5% после местной очистки направляются непосредственно в буферный пруд 35.

Отдельному сбору и обезвреживанию подлежат фенольные сточные воды и воды, содержащие ТЭС.

На нефтеперерабатывающем заводе указанного типа предусматривается устройство:

- 1) четырех канализационных сетей для сбора и отвода сточных вод в оборотные системы водоснабжения;
- 2) пяти канализационных сетей с отдельными блоками очистки и обезвреживания сточных вод.

Кроме того, на территории нефтеперерабатывающего завода должны быть предусмотрены устройства для отвода атмосферных осадков, которые могут быть решены в виде лотков и открытых каналов или подземных водостоков.

Особая канализационная сеть должна быть предусмотрена для отвода хозяйственно-фекальных сточных вод от установок бытового обслуживания, административных зданий и рабочих поселков.

По принятой схеме:

а) в систему оборотного водоснабжения завода включаются 98% сточных вод, образующихся в процессах переработки нефти;

б) отводятся, после соответствующей очистки, за пределы завода—2% от общего количества сточных вод. При этом не учитываются возможные сбросы сточных вод в аварийных случаях и при ремонтных работах. Для приема этих сточных вод должна предусматриваться отдельная аварийная емкость с учетом возможности сброса стоков при аварии в течении 3-х суток.

§ 44. ОБЩАЯ СХЕМА БЛОКА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

В блок канализационных очистных сооружений включаются:

- 1) очистные установки для сточных вод промышленно-ливневой канализации (1-я канализационная система);
- 2) очистные установки для производственных вод установок ЭЛОУ, ТОУ и сырьевых парков (первая сеть 2-ой канализационной системы);
- 3) очистные установки для сточных вод, содержащих сернистые щелоки (вторая сеть 2-ой канализационной системы);
- 4) очистные установки для сточных вод, содержащих кислоты (третья сеть 2-ой канализационной системы);
- 5) очистные установки для сточных вод от цехов по химической переработке парафинов и газов (четвертая сеть 2-ой канализационной системы).

Схематическая компоновка очистных сооружений указанных канализационных систем на заводской площадке показана на фиг. 196.

Представленная схема размещения очистных сооружений для сточных вод нефтеперерабатывающего завода является условной и не связанной с конкретной площадью, рельефом и другими условиями.

Первая группа комплекса очистных установок предназначена для обработки промышленно-ливневых сточных вод. Во время дождя и снеготаяния часть сточной воды сбрасывается через порог ливнепуска 1 и направляется в аварийный амбар 2. В тот же аварийный амбар по промышленно-ливневой канализации направляются нефтепродукты при крупных аварийных сбросах и утечках из труб и резервуаров.

Другая часть сточной воды в период дождей в количестве, равном удвоенному расходу сточных вод в сухую погоду, направляется через решетку 3 и песколовку 4 в нефтеловушку с 2-часовым временем отстоя 5.

Для получения требуемой степени очистки сточные воды промышленно-ливневой канализации направляются на доочистку на кварцевые песчаные фильтры 7.

Для обеспечения нормальной длительности межпромывочного периода и других условий эксплуатации, содержание нефтепродуктов в поступающей на фильтры сточной жидкости должно быть в пределах 200 мг/л.

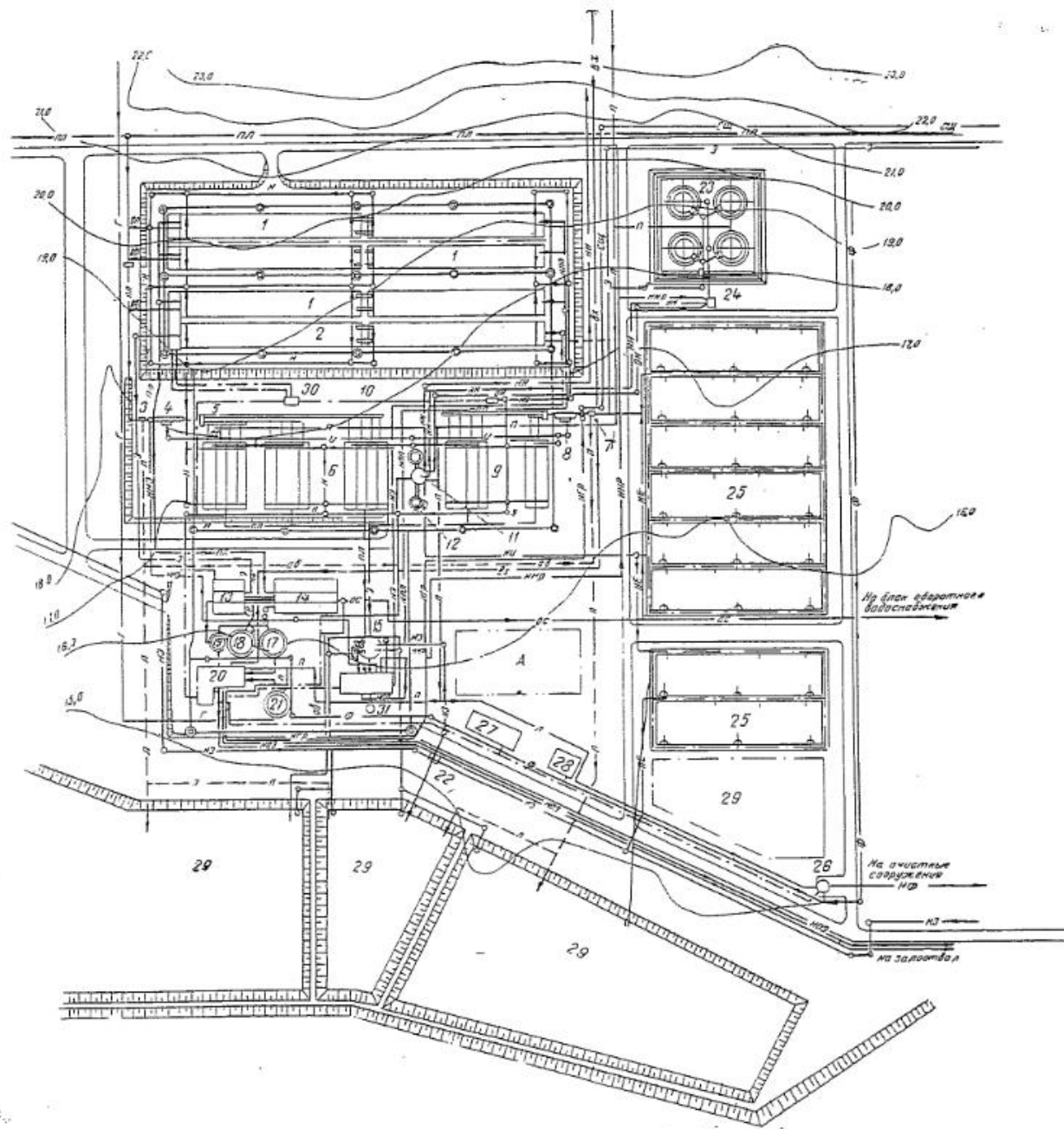
В целях защиты песчаных фильтров от поступления сточной жидкости с повышенным содержанием нефтепродуктов в результате аварий или по другим эксплуатационным причинам, промышленно-ливневая сточная вода направляется до фильтров в пруд дополнительного отстоя и усреднения 6 со временем пребывания—6 часов.

Очищенная сточная вода собирается в сборный резервуар 8 и из него направляется в 1-ю систему оборотного водоснабжения завода.

Объем аварийного амбара исчисляется по общему объему дождевых вод, поступающих с технологических площадок и резервуарных парков за время выпадения осадков, определяемому специальным расчетом (см. § 63), но не меньше половины объема наибольшего из заводских резервуаров. Образующаяся на поверхности аварийного амбара нефтяная пленка, через плавающий прием направляется обратно в промышленно-ливневую канализацию в точку перед нефтеловушкой. Вода из аварийного амбара по окончании дождя спускается в пруд дополнительного отстоя в количестве, не превышающем объема сточных вод в период сухой погоды, не допуская временной нагрузки фильтров более чем двойным объемом сточных вод.

Нефтепродукты, извлекаемые из нефтеловушки, направляются в резервуары 9 их сбора и разделки, расположенные на площадке. Нефтепродукты, извлекаемые из пруда дополнительного отстоя, направляются в сборную емкость и из нее откачиваются в емкость для сбора нефтепродуктов из нефтеловушек 19.

Из разделочных резервуаров нефтепродукты направляются в сырьевые резервуары или на установку 24 для деэмульсации.



Условные обозначения

1	П.П.	15	О.С.
2	Н.П.В.	17	П.
3	П.	18	В.П.
4	Н.П.	19	Л.
5	С.Ш.	20	Н.З.
6	Н.	21	Н.Н.З.
7	Н.Н.	22	О.В.
8	О.Н.	23	О.С.
9	Н.Н.Р.	24	П.В.
10	Н.	25	Н.О.З.
11	Н.Н.	26	О.
12	Г.	27	О.В.
13	П.Р.	28	О.
14	Г.Р.	29	О.П.
15	Н.Г.Р.	30	
		31	П.Е.

Фиг. 197

План расположения очистных сооружений канализационно-мусороперерабатывающего завода

1 — усреднитель-отстойник пром-линеального стока; 2 — усреднитель-отстойник сточных вод; 3 — усреднитель-отстойник сточных вод; 4 — усреднитель-отстойник сточных вод; 5 — усреднитель-отстойник сточных вод; 6 — усреднитель-отстойник сточных вод; 7 — усреднитель-отстойник сточных вод; 8 — усреднитель-отстойник сточных вод; 9 — усреднитель-отстойник сточных вод; 10 — усреднитель-отстойник сточных вод; 11 — усреднитель-отстойник сточных вод; 12 — усреднитель-отстойник сточных вод; 13 — усреднитель-отстойник сточных вод; 14 — усреднитель-отстойник сточных вод; 15 — усреднитель-отстойник сточных вод; 16 — усреднитель-отстойник сточных вод; 17 — усреднитель-отстойник сточных вод; 18 — усреднитель-отстойник сточных вод; 19 — усреднитель-отстойник сточных вод; 20 — усреднитель-отстойник сточных вод; 21 — усреднитель-отстойник сточных вод; 22 — усреднитель-отстойник сточных вод; 23 — усреднитель-отстойник сточных вод; 24 — усреднитель-отстойник сточных вод; 25 — усреднитель-отстойник сточных вод; 26 — усреднитель-отстойник сточных вод; 27 — усреднитель-отстойник сточных вод; 28 — усреднитель-отстойник сточных вод; 29 — усреднитель-отстойник сточных вод; 30 — усреднитель-отстойник сточных вод; 31 — усреднитель-отстойник сточных вод.

вуаров требует предварительного их отстаивания в местных нефтеловушках 20.

После очистки в нефтеловушке сточная вода подвергается дополнительному отстаиванию в прудах 21 и доочистке на песчаных кварцевых фильтрах 22.

Очищенная вода не поступает в систему оборотного водоснабжения завода, а отводится в буферный пруд 23. Из него она сбрасывается (в зависимости от местных условий) в водоем или в пруды испарения, или же закачивается в поглощающие скважины.

Нефтепродукты из центральной и из местной ловушки (при сырьевом резервуарном парке) направляются в резервуары их сбора и разделки 9. Отделившаяся чистая нефть откачивается в общезаводские сырьевые резервуары. Эмульсированная нефть и нефтепродукты направляются на установки по деэмульсации 24 и после их обработки — в общезаводские сырьевые резервуары.

Вода из аварийного амбара 16 через камеру 14 направляется в пруд предварительного отстоя 21, а всплывшая и собранная нефть отводится в нефтеловушку 19.

Осадки из песколовки 18, нефтеловушки 19 и местных нефтеловушек 20 направляются на общезаводские иловые площадки или в илонакопитель 11.

Промывочные воды от песчаных фильтров 22, содержащие отмытые нефтепродукты, откачиваются (вместе с промывочными водами фильтров) насосной станцией 12 в нефтеловушку 19.

Отстоявшаяся вода от установок по деэмульсации нефти направляется в канализационную сеть от ЭЛОУ.

Третья группа комплекса очистных установок нефтеперерабатывающих заводов предназначена для обработки сернисто-щелочных сточных вод. Отработанные щелочи, содержащие свободный и связанный сероводород (Na_2S , NaHS) и меркаптаны, периодически выпускаемые из аппаратов по зашелачиванию нефтепродуктов, направляются в регулируемую емкость 25. Из регулирующей емкости сточная вода выпускается в отводящую сеть струей постоянного расхода.

Отработанная щелочь из регулирующей емкости может быть направлена на установку по регенерации щелочи 26 по методу, предложенному УФНИИ (см. § 75). После однократной регенерации сточная вода направляется в специальную нефтеловушку 27 без скребковых механизмов с 2-часовым временем отстоя. После ловушки сточная вода идет в пруд 21 дополнительного отстоя второй группы комплекса очистных установок, где подвергается значительному разжижению, аэрации и частичной нейтрализации.

Высокая потребность в кислороде сульфатных щелоков, интенсивное его поглощение этими продуктами, а также высо-

кая щелочность могут потребовать (в зависимости от местных условий) предварительной нейтрализации сточной воды. Это может осуществляться на нейтрализационной установке 28 путем смешения со сточными водами, содержащими кислоты, или другими приемами. Из нейтрализационной установки сточная вода может быть направлена в нефтеловушку второй группы комплекса очистных сооружений.

Нейтрализация кислыми сточными водами должна сопровождаться отдувкой сероводорода, который при этом бурно выделяется. Сероводород должен быть направлен для регенерации на абсорбционную установку. Приемлем также вариант нейтрализации сернисто-щелочных и кислых сточных вод после их предварительной очистки в местных нефтеловушках. При этом варианте исключается опасность эмульсирования нефтепродуктов, выделяющейся при нейтрализации, элементарной серой.

Четвертая группа комплекса очистных установок нефтеперерабатывающего завода предназначена для обработки сточных вод, содержащих кислоты.

Кислые сточные воды от установки IVб по производству серной кислоты направляются на нейтрализационную установку 31. Эти сточные воды свободны от присутствия нефтяных продуктов и спуск их может быть осуществлен непосредственно в буферный пруд.

Кислые сточные воды от установок IVа для кислотной обработки нефтепродуктов поступают в регулируемую емкость 29, обеспечивающую равномерное их поступление в отводящую канализационную сеть. Из этой емкости кислая сточная вода направляется в канализационную сеть от установок ЭЛОУ и сырьевых парков с присоединением в точке до песколовки 16 для последующей совместной очистки, описанной ранее. Принятый способ очистки и обезвреживания кислой сточной воды предполагает обеспеченность ее нейтрализации значительным объемом щелочных сточных вод от ЭЛОУ и сырьевых парков.

Возможны также варианты:

а) выпуска сточной воды от кислотной обработки нефтепродуктов (после ее очистки в нефтеловушке 30) в буферный пруд 23 и нейтрализацию их за счет щелочности других производственных сточных вод завода, а также за счет щелочности воды водоема;

б) отвода кислой сточной воды на установку 28 для нейтрализации отработанной щелочью, нейтрализации с применением реагентов или другими методами.

Очистные сооружения для загрязненных сточных вод установок по переработке газов и парафинов, составляют пятую группу, на схеме не показан-

ную, так как способы их очистки и конструкция очистных устройств находятся еще в стадии изучения.

На фиг. 197 показан план расположения очистных сооружений нефтеперерабатывающего завода, работающего на сернистых нефтях, разработанный институтом „Гипроспецнефть“.

На принятой схеме предусматриваются блоки очистных сооружений для промышленно-ливневых сточных вод и от установок по подготовке нефти (стоки ЭЛОУ). Для сернисто-щелочных сточных вод, ввиду невыясненности приемов их очистки, резервируется площадка А. Спецочистка отдельных видов сточных вод предусматривается на внутривозводских площадках. В соответствии с рельефом местности, промышленно-ливневые сточные воды отводятся по двум системам канализационной сети:

- 1) с верхней зоны завода самотеком в нефтеловушки;
- 2) с нижней зоны в те же нефтеловушки, но путем их перекачки (насосная станция 16). Сточные воды от установок ЭЛОУ и сырьевых парков направляются самотеком в свои нефтеловушки.

Сточные воды, прошедшие нефтеловушки, перекачиваются насосной станцией 16 в пруды дополнительного отстоя (отстойники-усреднители), которые выделены отдельно для сточных вод от ЭЛОУ и для промышленно-ливневых. Далее сточные воды направляются самотеком на свои установки для доочистки (песчаные фильтры). Атмосферные сточные воды по ливне-спускам, а также аварийные сточные воды, направляются самотеком в аварийные емкости, откуда они откачиваются насосной станцией 16 в отстойники-усреднители.

Очищенные промышленно-ливневые сточные воды направляются в блоки оборотного водоснабжения, а очищенные сточные воды от установок ЭЛОУ на золоотвал ТЭЦа.

ГЛАВА XI

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И РАСЧЕТНЫЙ РАСХОД СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПРОМЫСЛОВ

§ 45. ТИПЫ И СОСТАВ СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЯНЫХ ПРОМЫСЛОВ

Подразделение сточных вод нефтяных промыслов по типам, физико-химическим и санитарно-техническим свойствам приведено в табл. 218.

Общая характеристика жестких и щелочных пластовых вод определяется:

1) первой соленостью S_1 , показывающей процентное содержание хлористых и сернокислых солей натрия и калия к общему содержанию солей в воде;

2) второй соленостью S_2 , показывающей относительное процентное содержание хлористых и сернокислых солей щелочно-земельных металлов;

3) первой щелочностью A , показывающей относительное содержание карбонатов и бикарбонатов щелочных металлов—натрия и калия;

4) второй щелочностью a , определяющей наличие двууглекислых солей щелочно-земельных металлов—кальция и магния, т. е. солей, обуславливающих временную жесткость.

Для жестких пластовых вод характерно отсутствие показателя A , содержание второй солености S_2 в пределах 2—34% и первой солености S_1 в пределах 60—95%.

Для щелочных пластовых вод характерно присутствие показателя первой щелочности A , в пределах 2—80%, отсутствие второй солености S_2 и содержание второй щелочности a в пределах до 40%.

Верхние пределы первой щелочности A характерны для вод с высокой минерализацией.

Закономерность изменения солевого состава и общей минерализации наблюдается как при изменении стратиграфической глубины залегания пластовых вод, так и по простираннию пласта. При этом в законтурной части пласта минерализация оказывается ниже, чем в зоне контура нефтеносности.

Качественная характеристика нефтепромысловых сточных вод

Тип	Происхождение	Качественная характеристика	Характер и степень загрязнения	Примечание
1	2	3	4	5
1. Пластовые жесткие (хлор-кальциемгние-вые)	Извлекаются из недр вместе с нефтью в процессе ее добычи. При закрытом способе эксплуатации промысла поступают в канализацию из сточных пунктов термизации.	Высокая общая минерализация. Высокое содержание натрия, кальция и магния. Низкая щелочность, обусловленная присутствием бикарбонатов кальция и магния, понижающаяся с повышением общей солености.	Содержание растворенных солей в водах: а) рассольного типа — 150 г/л; б) соленых — 6 — 150 г/л; в) солоноватых — 1—6 г/л.	Характеристика пластовых вод различных месторождений приведена в табл. 219.
2. Пластовые щелочные	То же	Средняя или низкая минерализация, отсутствие хлористых и сернокислых солей щелочных металлов. Наличие карбонатов и бикарбонатов щелочных металлов.	Содержание нефти — 1500—6000 мг/л, эмульсированной нефти до 20%. Содержание механических примесей 1000—7500 мг/л. В восточных нефтяных месторождениях содержание сероводорода — до 300—1200 мг/л. Соли нафтенных кислот и др., в зависимости от месторождения нефти, — от 0,05 до 0,40% (высший предел — для щелочных пластовых вод бакинских месторождений).	Сточные воды до спуска в промысловую канализацию подлежат предварительной очистке в местных нефтедобушках.

3. От резервуарных парков	Поступают в промысловую канализацию при очистке нефтяных резервуаров.	Высокая минерализация; солевой состав зависит от месторождения нефти, стратиграфической глубины залегания пласта и положения скважины по простиранию.	Содержание растворимых солей до 100 г/л и выше, содержание механических примесей — от 1500 до 9000 мг/л и выше. Содержание нефти — до 12000—30000 мг/л.	То же
4. Технические условно чистые	Поступают в канализационную сеть от охлаждений рубанок компрессоров и дизелей, от холодильников, теплообменников, установок по десульфации газа и др.	Характеристика сточных вод определяется качеством воды водоема, используемого для технического водоснабжения промысла.	Содержание эмульсированной нефти в зависимости от условий нефтедобычи и характера пластовых вод: для щелочных вод при компрессорном способе добычи — до 700—850 мг/л. Свободны от загрязнений или содержат незначительные количества случайных загрязнений нефтью и маслами.	После очистки в нефтеуловителях и охлаждении целесообразно использовать технические сточные воды в системе оборотного водоснабжения промысла.
5. Технические загрязненные.	Поступают в канализационную сеть от установок по термическому и электрическому обессоливанию нефти.	То же	Содержание растворенных солей до 100 г/л и выше. Содержание механических примесей 1000—3000 мг/л. Содержание нефти 5—10 г/л. Наличие нефтяной эмульсии.	До спуска в промысловую канализацию подлежат предварительной очистке в местных нефтеуловителях.

1	2	3	4	5
6. От промывки песчаных пробок эксплуатационных скважин.	Поступают в канализационную сеть при промывке песчаных пробок и при других ремонтных работах	То же	Содержание механических примесей 10—20 мг/л и выше на промывной воды. Содержание нефти в неопределенном количестве. Содержание механических примесей до 5000 мг/л. Содержание нефти в неопределенном количестве.	Целесообразна установка местных упроченных колодезов.
7. От скважин в бурении	Поступают в промывочную сеть канализационных скважин; б) при вскрытии нефтяных пластов и скважины в эксплуатации; в) при колонковом бурении и в устойчивых породах.	То же и качеством пластовой воды	Содержание механических примесей до 1500 мг/л. Содержание нефти 1000—1500 мг/л, эмульсированной, в среднем, 50 мг/л.	Глинистый раствор к спуску в канализационную сеть не допускается, но возможно его попадание в сеть при утечках, ремонтах и промывках скважин.
8. От промывки площадок технологических установок, обмывки оборудования, инструмента и пр.	—	То же по п. 4	Содержание механических примесей до 1500 мг/л. Содержание нефти 1000—1500 мг/л, эмульсированной, в среднем, 50 мг/л.	—
9. Дождевые воды	Поступают в канализационную сеть: а) при общесплавной системе—со всей территории промысла и частично с внепромыслового бассейна стока;	—	Содержание механических примесей в зависимости от мероприятий по борьбе с эрозией почвы и состояния благоустройства территории.	—
10. От подсобных предприятий и мест бытового обслуживания	б) при раздельной системе—с обвалованных участков резервуарных парков и с технологических площадок.	Сточные воды являются смесью вод из систем питьевого и производственного водоснабжения промысла, загрязненных бытовыми и производственными отбросами.	Содержание нефти в зависимости от благоустройства территории промысла, от наличия операционных площадок у скважин, соединений к канализационной сети.	Потери нефти существенно снижаются при устройстве бетонированных операционных площадок у скважин, соединений к канализационной сети.
11. Общий сток в канализационной сети у узлов нефтеудавливания	—	Солевой состав и качественная характеристика определяются соотношением количества пластовых и технологических сточных вод.	Производственные воды от силовых установок свободны от загрязнений и относятся к условно чистым. Производственные воды от механических предприятий, содержат 150—250 мг/л механических примесей и характеризуются БПК ₅ —50—90 мг/л. Хозяйственно-промышленные воды характеризуются БПК ₅ —300—400 мг/л и содержанием вредных веществ 400—500 мг/л. Содержание механических примесей в среднем 1500 мг/л. Содержание нефти 1000—2000 мг/л, в том числе эмульсированной 50—100 мг/л.	Включение в канализационную сеть возможно после предварительной очистки в септиках. Сточные воды сборных пунктов, резервуарных парков, обессоливающих установок подвешиваются предварительной очистке в местных нефтеловушках.

Характеристика пластовых вод различных нефтяных месторождений

Месторождение	Удельный вес при 20° С	Минерализа- ция, г/л	Характеристика воды по Пальмеру					Тип воды
			S ₁	S ₂	A	α		
1. Апшеронский полуостров: а) верхний отдел продуктив- ной толщи; б) нижний отдел продуктив- ной толщи.	1,05 — 1,14	70—180	76—95	2—24	—	0,2 — 3,0	Жесткая	
2. Остров Челекен.	1,007 — 1,044	10—60	48—92	—	2—52	0,3 — 6,0	Щелочная	
3. Небитдаг.	1,06 — 1,18	80—220	66—88	12—34	—	0,02—0,10	Жесткая	
4. Эмбиский район, Макат.	1,025 — 1,107	35—140	79—95	4—20	—	0,2 — 1,8	"	
5. Средняя Азия: а) Шорсу; б) Чимон.	1,058 — 1,166	80—206	88—93	7—12	—	0,02—3,0	"	
6. Урало-Поволжский район: а) Зольный овраг; б) Туймазы; в) Сызрань; г) Верхнечуловские городки.	1,031 — 1,107 1,004 — 1,007	45—140 7—10	82—88 61—62	10—16,8 32—34	—	0,01—2,0 4—5	"	
7. Дагестанский район: а) Махачкала; б) Избербань; в) Берикей.	1,165 — 1,189 1,082 — 1,189 1,046 — 1,159 1,018 — 1,200	205—230 110—230 62—200 25—240	66—85 74—90 70—74 82—97	15—33 10—26 25—29 2,8—17,7	—	0,01—0,10 0,01—0,10 0,04—0,30 0,02—1,20	"	
8. Грузинская ССР—Мирзаяны.	1,0027—1,0061	4—9	50—70	—	29—46	2—4	Щелочная	
9. Новогеоргиевский район.	1,0012—1,0120	2—18	74—91	—	7—24	0,8—2,0	"	
10. Кубано-Черноморский район.	1,007 — 1,051	11—70	86—94	0,4—9,0	—	0,8—8,0	Жесткая	
	1,0004—1,0040	0,7—6	40—85	—	10—40	5—38	Щелочная	
	1,0012—1,0040	2—6	13—74	—	24—86	1,3—5,0	"	
	1,0006—1,0140	1—22	26—92	—	55—80	0,7—6,0	"	

При длительной эксплуатации пласта обычно наблюдается некоторое повышение щелочности пластовой воды.

В бакинских месторождениях, как общее правило, при увеличении стратиграфической глубины залегания общая минерализация пластовых вод снижается. При этом верхние горизонты характеризуются преимущественно жесткими, а нижние — щелочными пластовыми водами.

В восточных месторождениях, в основном, наблюдается обратная закономерность — пластовые воды увеличивают свою минерализацию с увеличением глубины.

При смешении щелочных и жестких пластовых вод возникают процессы их взаимодействия, сопровождающиеся выпадением в осадок карбонатов кальция, изменением состава сточных вод в каналах канализационной системы промысла и образованием в них сцементированных отложений.

Наличие в пластовых водах некоторых нефтяных месторождений иода, бора, брома и других ценных солей сообщает сточным водам этих нефтепромыслов значение промышленного сырья.

Для иодной промышленности используются жесткие пластовые воды, содержащие иод в количестве 25—80 мг/л. Для получения брома пригодны жесткие пластовые воды с содержанием брома 250 мг/л и выше. Количество буры в щелочных сточных водах некоторых апшеронских месторождений достигает 1 г/л. Щелочные пластовые сточные воды определенных месторождений могут быть использованы, как промышленное сырье, для комплексного получения буры, иода, брома, соды и поваренной соли. При испарении этих вод могут быть получены рассолы, содержащие: NaCl—16—18%, Na₂CO₃—8—12%, Na₂B₄O₇—2—3,5%, J—0,05—0,07% [15].

Щелочные пластовые сточные воды после соответствующей очистки могут быть эффективно использованы для заводнения нефтяных пластов и поддержания или повышения в них пластового давления. Щелочные пластовые воды имеют высокую нефтевымывающую способность, обусловленную низкими показателями поверхностного натяжения на границе нефть—вода (3—8 дин/см).

Характеристика пластовых вод различных месторождений показана в табл. 219.

§ 46. КОЛИЧЕСТВО СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПРОМЫСЛА

Сточные воды нефтепромысла поступают в канализационную сеть в виде:

а) сосредоточенного расхода — от сборных пунктов, компрессорных и силовых станций, установок по обессоливанию и

деэмульсации нефти, десульфации газа, резервуарных парков, подсобных предприятий;

б) распределенного расхода—от бурящихся и эксплуатируемых скважин, при промывке песчаных пробок и их ремонте, при обмывке и промывке оборудования и инструмента, при обновлении воды в пожарных чанах и проч. Этот расход учитывается как удельный в л/сек на 1 га площади промысла с последующей проверкой пропускной способности мелких каналов на максимальный расход от отдельных операций (промывка песчаных пробок и др.).

Расчет сосредоточенных расходов по нефтепромыслу показан в табл. 220, а расчет распределенных (удельных) расходов в табл. 221.

В зависимости от условий спуска сточных вод в водоем и технико-экономических расчетов, иногда оказывается целесообразным и необходимым условно чистые сточные воды нефтепромысла направлять в системы оборотного водоснабжения.

В этом случае из промышленного водопровода добавляется в оборотные системы до 5% свежей воды, а в южных районах до 10%. Из этого количества 50% должно быть направлено на пополнение потерь, а остальные 50% на пополнение от спуска в канализационную сеть в порядке продувки систем оборотного водоснабжения.

При закрытом способе эксплуатации нефтепромысла пластовые воды поступают в канализационную сеть от сборных пунктов. Последние могут быть организованы:

1) с разделением продукции скважины на нефть, газ и воду на „нефтяных комбайнах“, расположенных вблизи ограниченной группы скважин (5—7 шт.). Пластовые воды поступают в канализационную сеть непосредственно от комбайнов, а нефть и газ по отдельным трубопроводам направляются в сборные пункты;

2) с откачкой всей продукции скважины по напорному трубопроводу (под давлением 5—6 ат в устье скважины) в районные сборные пункты, где происходит ее разделение на нефть, газ; воду и осадки в водо-газосепараторах.

Пластовые воды и механические примеси, скопляющиеся в нижней части сепаратора, спускаются в промышленную канализацию после их предварительного отстаивания в песколовках и нефтеловушках. Нефть, прошедшая газо- и водосепараторы, поступает в резервуары, расположенные на тех же сборных пунктах.

В случае отсутствия или недостатка количества воды в продукции скважины, поступающей в водосепаратор, в последний добавляется вода из водопровода.

Согласно фактическим данным подача воды из водопровода в водосепаратор составляет в пределах до 250—300 м³/сут.

Таблица 220

Расчетный сосредоточенный расход нефтепромысловых сточных вод

Наименование установки или цеха	Единица измерения	Расчетная норма	Коэффициент часовой неравномерности	Примечание
1	2	3	4	5
1. Компрессорные станции.				
2. Установка по сбору нефти и газа				
а) комбайн с отдельным отводом нефти, газа и пластовой воды;	м³/сут (на ус-тановку)	80—300	1,33	В отсутствие воды в продукции скважины добавляется в среднем 60 м³ воды из водопровода. Сточные воды загрязнены.
б) водо- и газосепараторы с по-дачей к ним нефти, газа и воды по общему трубопро-воду;	м³/сут (на ус-тановку)	300—5000	1,18	В отсутствие воды в продукции скважины добавляется в среднем 2,0 м³ воды из водопровода. Сточные воды загрязнены.
в) при подземных сборных ре-зервуарах рабочая вода для гидролизаторов.	м³/час	60	Расход не-продуци-руемый	Расход требуется для удаления отстоявшейся воды и осадков. Сточные воды загрязнены.
3. Установка по обессоливанию и деэмульсации нефти:				
а) термехимическим способом;	м³/т нефти	$\frac{1,75}{1,00}$	1	Числитель—норма расхода при применении погружных холодиль-ников; знаменатель—то же ороси-тельных холодильников: а) в том числе условно чистой сточной воды от холодиль-ников: $\frac{1,50}{0,75}$;
б) электрическим способом.		$\frac{1,40}{0,80}$	1	б) в том числе условно чистой воды от холодильников $\frac{1,13}{0,65}$.

1	2	3	4	5
4. Установки по десульфации газов:				Сточные воды условно чистые.
а) "сухим способом";	$\text{м}^3/10^3 \text{ м}^3 \text{ газа}$	400	1	При давлении газа 1 атм. При увеличении давления газа норма пропорционально увеличивается.
б) мыльяково-содовым способом;	"	210	1	
в) этаноламинным способом.	"	2500	1	При давлении газа p атм расчетный расход сточных вод определяется при погружных холодильниках по формуле
				$24 \left(\frac{40}{p} + \frac{66,8}{p} \right) \text{ м}^3/\text{сут}$
				на 100000 $\text{м}^3/\text{сут}$ газа.
5. Резервуарные парки (среднесуточный расход).	%	3—8	—	Ориентировочно от объема поступающей нефти.
То же (максимальный расход)	$\text{м}^3/\text{сек}$	—	—	По формуле
				$q = 0,71 \cdot n \cdot \omega \sqrt{2gH} \cdot \gamma_n$
				где n —число одновременно защищаемых резервуаров (при трехсуточном хранении $n=1$, при хранении более 3-х суток $n=2$);
				ω —площадь сечения спускового патрубка (0,0045—0,0075 м^2)
				H —высота резервуара (5,5—13,5 м);
				γ_n —удельный вес нефти.
6. Подсобные предприятия.				
7. Силовые установки.				

Таблица 221

Расчетный распределенный (удельный) расход нефтепромысловых сточных вод

Наименование установки, цеха или процесса	Единица измерения	Расчетная норма	Коэффициент часов неравномерности	Примечание
1. Бурящиеся скважины.	$\text{м}^3/\text{сут}$ на скважину	7—10	3	Спуск в канализацию отработанного глинистого раствора исключается. Сточные воды загрязнены.
2. Цементировка скважины.	$\text{м}^3/\text{час}$ на скважину	50—70	Продолжительность операции 1 час.	На промысле одновременно цементируются 1—2 скважины. Сточные воды загрязнены.
3. Промывка песчаных пробок.	См. расчет, приведенный ниже.			Одновременно промываются 1—4 скважины. Сточные воды загрязнены.
4. Промывка каналов, обмен воды в пожарных чанах, утечка из трубопроводов и проч.	%	5—10	2,5	От общего количества сточных вод промысла, включая сосредоточенный расход. Сточные воды загрязнены.
5. От рассредоточенных точек бытового обслуживания рабочих.	См. часть I "Водоснабжение"			

Расчет сточных вод при промывке песчаных пробок.

Скорость подъема частиц песка при размывании пробки

$$v_n = v_v - w, \text{ м/сек},$$

где v_v — скорость восходящего потока промывочной воды, м/сек; w — скорость, м/сек, свободного падения частиц вымываемого песка, определяемая в зависимости от крупности его частиц (см. ниже):

d	0,3	0,25	0,20	0,10	0,01 мм
w	3,12	2,53	1,95	0,65	0,007 см/сек.

Скорость восходящего потока промывной воды

$$v_v = \frac{q}{f} \cdot \text{м/сек},$$

где q —производительность промывного агрегата, $\text{м}^3/\text{сек}$. (Сталлинец 65, $q = 12,2 \text{ л/сек}$);

f —при прямой промывке—площадь кольцевого пространства между обсадной и промывочной трубой, м^2 . При обратной промывке—площадь промывочной трубы, м^2 .

Время промывки пробки

$$T = n \cdot t \text{ мин.}$$

Процесс промывки пробки состоит из n —операций; за одну операцию промывается пробка на глубину $h_0 = 13 \text{ м}$. При общей высоте песчаной пробки h число операций

$$n = h : h_0.$$

Время одной операции

$$t = \frac{H}{60 \cdot v_n} \text{ мин.},$$

где H —высота подъема песка, практически равная глубине скважины.

Количество сточных вод на промывку скважины

$$q_{\text{ст.в}} = q \cdot T \cdot 60 \text{ м}^3.$$

Для нефтепромыслов с пластовым расположением скважин средний удельный расход ориентировочно определяется в $0,12$ — $0,15 \text{ л/сек}$ на $га$; с редкой сеткой скважин в $0,05$ — $0,07 \text{ л/сек}$ на $га$.

ГЛАВА XII

СИСТЕМА СБОРА И ОТВОДА НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

§ 47. СИСТЕМЫ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

А. Особенности условий отвода сточных вод нефтяных промысловых площадей определяются:

1) обширностью территорий, подлежащих охвату системой канализации;

2) относительно редким расположением объектов промышленного хозяйства, подлежащих присоединению к канализационной сети, и низкой степенью организованности нефтепромысловой территории;

3) неравномерностью и спорадичностью поступления в канализационную сеть сточных вод от отдельных точек;

4) необходимостью отвода атмосферных осадков как с площади промысла, так и с примыкающей территории в границах линии водораздела;

5) различием физико-химических и санитарно-технических свойств сточных вод, подлежащих отводу по канализационной системе нефтепромысла.

Б. Отвод нефтепромысловых сточных вод может осуществляться по сети открытых каналов или по закрытым подземным трубопроводам.

Открытые наземные каналы в нефтепромысловых условиях имеют ряд существенных преимуществ:

а) система наземных каналов позволяет удобно организовать прием атмосферных сточных вод;

б) наземные каналы более удобны в эксплуатации в условиях периодического и залпового приема сточных вод от ряда объектов;

в) спуск в канализацию временных потоков сточных вод, например, от бурящихся скважин в предпусковой период легко осуществляется в открытые наземные каналы устройством временных земляных канавок.

Закрытые подземные трубопроводы целесообразно применять в тех случаях, когда:

а) рельеф местности вызывает необходимость прокладки канализационной сети с глубоким заложением;

б) часть производственных сточных вод нефтепромысла подлежит сбору и отводу по специальному назначению. Это имеет место, например, при повторном использовании в системе оборотного водоснабжения промысла, при отводе пластовых вод на очистные сооружения для последующей закачки в пласт, а также при их использовании в качестве сырья для получения иода, брома, бора и др.

В. Нефтепромысловая канализация может быть решена по общесплавной, раздельной или смешанной системе. Выбор систем определяется детальным анализом местных условий.

Общесплавная система канализации, предусматривающая отвод технических, пластовых и атмосферных сточных вод по единой сети, имеет ряд преимуществ:

а) трассы каналов, как правило, располагаются по тальвегам или по границе промысла, характеризующейся пониженными отметками. В этих условиях трассы дождевых водосточков обычно совпадают с трассами канализации для технических и пластовых вод;

б) объединение атмосферных и производственных сточных вод в одной канализационной системе приобретает явные экономические преимущества при плоском рельефе, требующем, во избежание заболачивания территории промысла, развитой сети дождевых каналов;

в) стоки атмосферных осадков загрязнены нефтью и в большинстве случаев требуют очистки в узлах нефтеуправливания перед выпуском в водоемы, аналогичную очистке производственных сточных вод промысла;

г) стоки атмосферных осадков, поступающие в каналы общесплавной системы, являются промывной водой, способствующей самоочищению каналов.

Раздельная система канализации, предусматривающая наличие двух или более отдельных сетей, имеет в определенных условиях свои преимущества:

а) возможны отдельные сбор и отвод пластовых вод на очистные сооружения с последующим использованием для закачки в пласт или использованием в качестве сырья для получения ряда промышленных продуктов и для других целей;

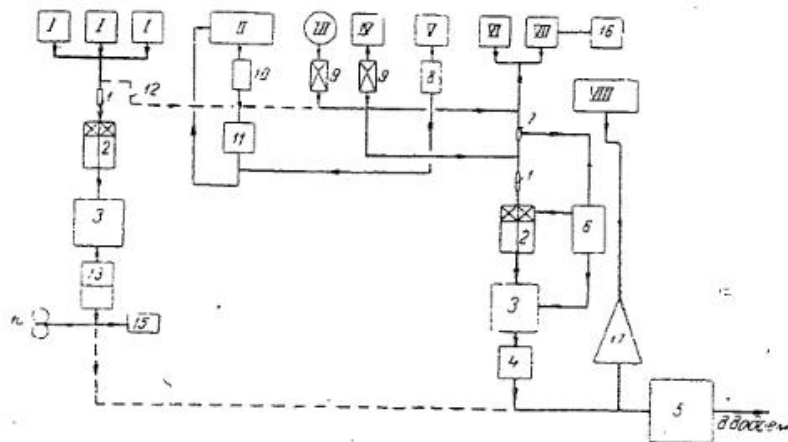
б) путем организации системы оборотного водоснабжения и закачки части сточных вод в пласт возможно резко снизить объем нефтепромысловых сточных вод, спускаемых в водоем.

в) сильно загрязненные сточные воды, содержащие эмульсированную нефть могут подвергаться очистке и доочистке на песчаных фильтрах, а сточные воды со слабым или случайным загрязнением нефтью могут быть подвергнуты более легкой очистке только в нефтеловушках;

г) раздельная система экономически целесообразна при крутом рельефе местности, позволяющем ограничиться дождевыми каналами небольшой протяженности.

Смешанная система канализации нефтепромысла характеризуется тем, что в зависимости от местных условий часть сточных вод транспортируется по общесплавным каналам, а часть по раздельной сети.

Принципиальная схема нефтепромысловой канализации смешанной системы показана на фиг. 198. Схема предусматривает несколько канализационных сетей:



Фиг. 198

Принципиальная схема нефтепромысловой канализации смешанной системы

I—сборные пункты; II—компрессорные и силовые станции; III—резервуарные парки; IV—установки обессоливания; V—установки по десульфации газа; VI—скважины в эксплуатации; VII—скважины в бурении; VIII—атмосферные сточные воды; 1—решетка и песколовка; 2—нефтеловушка; 3—пруд-отстойник; 4—фильтры для доочистки сточных вод; 5—буферный пруд; 6—аварийная емкость; 7—камера ливнеприемки; 8—установка для очистки сточных вод после десульфации газов; 9—местная нефтеловушка; 10—нефтеотделитель; 11—градирия; 12—отводной канал в проливную канализацию; 13—водоочистные сооружения; 14—установка для закачки воды в пласт; 15—установка для извлечения химических продуктов; 16—амбар для глинистого раствора; 17—регулирующая емкость для дождевых вод.

а) сеть для отвода пластовых вод от нефтесборных пунктов. Сточные воды после очистки в песколовках 1 и нефтеловушках 2 направляются в емкости или пруды для дополнительного отстоя (накопительные емкости) 3, а затем на водоочистные сооружения (ответвители, фильтры и др.) 13. Здесь они доводятся до стандарта, установленного для вод, закачиваемых в пласт 14, или для использования в целях извлечения ценных продуктов: иода, брома, буры, соды и пр. 15. Остальная часть пластовых вод отводится после очистки в буферный пруд 5.

В зависимости от условий места и качества пластовых вод, сточные воды от нефтесборных пунктов могут спускаться в общую промливневую канализацию по каналу 12;

б) сеть для приема и сбора сточных вод от компрессорных станций силовых установок, от водоподготовки, ТЭЦ и др. условно чистых вод. Эти сточные воды включаются в систему оборотного водоснабжения промысла или группы промыслов.

В системе оборотного водоснабжения предусматриваются нефтеотделители 10 с временем отстоя 20 мин. и установки для охлаждения воды 11 (вентиляторные градирни или др.).

В ту же сеть после соответствующей очистки (отстаивание или др.) включаются сточные воды от установки V по десульфации газа;

в) промышленно-ливневую сеть, принимающую производственные и промывочные воды от резервуарных парков III, после отстоя этих вод в местных нефтеловушках 9, сточные воды от эксплуатирующихся и бурящихся скважин VI и VII. В промышленно-ливневую сеть поступают сточные воды от атмосферных осадков, выпадающих на территории обвалованных участков резервуарных парков и рабочих площадок эксплуатируемых и бурящихся скважин.

На промышленно-ливневой сети предусматривается ливнеспуск 7 для отвода во время дождя или снеготаяния избытка сточных вод (сверх двойного их объема в условиях сухой погоды) в аварийную емкость 6.

Ниже ливнеспуска 7, но до песколовки 1 в сеть включаются сточные воды от установок IV для обессоливания нефти после предварительного отстаивания в местных нефтеловушках 9.

В зависимости от местных условий сточные воды от обессоливающих установок включаются непосредственно в промышленно-ливневую сеть с сохранением местных нефтеловушек.

Сточные воды промышленно-ливневой сети подвергаются очистке на решетках, в песколовках 1 и нефтеловушках 2 с двухчасовым отстаиванием. В случаях, когда полностью исключается возможность попадания нефти в водоем, предусматривается устройство прудов 3 для дополнительного отстаивания и доочистки на песчаных фильтрах 4. Очищенные сточные воды направляются в буферный пруд 5 и после 2-суточного пребывания в нем спускаются в водоем.

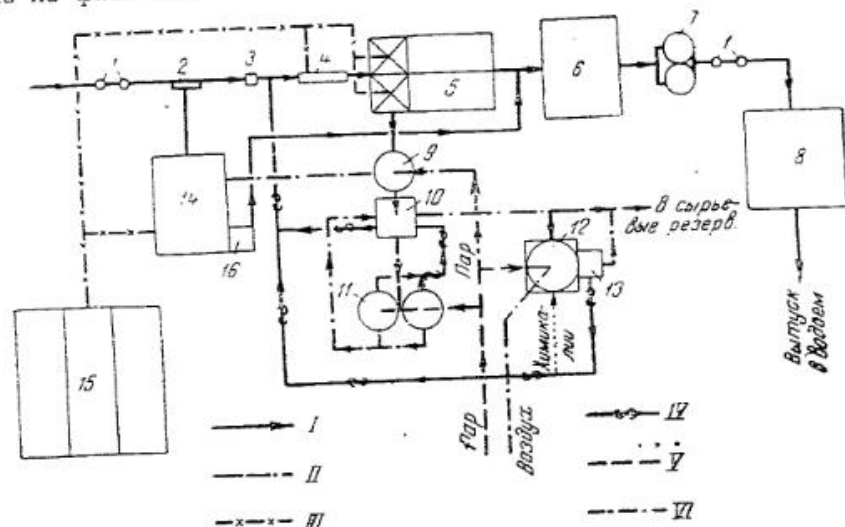
Дождевые воды, сбрасываемые через ливнеспуск, накапливаются в аварийной емкости 6, которая служит также для приема нефти при авариях в резервуарных парках и в трубопроводах. По окончании дождя плавающая нефть из аварийных бассейнов направляется в нефтеловушку 2, а отстоявшаяся вода — в пруды 3 дополнительного отстоя.

Отработанный глинистый раствор к-спуску в канализацию не допускается, а отводится в амбары-накопители 16.

2. Отвод сточных вод от атмосферных осадков с территории бассейна стока, свободных от загрязнения нефтью, осуществляется по отдельной системе водостоков, с устройством регулирующих емкостей 17. Сточные воды направляются через буферный пруд 5 в водоем. Дождевые стоки с площадок, загрязненных нефтью, должны быть направлены в промышленно-ливневую канализацию.

§ 48. СХЕМА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕПРОМЫСЛА

Схема блока очистки сточных вод нефтепромысла приведена на фиг. 199.



Фиг. 199

Схема блока очистки сточных вод нефтепромысла

I—трубопроводы для сточных вод; II—нефтепровод; III—илопровод; IV—напорный провод для обводненных осадков; V—паропровод; VI—воздухопровод; 1—гидрозатвор; 2—камера ливнеспуска; 3—решетка; 4—песколовка; 5—нефтеловушка; 6—пруд-отстойник; 7—установка для доочистки; 8—буферный пруд; 9—резервуар для нефти; 10—насосная станция; 11—разделочные резервуары; 12—установка для деэмульсации нефти; 13—насосная станция; 14—аварийный амбар; 15—иловые площадки или илонакопитель; 16—насосная станция.

Блок очистки состоит из следующих сооружений: решетки 3, песколовки 4, нефтеловушек 5 с двухчасовым отстаиванием и, при необходимости доочистки, — пруда 6 дополнительного шестичасового отстоя, установки 7 для доочистки (песчаные фильтры, реагентная доочистка или др.), буферных прудов 8 и выпуска в водоем.

У места поступления сточных вод на площадку очистных сооружений (а равно и в других точках в соответствии с противопожарными требованиями) предусматривается устройство гидрозатвора 1.

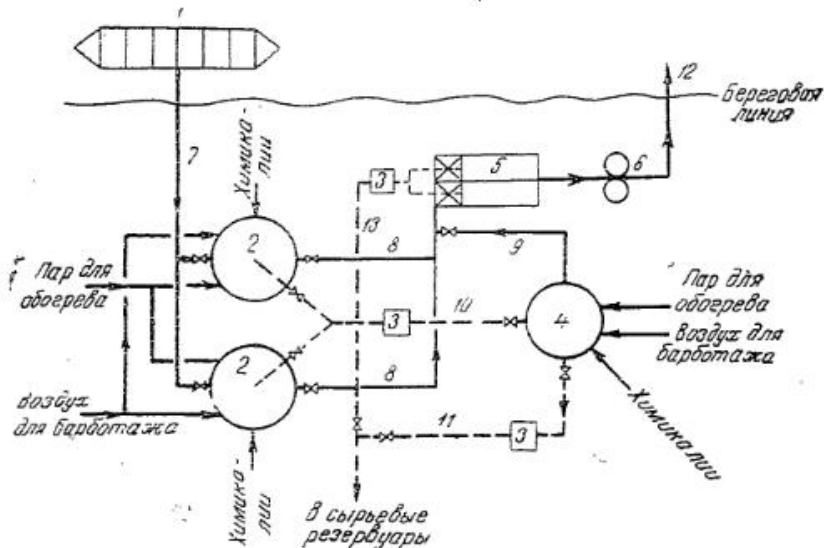
На выпусках из сборных пунктов 4, резервуарных парков 3 и деэмульсационных установок сооружаются местные нефтеловушки.

На сети каналов предусматривается устройство:

- а) пожарных гидрозатворов;
- б) промывных ворот, резервуаров или других промывочных устройств, используемых в периоды сухой погоды на участках с небольшими уклонами и скоростями;
- в) местных песколовков в местах выпуска сточных вод с большим содержанием породы (промывка песчаных пробок, вскрытие нефтяных пластов и др.).

§ 50. СХЕМА ОБОРУДОВАНИЯ МЕСТ СЛИВА И НАЛИВА НЕФТЯНЫХ ТАНКЕРОВ И БАРЖ

На фиг. 201 показана одна из схем устройства для приема и очистки балластной воды из танкеров и нефтяных барж.



Фиг. 201

Прием и очистка балластной воды из танкеров и нефтебарж

1—нефтеналивное судно, 2—приемные резервуары, 3—насосные станции, 4—установка для деэмульсации, 5—нефтеловушка, 6—установка для доочистки, 7—трубопровод для балластной воды, 8—нефтетрубопровод, 9—подача воды из деэмульсатора, 10—трубопровод для подачи нефти в деэмульсатор, 11—подача нефти из деэмульсатора, 12—выпуск очищенных сточных вод, 13—трубопровод для уловленной нефти.

Балластная вода из судна 1 по трубопроводу 7 поступает в резервуары 2, снабженные по высоте пробочными кранами через каждые 0,6 м. В резервуарах 2 происходит отстаивание нефти при нагреве паром. Объем резервуаров должен обеспечить прием всего количества балластной воды. В тех

случаях, когда в резервуарах производится также деэмульсация нефти, предусматривается подводка воздуха для барботажной и подачи химикалий.

Отделившаяся от воды нефть насосами 3 может быть направлена по трубе 10 в сырьевые резервуары или в узел 4 деэмульсации. Вода направляется по трубам 8 в нефтеловушку 5 и для доочистки на фильтры 6. Отфильтрованная вода спускается в водоем 12. Для регулирования спуска воды резервуары снабжаются автоматическими поплавками.

Резервуары узла 4 деэмульсации снабжаются паром для нагрева, воздухом для барботажной и устройством для подачи химреактивов. Нефть из узла после деэмульсации насосами 3 направляется по трубопроводу 11 в сырьевые резервуары.

Ловушечная нефть при помощи насосной установки 3 по трубопроводу 13 может быть направлена в сырьевые резервуары или в узел 4 деэмульсации.

В схему рекомендуется вносить те или иные изменения, в зависимости от требований, предъявляемых к степени очистки сточных вод.

ГЛАВА XIII

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД ОТ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

§ 51. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДОЖДЕВЫХ ВОД

Расчетный расход дождевых вод определяется уравнением

$$Q = q \cdot \psi \cdot F \varphi \text{ л/сек,}$$

где F — площадь стока, га;

q — средняя интенсивность выпадающих дождевых осадков в л/сек на га площади;

ψ — коэффициент стока, выражающий долю осадков, образующих поверхностный сток, за вычетом потерь на испарение и просачивание в почву;

φ — коэффициент редукции площади, определяющий величину части приточного бассейна, участвующей в формировании расчетного стока при принятой продолжительности дождя.

Коэффициент редукции зависит от продолжительности принятого расчетного дождя t и от времени добегания t_k .

Время добегания t_k до расчетного сечения определяется суммой времени стекания дождевых вод с бассейна стока до поступления в канализационную сеть и времени протекания по канализационной сети до расчетного сечения.

В тех случаях, когда время добегания равно или меньше продолжительности дождя, т. е. $t_k \leq t$, коэффициент редукции получает значение $\varphi = 1$ и расчетная формула приобретает вид

$$Q = q \cdot \psi \cdot F \text{ л/сек.}$$

1. Определение средней интенсивности расчетного дождя

Закон зависимости средней интенсивности дождя от его продолжительности выражается формулой

$$q = \frac{A}{t^n} \text{ л/сек} \cdot \text{га} \text{ или } i = \frac{A_1}{t^n} \text{ мм/мин,}$$

где q — средняя интенсивность дождя за время его выпадения t , выраженная в л/сек · га;

i — то же, выраженная слоем осадков, мм/мин;

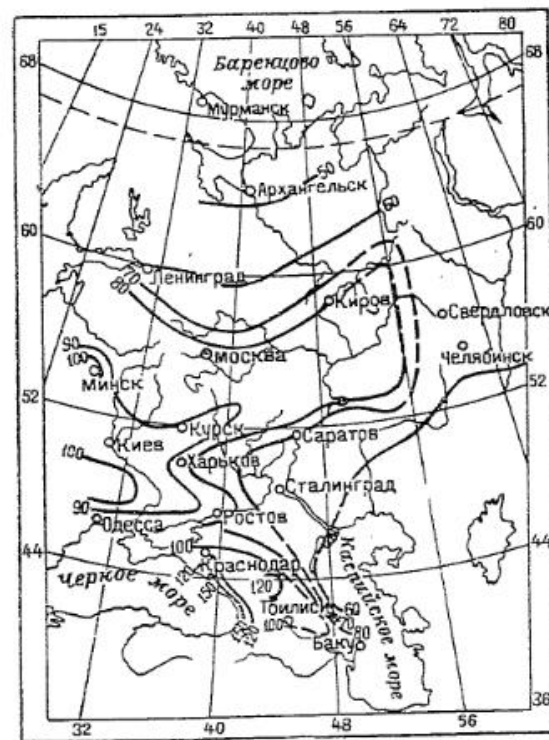
A и A_1 — параметры, зависящие от климатических особенностей данного места и от выбранного значения повторяемости расчетного дождя; $A = 166,7 A_1$;

n — показатель степени, величина которого также зависит от климата данного места, определяющего условия формирования и выпадения дождевых осадков.

В результате обработки материалов самопишущих дождемеров метеорологических станций СССР указанная формула получила вид:

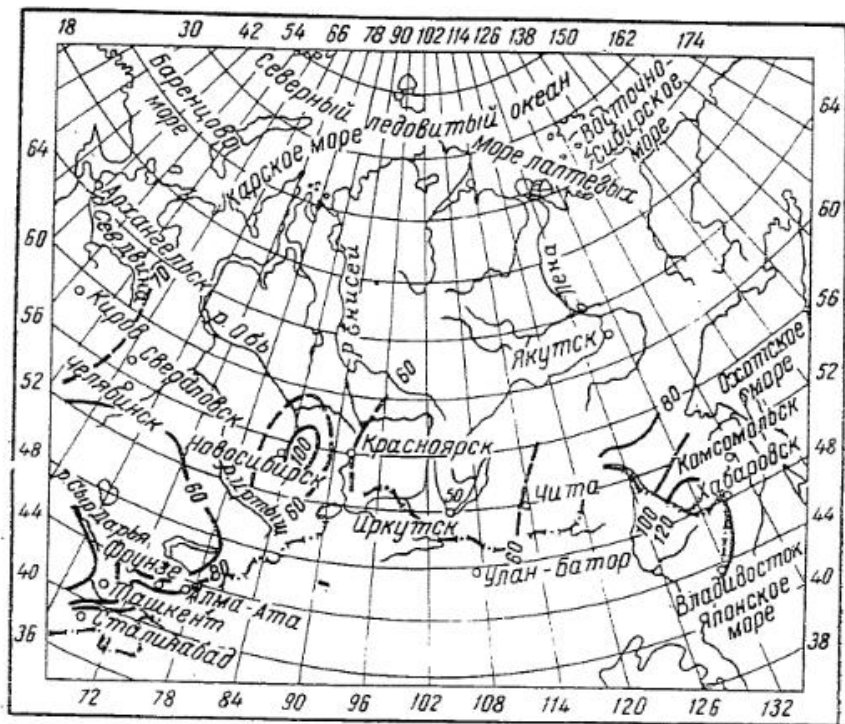
$$q = \frac{20^n \cdot q_{20} (1 + C \lg p)}{t^n} \text{ л/сек} \cdot \text{га,}$$

где q_{20} — интенсивность дождя в данной местности, при его продолжительности 20 мин. и при значении повторяемости $p=1$, определяемая по фиг. 202 и 203;



Фиг. 202

Схема распределения параметра q_{20} по Европейской части СССР



Фиг. 203

Схема распределения параметра q_{20} по Азиатской части СССР

C — климатический параметр, который определяется по значениям, приведенным в табл. 222;

Таблица 222

Значение параметра C

Районы СССР

C

Европейская территория СССР без северного побережья
Черного моря, Крыма и Приуралья
Северное побережье Черного моря (Ростов н/Д—Одесса)
Крым
Северный Кавказ
Западное побережье Каспийского моря
Черноморское побережье Кавказа и Закавказье
Приуралье, западные склоны Урала
Сибирь
Средняя Азия
Дальний Восток

0,85
1,00
1,2—1,5
1,0
1,3
0,85
1,00
1,00
1,2
0,9

t — продолжительность выпадения дождя, мин.;
 p — период, в течение которого может иметь место однократное превышение интенсивности расчетного дождя, годы;
 n — показатель степени, определяемый по картам (фиг. 204 и 205).



Фиг. 204

Схема распределения показателя степени n по Европейской части СССР

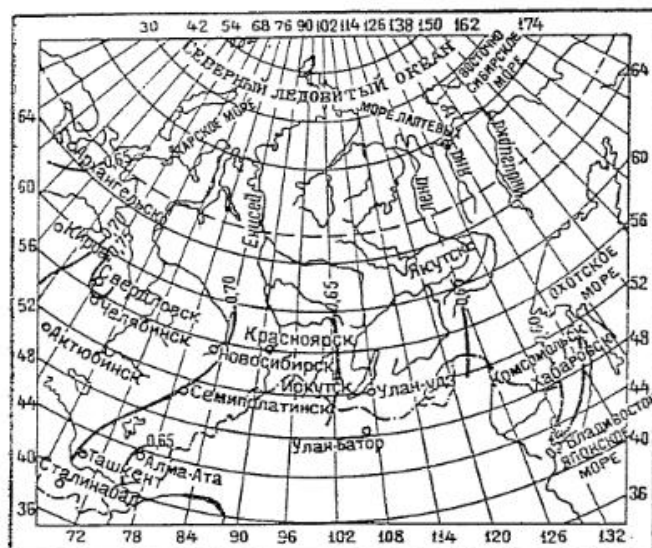
При производстве расчетов удобно пользоваться табл. 223 и 224.

Для районов, не вошедших в схему распределения параметров q_{20} , величина этих параметров может быть вычислена по формуле

$$q_{20} = 0,071 \cdot H \cdot V \sqrt{d_v} \text{ л/сек} \cdot \text{га},$$

где H — среднегодовое количество атмосферных осадков в мм/год;

d_v — средневзвешенная величина дефицита влажности в мм, вычисляемая по данным о среднемесячных количествах осадков за период выпадения дождей весной, летом и осенью.



Фиг. 205

Схема распределения показателя степени n по Азиатской части СССР

Таблица 223

Значение коэффициента 20^n

n	20^n	n	20^n	n	20^n	n	20^n
0,50	4,47	0,56	5,35	0,64	6,80	0,70	8,14
0,52	4,75	0,58	5,68	0,65	7,01	0,72	8,64
0,54	4,04	0,60	6,03	0,66	7,22	0,74	9,18
0,55	5,20	0,62	6,41	0,68	7,64	0,75	9,46

Таблица 224

Значение выражения $K=1+C \lg p$

p	$K=1+C \lg p$						
	При C						
	0,8	0,85	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5
0,33	0,58	0,56	0,53	0,52	0,42	0,33	0,28
0,5	0,76	0,75	0,73	0,70	0,64	0,58	0,55
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0	1,00
3	1,38	1,40	1,43	1,48	1,57	1,67	1,72
5	1,56	1,60	1,63	1,70	1,94	1,98	2,05
10	1,80	1,85	1,90	2,00	2,20	2,4	2,50

Если $q_{III}, q_{IV}, q_V \dots q_{XI}$ — среднее месячное количество выпавших осадков за март, апрель, май... ноябрь и $d_{III}, d_{IV}, d_V \dots d_{XI}$, средний дефицит влажности за те же месяцы, то

$$d_B = \frac{q_{III} \cdot d_{III} + q_{IV} \cdot d_{IV} + q_V \cdot d_V + \dots + q_{XI} \cdot d_{XI}}{q_{III} + q_{IV} + q_V + \dots + q_{XI}} \text{ мм.}$$

Наиболее точно выражение для кривой зависимости интенсивности дождей от их продолжительности дают местные формулы, выведенные по записям автоматических дождемеров местных метеостанций за период наблюдений не менее 10 лет (п. 216 Н и ТУ 132—55)

Для нефтепромысловых районов Апшеронского полуострова формула для определения расчетной интенсивности дождей имеет вид $q = \frac{A}{t^n}$ л/сек·га, где A и n имеют значения:

$$p = 0,5 - 1 \quad - 2 \quad - 3 \quad - 5 \text{ лет;}$$

$$n = 0,46 - 0,48 \quad - 0,55 - 0,60 - 0,73;$$

$$A = 112 - 140 \quad - 220 - 315 - 576.$$

[15]

Для Башкирской АССР предложена формула [16]

$$q_c = \psi \cdot q = z \cdot \frac{[612 (1 + 0,875 \lg p)]^{1,2}}{t^{0,806}},$$

где z — коэффициент покрытия площади стока (см. § 53);
 p — период однократного превышения расчетного дождя.

2. Коэффициент неравномерности выпадения дождя

В тех случаях, когда площадь бассейна стока превышает 200 га, при определении интенсивности дождя учитывается неравномерность распределения осадков по площади бассейна стока путем введения коэффициента η (его значения приведены в табл. 225).

Таблица 225

Значения коэффициента η неравномерности выпадения дождя

Площадь, га	Значение η при продолжительности дождя, мин.			
	15	30	45	60
200	0,96	1,0	1,0	1,0
400	0,92	0,96	0,98	1,0
600	0,88	0,91	0,95	0,98
800	0,85	0,91	0,94	0,97
1600	0,77	0,84	0,89	0,92
2000	0,75	0,81	0,87	0,90

§ 52. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА ОДНОКРАТНОГО ПРЕВЫШЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ДОЖДЯ

Для предприятий нефтяной промышленности повторяемость расчетного дождя может быть принята:

1) для открытых сетей при благоприятных условиях рельефа $p = 0,33$ года; при нормальных условиях рельефа, исключающих возможность подтопления производственных площадок и подъездов к ним, $p = 0,50$ года; при нормальных условиях рельефа, но допускающих кратковременное затопление площадок и подъездов к ним, $p = 1$ году; в случаях неблагоприятных условий рельефа, при котором возможно длительное затопление производственных площадок, а также в бессточных местах $p = 2-3$ годам;

2) для закрытых сетей при благоприятных условиях рельефа и при незначительности убытков, причиняемых переполнением сети, $p = 0,33-1$ году; при нормальных условиях рельефа, но при существенных убытках, вызываемых переполнением сети, $p = 1-3$ годам. При неблагоприятных условиях рельефа, значительных убытках и нарушениях производственного процесса, вызываемых переполнением сети, $p = 3-5$ годам.

§ 53. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СТОКА

Коэффициент стока ψ , выражающий величину части атмосферных осадков, образующих поверхностный сток, за вычетом потерь на испарение и просачивание в почву, определяется по формуле ЛНИИХХ

$$\psi = z \cdot q^{0.2} \cdot t^{0.1},$$

где q — интенсивность расчетного дождя, л/сек·га;

t — продолжительность расчетного дождя, мин.;

z — коэффициент, характеризующий водопроницаемость покрытия площадки стока.

Значения коэффициента z для водопроницаемых покрытий показаны в табл. 226.

Таблица 226

Значения коэффициента z для водопроницаемых покрытий	
Характер покрытия	z
Брусчатые и щебеночные черные покрытия	0,224
Булыжные мостовые	0,145
Щебеночные белые покрытия	0,125
Садово-парковые дорожки	0,090
Незамощенные грунтовые поверхности	0,064
Газоны	0,038

Значения коэффициента z для водонепроницаемых покрытий (крыши, асфальт, бетон и т. п.), приведены в табл. 227.

Таблица 227

Значение коэффициента z для водонепроницаемых покрытий

n	A	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
0,5—0,6 0,65 и более		0,319 0,335	0,302 0,316	0,288 0,302	0,278 0,291	0,269 0,282	0,262 0,274	0,256 0,268	0,251 0,263	0,246 0,258	0,242 0,253

В приведенной табл. 227: A — климатический коэффициент в формуле $q = \frac{A}{t^n}$; n — показатель степени в той же формуле.

Для открытых, незастроенных и не имеющих искусственного покрытия площадей стока значение коэффициента z может быть принято по табл. 228 [17].

Таблица 228

Значения коэффициента z

Виды покрытия	Влажность грунта, %	Характеристика грунта				
		супесь	легкий суглинок	средний суглинок	тяжелый суглинок	глина
1. Плотнотрамбованная грунтовая поверхность без дернового покрытия.	80	0,200	0,207	0,215	0,222	0,230
	75	0,184	0,192	0,199	0,207	0,214
	70	0,167	0,175	0,182	0,190	0,197
	65	0,150	0,157	0,165	0,172	0,180
	60	0,135	0,142	0,150	0,158	0,165
	55	0,120	0,127	0,135	0,143	0,150
	95	0,196	0,203	0,210	0,217	0,225
2. Луг, газоны	80	0,126	0,135	0,144	0,153	0,162
	75	0,103	0,113	0,122	0,132	0,144
	70	0,080	0,090	0,100	0,110	0,120
	65	0,074	0,085	0,095	0,100	0,105
	60	0,067	0,075	0,083	0,088	0,093
	55	0,060	0,065	0,070	0,075	0,080
	95	0,196	0,203	0,210	0,217	0,225

При выпадении летне-осенних дождей, при повторяемости $p = 0,33-3$ лет, влажность почвы принимается равной 55—65%. После весеннего снеготаяния и при дождях более высокой повторяемости влажность почвы может достигать 70—80%.

При расчете расхода дождевых сточных вод с небольших площадей применяются постоянные коэффициенты стока, не зависящие от интенсивности и продолжительности дождя (см. ниже):

Характер покрытия	Значение коэффициента ψ
крыши и асфальто-бетонные покрытия	— 0,9
брусчатые щебеночные черные покрытия	— 0,6
щебеночные белые покрытия	— 0,4
булыжные мостовые	— 0,45
гравийные парковые дорожки	— 0,3
сады и парки	— 0,1—0,2
непокрытые поверхности	— 0,2—0,28

Модуль стока q_c может быть определен по формуле

$$q_c = q \cdot \psi \cdot \eta \text{ или путем подстановки значений } q = \frac{A}{t^n} \text{ и } \psi = z \cdot q^{0,2} \cdot t^{0,1} \text{ по формуле}$$

$$q_c = z_{cp} \frac{\eta \cdot A^{1,2}}{t^{1,2n-0,1}} \text{ л/сек} \cdot \text{га}.$$

Обозначения по предыдущему.

Средний коэффициент покрытия площади стока z_{cp} определяется уравнением

$$z_{cp} = \frac{z_1 \cdot n_1\% + z_2 \cdot n_2\% + \dots}{100},$$

где $z_1, z_2, \dots$ — коэффициенты отдельных видов покрытия;
 $n_1, n_2, \dots$ — процент площади отдельных видов покрытий от общей площади стока.

§ 54. РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ДОБЕГАНИЯ ДОЖДЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПО ОРГАНИЗОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Время добегания сточных вод от наиболее отдаленной точки общей площади стока к расчетному сечению канализационного канала подразделяется на:

1) время начального добегания (концентрации) — $t_{н.к}$ — время добегания по территории квартала, технической площадки резервуарного парка и т. п.;

2) время добегания по лотку — $t_{л}$ — время добегания по городским, заводским или промысловым площадям, от места выхода дождевого потока из квартала или технической площадки до точки приема в водоотводящую сеть (открытую или закрытую);

3) время добегания по трубе — $t_{тр}$ — время добегания по дождевому каналу канализационной системы.

Общее время добегания дождевого потока от наиболее отдаленной точки бассейна стока определится уравнением

$$t_k = t_{н.к} + \alpha t_{л} + \beta \Sigma t_{тр} \text{ мин.},$$

где $t_{н.к}$ — при длине пути до 75—150 м принимается равным 5 мин.;

$$t_{л} = \frac{L_{л}}{60 v_{л}} \text{ мин.}, L_{л} \text{ — длина пути дождевого потока по лотку, м.}$$

$v_{л}$ — скорость течения, по лотку, при его расчетном заполнении, м/сек;

α — поправочный коэффициент перевода на среднюю скорость в лотке, равной 1,25;

$$\Sigma t_{тр} = \Sigma \frac{L_{тр}}{60 \cdot v_{тр}} \text{ мин.}; L_{тр} \text{ — длина участков канала, м; } v_{тр} \text{ — соответствующая этим участкам скорость, м/сек;}$$

β — поправочный коэффициент, учитывающий постепенное нарастание скорости течения по мере увеличения наполнения трубы до расчетного заполнения свободной емкости трубы, равный 2;

С приведенными коэффициентами общее время добегания от наиболее отдаленной точки бассейна до расчетного сечения выразится

$$t_k = t_{н.к} + 1,25 t_{л} + 2 \Sigma t_{тр} \text{ мин.}$$

Время поверхностного добегания по дорожным (уличным) лоткам определяется по скоростям в конечной точке лотка, показанным в табл. 229. Ширина потока в лотке при нормальном профиле дорожного полотна принимается равной 3—5 м.

Таблица 229

Расчетные скорости, м/сек, при движении дождевых потоков по дорожным лоткам (при ширине потока 3—5 м)

Ширина дороги, м	Характер покрытия	Уклоны лотков продольные							
6,5	Асфальтовое	0,40	0,60	0,70	0,80	0,90	1,25	1,80	
	Булыжное	0,25	0,35	0,40	0,50	0,55	0,75	1,10	
8,5	Асфальтовое	0,40	0,60	0,70	0,80	0,90	1,30	1,85	
	Булыжное	0,25	0,35	0,40	0,50	0,55	0,75	1,10	
12	Асфальтовое	0,40	0,60	0,70	0,85	0,90	1,30	1,85	
	Булыжное	0,25	0,35	0,40	0,50	0,55	0,80	1,10	

В условиях предельного заполнения лотков проезжей части дорог их пропускная способность и соответствующие скорости могут быть получены из табл. 230 [118].

Таблица 230

Максимальная пропускная способность дорожных лотков

Ширина проезжей части, м	Продольный уклон	Асфальтобетонные			Брусчатые		
		Пропускная способность, м³/сек	Скорость потока, м/сек	Глубина потока, см	Пропускная способность, м³/сек	Скорость потока, м/сек	Глубина потока, см
6,5	0,005	1,10	1,25	16	1,10	1,18	20
	0,010	1,20	1,62	14	1,18	1,41	18
	0,050	1,34	2,73	10	1,40	2,44	14
9,0	0,005	1,37	1,21	16	1,22	1,02	20
	0,010	1,24	1,44	13	1,13	1,21	17
	0,050	1,15	2,54	10	1,40	2,14	14
12,0	0,005	1,56	1,13	16	1,27	0,93	20
	0,010	1,37	1,33	13	1,29	1,15	18
	0,050	1,47	2,23	10	1,35	2,09	13
18,0	0,005	1,66	1,00	16	—	—	—
	0,010	1,55	1,19	14	1,22	1,18	20
	0,050	1,40	2,21	11	1,59	2,31	17

Определение времени добегаания с небольших площадок технологических установок и обвалованных участков резервуарных парков может быть выполнено по уравнению

$$t_k = t_m + 2 \frac{L}{60v} \text{ мин.}$$

где t_m — время стекания дождевых вод по металлическим поверхностям (крыша, резервуар, установка), которое принимается в 0,1–0,3 мин.;

L — длина пути движения дождевых струй по площадке, м;
 v — скорость течения дождевого потока, м/сек (определяется по табл. 231).

Таблица 231

Род поверхности	Уклон	Скорость, м/сек
Асфальтовое покрытие	0,005	1,0
	0,010	1,35
	0,050	2,0
Булыжная мостовая	0,005	0,6
	0,010	0,8
	0,050	1,33
Незащищенная поверхность	0,005	0,25
	0,010	0,33
	0,050	0,50

Общая продолжительность добегаания должна приниматься не менее 5 мин.

§ 55. РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ДОБЕГАНИЯ ПО НЕОРГАНИЗОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

В нефтепромысловых условиях движение дождевых потоков к канализационным каналам часто осуществляется по неорганизованной поверхности промысла. Время поверхностного добегаания в этих условиях может определяться по формуле

$$t_{\text{пов}} = 85,4 \frac{n^{0,9} \cdot L^{0,9}}{z^{0,45} \cdot A^{0,75} \cdot I^{0,45}} \text{ мин.},$$

где n — коэффициент шероховатости, который может быть принят для плотно утрамбованной грунтовой поверхности без дернового покрытия равным 0,065; для той же поверхности с хорошо развитым дерновым покровом 0,185;

L — расстояние от дальней точки бассейна стока до точки приема в канализационный канал;

z — коэффициент покрова, определяемый по табл. 235;

I — средний уклон поверхности;

A — параметр, равный $20^n \cdot q_{20} \cdot (1 + C \lg P)$ по формуле ЛНИИАКХ.

Расчет поверхностного добегаания по этой формуле в ряде случаев дает завышенные результаты.

Время поверхностного добегаания может быть также определено по формуле [19].

$$t_{\text{пов}} = t_1 \cdot \varphi \cdot \psi \text{ мин.},$$

где t_1 — время, определенное по табл. 232 по расстоянию L и среднему уклону I поверхности бассейна.

Таблица 232

Значения t_1 , мин.					
$L, \text{ м}$ \ I	0,005	0,001	0,005	0,010	0,050
50	11,25	8,5	4,5	3,3	2,0
100	18,5	14,0	8,0	6,0	3,85
150	25,0	19,0	10,5	8,0	4,50
200	31,5	24,0	13,5	10,0	5,5
300	42,5	32,5	18,0	13,5	7,5
400	52,5	40,0	23,5	16,6	9,5

Поправочный коэффициент ψ , зависящий от коэффициента покрытия, получает значения:

$z-0,06$	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15	0,20
$\psi-2,2$	1,7	1,6	1,4	1,15	1,0	0,70

Поправочный коэффициент φ , зависящий от силы дождя

$$\Delta = \frac{20^n \cdot q_{20}(1 + C \lg P)}{166,7}, \text{ дается ниже:}$$

Δ	1	2	3	4	5	6	7
φ	2,40	1,25	1,0	0,80	0,65	0,55	0,50

Время поверхностного добегаания для предварительных расчетов может быть определено по упрощенной формуле

$$t_{\text{пов}} = \frac{L}{60 \cdot v_{\text{пов}}} \text{ мин.},$$

где L —длина пути потока дождевых сточных вод, м;

$v_{\text{пов}}$ —средняя скорость течения этого потока, м/сек, которая может быть принята по табл. 233.

Таблица 233

Скорость движения дождевых потоков по поверхности площади стока

Характер покрытия	Уклоны	Скорость, м/сек
1. Асфальтобетон	0,005	1,0
	0,010	1,35
	0,050	2,0
2. Булыжная мостовая	0,005	0,60
	0,010	0,80
	0,050	1,33
3. Непокрытая поверхность	0,005	0,25
	0,010	0,33
	0,050	0,50

§ 56. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД ОТ СНЕГОТАЯНИЯ

Сток от снеготаяния по СССР для большинства климатических районов оказывается ниже стока от дождевых осадков. Однако при малых значениях повторяемости расчетного дождя p для некоторых районов СССР (Север, Европейская часть СССР выше 60-й параллели, районы западнее и юго-западнее Москвы, юго-западные склоны Урала и др.) возможно превышение стока от снеготаяния над стоком от дождевых осадков.

Расход сточных вод от снеготаяния может быть определен по формуле [Л. 20].

$$Q_{\text{макс}} = 0,28A \cdot \varphi F \text{ м}^3/\text{сек},$$

где F —площадь стока, км²;

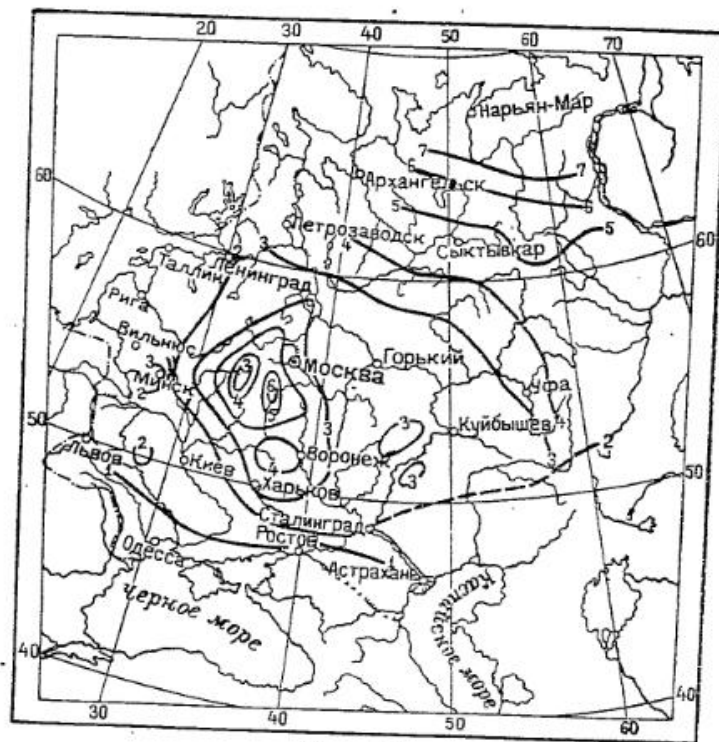
ψ —коэффициент стока, который в условиях снеготаяния может быть принят равным 1;

φ —коэффициент неравномерности снеготаяния и радиации площади стока, определяется по формуле

$$\varphi = \frac{1}{(F + 1)^{0,25}};$$

A —интенсивность снеготаяния, мм/час.

Значение A определяется по изолиниям на карте СССР, показанным на фиг. 206.



Фиг. 206

Карта изолиний параметра A по формуле Д. Л. Соколовского (средние значения)

Для озерных и заболоченных районов вводятся коэффициент

$$\delta = 1 - 1,6 \lg (\alpha + 0,2\beta + 1);$$

для лесистых водосборов—коэффициент

$$\gamma = 1 - \lambda(f - f_0),$$

где α и β —соответственно площадь озер и болот в процентах от общей площади;

f и f_0 —соответственно лесистость в полях единицы бассейна стока и лесистость всего района;

λ —коэффициент, равный 0,3—для лиственного леса и лесостепи и 0,6—для таежного леса севера.

Согласно п. 22 Н и ТУ 141—56, расход талых вод, как правило не превышающий расхода дождевых вод, при расчете дождевой сети не учитывается.

ГЛАВА XIV

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

§ 57. ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА КАНАЛОВ И ТРУБОПРОВОДОВ

Для расчета канализационных самотечных и напорных каналов и трубопроводов применяется формула акад. Н. Н. Павловского

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^y \cdot \sqrt{RI}, \text{ м/сек},$$

где n —коэффициент шероховатости стенок каналов и трубопроводов;

R —гидравлический радиус, м;

I —гидравлический уклон, принимаемый равным уклону лотка канала;

y —показатель, определяемый в метрической размерности по формуле

$$y = 2,5 \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} (\sqrt{n} - 0,10),$$

где n и R —по предыдущему.

Для труб и каналов при $R < 1$ м показатель y может быть определен по сокращенной формуле

$$y = 1,5 \sqrt{n}.$$

Для труб достаточно точные результаты можно получить, считая $y = 1/6$. При этом значении показателя y расчетная формула приобретает вид

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/3} \text{ м/сек}.$$

Расчетный расход в каналах и трубах получается по формуле

$$Q = \omega \cdot v \text{ м}^3/\text{сек},$$

где ω —площадь живого сечения потока, м².

Гидравлический расчет самотечных и напорных канализационных трубопроводов и каналов производится по номограммам и таблицам, связывающим гидравлические параметры v , Q , I , D и степень заполнения h/D (или h/H). Гидравлический расчет может быть выполнен по табл. 244 для круглых каналов и по табл. 245 для прямоугольных с криволинейным очертанием дна.

§ 58. КОЭФФИЦИЕНТ ШЕРОХОВАТОСТИ

Коэффициент шероховатости n в зависимости от материала стенок трубопроводов и каналов определяется по табл. 234 (в соответствии с таблицами Н. Н. Павловского и др.).

Таблица 234

Значение коэффициента шероховатости

Род стенки	n	$\frac{1}{n}$
1. Хорошо остроганные доски, лучшая цементная штукатурка.	0,011	50,9
2. Водопроводные трубы в нормальных условиях. Весьма чистые водосточные трубы. Весьма хорошая бетонировка.	0,012	83,3
3. Водопроводные трубы несколько загрязненные, гладкие бетонные трубы. Водосточные трубы в нормальных условиях. Хорошая кирпичная кладка.	0,013	76,9
4. Загрязненные водопроводные и водосточные трубы.	0,014	71,4
5. Значительно загрязненные водосточные трубы. Средняя кирпичная кладка.	0,015	66,7
6. Хорошая бутовая кладка, хорошо разрабатанная скала, грубая бетонировка.	0,017	58,8
7. Каналы в плотном лессе, затянутые сплошным устойчивым илистым слоем, земляные каналы правильной формы с илистой пленкой, в очень хорошем состоянии.	0,018	55,6
8. Средняя бутовая кладка, булыжная мостовая. Каналы в плотной земле в нормальном состоянии.	0,020	50,0
9. Каналы в плотной глине в выше средних условиях содержания.	0,0225	44,4
10. Хорошая сухая кладка, земляные каналы в средних условиях содержания.	0,0250	40,0

Для канализационной сети предприятий нефтяной промышленности могут быть рекомендованы коэффициенты шероховатости:

- 1) для керамиковых труб — $n = 0,013 - 0,0137$;
- 2) для асбестоцементных, чугунных, стальных и центробежных железобетонных труб — $n = 0,013$;
- 3) для бетонных и железобетонных труб заводского изготовления — $n = 0,014$;
- 4) для кирпичных каналов — $n = 0,015$;
- 5) для каналов из тесаного камня и хорошей бутовой кладки на цементном растворе — $n = 0,017$;
- 6) для каналов средней бутовой кладки или с отмошкой булыжным камнем, земляных каналов в плотном грунте со сплошным илистым слоем — $n = 0,020$;
- 7) для каналов в плотной глине выстланных несплошной пленкой ила в выше средних условиях содержания — $n = 0,0225$.
- 8) для земляных каналов в средних условиях их содержания — $n = 0,0250$.

Расчетное заполнение каналов и минимальные диаметры

1. При пропуске производственных и хозяйственно-фекальных сточных вод предельное расчетное заполнение круглых труб должно приниматься, согласно Н и ТУ 141—56:

при диаметре труб, мм	Значение d
125	0,5
150—300	0,6
350—450	0,7
500—900	0,75
более 900	0,8

2. Полное заполнение труб диаметром до 300 мм включительно допускается принимать при пропуске душевых, банно-прачечных сточных вод или при кратковременных сбросах прочих сточных вод.

3. При пропуске сточных вод по открытым каналам, выше расчетного горизонта, должен быть предусмотрен свободный борт высотой не менее 0,2 м для каналов глубиной до 1 м и 0,4—для каналов глубиной более 1 м.

4. При пропуске дождевых вод по отдельной сети водосточков или при пропуске сточных вод при расчетном дожде по общесплавной системе допускается заполнение труб, равное 1. Заполнение открытых каналов в этих случаях сохраняется согласно п. 3.

Наименьшие диаметры труб надлежит принимать:

1) для внутризаводской (цеховой) сети—150 мм; для уличной сети—200 мм, при уклонах 0,01 и более—допускается принимать 150 мм; для водосточной (дождевой) или общесплавной сети—250 мм;

2) для хозяйственно-фекальной канализации в дворовой сети наименьший диаметр допускается принимать 125 мм во внутриквартальной сети—150 мм;

3) для открытых лотков и каналов наименьшие размеры принимаются: ширина—0,3 м, общая глубина—0,4 м.

§ 59. РАСЧЕТНЫЕ СКОРОСТИ И МИНИМАЛЬНЫЕ УКЛОНЫ

Расчетная скорость движения сточных вод в трубах и каналах при гидравлическом расчете канализационной сети должна приниматься при диаметре труб:

а) до 500 мм и для каналов сечением до 500 × 500 мм включительно—не менее 0,70 м/сек;

б) более 500 мм и для каналов сечением более 500 × 500 мм—не менее 0,80 м/сек.

Минимальные расчетные скорости движения сточных вод в трубах дождевой и общесплавной канализации при $p = 0,5$ допускается принимать равными 0,6 м/сек.

Расчетная скорость движения сточных вод в дюкерах должна быть не менее 0,9 м/сек, а в местах подхода сточных вод к ним—не более скорости в дюкере, но не менее показанной выше.

Для определения минимальной, самоочищающей скорости в канализационной сети, транспортирующей нефтепромысловые пластовые сточные воды, содержащие песчаные и песчано-глинистые взвешенные вещества и аналогичные нефтезаводские сточные воды, могут быть использованы формулы, применяемые при расчетах оросительной сети:

По ГОСТУ 3908—47 незаиляющая (самоочищающая) скорость, при установленных значениях живого сечения и продольного профиля, определяется по формуле (Е. А. Замарина):

$$p = 700 \cdot \frac{v}{w_0} \cdot \sqrt{\frac{R \cdot I \cdot v}{w_{cp}}}$$

или

$$v = \sqrt[1.5]{\frac{p \cdot w_0 \cdot \sqrt{w_{cp}}}{700 \cdot \sqrt{RI}}}$$

где v —минимальная незаиляющая средняя скорость потока, м/сек;

p —мутность потока (транспортирующая способность), кг/м³;

R —гидравлический радиус потока, м;

I —уклон канала;

$w_0 = w_{cp}$ при $w_{cp} \geq 2$ мм/сек и $w_0 = 2$ при $w_{cp} < 2$ мм/сек.

w_{cp} —средневзвешенная крупность насосов, определяемая по формуле

$$w_{cp} = \frac{\sum w_i \cdot p_i}{100} \text{ мм/сек,}$$

где p_i —процентное содержание отдельных фракций по весу;
 w_i —средние гидравлические крупности отдельных фракций наносов, определяемые из зависимости

$$w_i = \frac{w_1 + w_2 + \sqrt{w_1 \cdot w_2}}{3},$$

где w_1 и w_2 —гидравлические крупности частиц на границах фракций, мм/сек.

Наименьшая незаиляющая скорость в каналах может определяться по упрощенной формуле (ГОСТ 3908—47).

$$v_{min} = A Q^{0.2} \text{ м/сек,}$$

где A —коэффициент, определяемый по табл. 235.

Таблица 235

Пределы гидравлической крупности насосов, мм/сек	1,5	1,5—2,5	3,5
Значения A	0,33	0,44	0,55

Для малых каналов пределы крупности наносов устанавливаются: $< 1,5$, $1,5—2,5$, $> 2,5$ мм/сек.

В формуле принимается средневзвешенная гидравлическая крупность, исчисляемая по способу, указанному выше.

Удовлетворительные результаты дает применение в нефтепромысловых условиях формулы В. Н. Гончарова [Л. 21]

$$q = \frac{0,0535}{h} \left(\frac{v_k}{v_0 \cdot h^{0.2}} \right)^4 \left(1 - \frac{v_0 \cdot h^{0.2}}{v_k} \right),$$

где v_k —минимальная незаиляющая скорость, м/сек;
 q —весовое содержание фракции наносов, крупнее 0,05 мм, %;
 v_0 —скорость потока, при которой начинает происходить осаждение наносов данной крупности при глубине потока 1 м, м/сек;
 h —глубина потока в канале, м.

Значение v_0 определяется по табл. 236.

Таблица 236

Содержание фракций диаметром в мм, %			Значение v_0 , м/сек
0,25	0,25—0,05	0,05—0,005	
75	25	—	0,570
25	75	—	0,395
—	75	25	0,285
—	25	75	0,220

Минимальная незаилающая скорость v_k в м/сек может быть также определена по табл. 237.

Таблица 237

Незаилающие скорости v_k , м/сек (по формуле В. Н. Гончарова)

Состав взвешенных наносов		Средняя глубина потока, м	При весовом содержании в сточных водах фракций крупнее 0,005 мм, %						
мм	%		0,1	0,5	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0
0,25—0,05 0,05—0,005	25	0,3	0,22	0,28	0,32	0,39	0,45	0,49	0,52
	75	0,6	0,28	0,37	0,43	0,52	0,60	0,66	0,70
		1,0	0,34	0,45	0,52	0,64	0,75	0,82	0,87
		1,5	0,39	0,54	0,62	0,76	0,89	0,97	1,04
		2,0	0,44	0,60	0,70	0,86	1,01	1,10	1,18
		2,5	0,48	0,66	0,77	0,94	1,11	1,28	1,30
0,25—0,05 0,05—0,005	75	0,3	0,28	0,37	0,42	0,50	0,58	0,64	0,68
	25	0,6	0,36	0,48	0,55	0,67	0,78	0,85	0,91
		1,0	0,43	0,59	0,68	0,83	0,97	1,06	1,13
		1,5	0,51	0,69	0,80	0,98	1,15	1,26	1,35
		2,0	0,57	0,78	0,91	1,11	1,31	1,43	1,53
		2,5	0,61	0,86	0,99	1,22	1,44	1,57	1,69
1,0—0,25 0,25—0,05	25	0,3	0,39	0,51	0,58	0,70	0,81	0,88	0,94
	75	0,6	0,50	0,67	0,76	0,93	1,08	1,18	1,26
		1,0	0,60	0,82	0,94	1,15	1,34	1,47	1,57
		1,5	0,70	0,96	1,11	1,36	1,59	1,75	1,87
		2,0	0,78	1,08	1,26	1,54	1,80	1,98	2,12
		2,5	0,85	1,19	1,38	1,69	1,99	2,18	2,33
1,0—0,25 0,25—0,50	75	0,3	0,57	0,75	0,84	1,00	1,16	1,27	1,35
	25	0,6	0,72	0,96	1,10	1,34	1,56	1,70	1,82
		1,0	0,87	1,18	1,36	1,66	1,93	2,12	2,27
		1,5	1,01	1,39	1,61	1,96	2,30	2,52	2,70
		2,0	1,13	1,56	1,81	2,22	2,60	2,86	3,06
		2,5	1,23	1,71	1,99	2,44	2,87	3,15	3,37

Определяя величину минимальной скорости, в условиях предприятия нефтяной промышленности, при предварительных расчетах надлежит руководствоваться следующими примерными усредненными показателями.

1. Содержание взвешенных веществ:
 - а) в общем стоке нефтепромысла в зависимости от притока технических сточных вод — 1—2⁰/₁₀₀;
 - б) в стоке от сборных пунктов, сырьевых резервуаров и в сточных водах от промывки песчаных пробок нефтепромысла (до нефтеловушки) — 5—6⁰/₁₀₀;
 - в) в общем стоке нефтезаводов — 0,1—0,5⁰/₁₀₀;
 - г) в стоке из сырьевых резервуаров и ЭЛОУ (до нефтеловушки) — 4—6⁰/₁₀₀.
2. Фракционный состав взвешенных веществ в пластовых сточных водах согласно табл. 238.

Таблица 238

Фракционный состав твердых минеральных примесей в нефтепромысловых сточных водах

Место отбора проб	Фракционный состав в мм, %			
	> 0,25	0,25—0,1	0,1—0,01	0,01 и менее
1. Бакинские нефтепромыслы:				
а) сборные пункты и сырьевые резервуары	11—19,5	60—66,5	22,5—9,5	6,5—4,5
б) промысловые каналы	2,2—11,7	23,9—65,6	7,5—47,6	7,3—27,8
2. Туймазинские нефтепромыслы:				
промысловые каналы	2	14,3	55,2	28,2

Примечание. Часть крупных фракций оседает по пути в каналах и местных нефтеловушках.

Количество песчаных фракций >0,005—88,5%, илистых и глинистых фракций <0,005—11,5%.

Величина гидравлической крупности частиц в зависимости от их диаметров и температуры среды дана в табл. 239.

При выборе минимальной самоочищающей (незаилающей) скорости следует учитывать, что:

- а) при смешении пластовых щелочных вод с жесткими водами происходит выпадение карбонатов кальция, цементирующих выпадающие осадки;
- б) мелкие каналы, обслуживающие буровые скважины, работают периодически и несут большое количество взвешенных частиц (например, при размывке песчаных пробок);
- в) взвешенные вещества образуют с нефтяными продуктами липкую массу, наслаивающуюся на стенках каналов.

Эти явления требуют устройства на каналах с небольшими расчетными скоростями промысловых приспособлений (см. § 97) и местных песколовков.

Таблица 239

Гидравлическая круглость, $м/сек$ в зависимости от диаметра частиц и температуры среды

Диаметр частиц, мм	Температура среды, °C				Диаметр частиц, мм	Температура среды, °C			
	5	10	15	20		5	10	15	20
0,01	0,0043	0,0049	0,0056	0,0064	0,3	2,665	2,881	2,956	3,162
0,015	0,0099	0,0115	0,0132	0,0149	0,4	3,785	3,951	4,116	4,292
0,02	0,0170	0,0198	0,226	0,255	0,5	4,905	5,071	5,236	5,402
0,03	0,397	0,440	0,0530	0,0597	0,6	6,025	6,191	6,356	6,522
0,04	0,0705	0,82	0,0940	0,106	0,7	7,145	7,311	7,476	7,642
0,05	0,106	0,123	0,141	0,160	0,8	8,265	8,431	8,596	8,762
0,06	0,159	0,184	0,212	0,239	0,9	9,405	9,571	9,736	9,902
0,07	0,216	0,251	0,288	0,325	1	10,505	10,671	10,836	11,002
0,08	0,282	0,328	0,377	0,424	1,2	12,745	12,911	13,076	13,242
0,09	0,357	0,414	0,477	0,537	1,5	16,105	16,271	16,436	16,602
0,1	0,441	0,512	0,588	0,663	1,7	17,80	17,80	17,80	17,80
0,12	0,65	0,737	0,847	0,956	2	19,00	19,00	19,00	19,00
0,15	0,990	1,150	1,325	1,490	2,5	21,25	21,25	21,25	21,25
0,2	1,545	1,711	1,876	2,042					

Максимальные скорости не должны превышать 10 $м/сек$ для металлических и 5 $м/сек$ для неметаллических труб и каналов. В дождевой и общесплавной канализации для неметаллических труб может быть допущена скорость 7 $м/сек$.

Максимальные скорости в земляных каналах во избежание размыва их стенок не должны превышать для связанных грунтов и мощевий величин, приведенных в табл. 240.

Допускаемые неразмывающие скорости v , $м/сек$, для несвязанных грунтов приведены в табл. 241.

Наибольшие скорости течения в каналах надлежит принимать по зависимости от грунта и типа укрепления при глубине потока 0,4—0,6 м, согласно табл. 242.

При глубине потока h , отличной от 0,4—0,6 м, значения скоростей по табл. 242 следует умножать:

при $h < 0,4$ м — на 0,85

„ $h \geq 1,0$ „ — на 1,25

„ $h > 2,0$ „ — на 1,40.

Размывающие скорости для осевших на дно осадков превышают в 1,5 раза незаилающие скорости частиц заданной крупности и должны быть не ниже 0,5—0,90 $м/сек$.

Таблица 240

Допускаемая неразмывающая скорость в $м/сек$ для связанных грунтов и мощевий

Наименование грунта	Средняя глубина, м					Примечание
	0,4	1,0	2,0	3,0	5,00	
1. Глина, тяжелые суглинки, суглинки	0,7	0,85	0,55	1,10	1,15	Для малоплотных грунтов коэффициент—0,47; для плотных—1,43; для очень плотных—2,0. При гладкой поверхности коэффициент—1,67 То же—1,57 То же—для всех значений h —25,0.
2. Лессовые грунты законченной просадки	0,6	0,7	0,8	0,85	0,85	
3. Конгломераты, мергель, сланцевые глины	2,1	2,5	2,9	3,1	3,2	
4. Пористый известняк, плотный конгломерат, известковый известняк, доломитный известняк	2,5	3,0	3,4	3,7	3,8	То же—1,57 То же—для всех значений h —25,0.
5. Доломитный известняк, плотный известняк	3,7	4,5	5,2	5,6	5,8	
6. Мрамор, гранит, сланцы	16,0	20,0	23,0	25,0	25,0	
7. Порфиры, андезиты	21,0	25,0	25,0	25,0	25,0	Для двойной мостовой коэффициент—1,25
8. Мостовые одиночные:	2,5	3,0	3,5	3,8	3,9	
15 см	2,9	3,5	4,0	4,1	4,4	
20 „	4,2	5,0	5,7	6,2	6,3	— — —
9. Габрионы	1,8	2,2	2,5	2,7	2,7	
10. Связные хворостяные покрытия, тщательное хворостяное крепление	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	
11. Дерн свежий плашмя	1,3	1,7	2,0	2,2	2,2	
12. Дерн свежий в стенку						

Таблица 241

Наименование грунта	Размеры частиц грунта, мм	Средняя глубина потока, м			
		0,4	1,0	2,0	3 и более
1. Пыль и ил	0,005—0,05	0,12—0,17	0,15—0,21	0,17—0,24	0,19—0,26
2. Песок мелкий	0,05—0,25	0,17—0,27	0,21—0,32	0,24—0,37	0,26—0,40
3. Песок средний	0,25—1,0	0,27—0,47	0,32—0,57	0,37—0,65	0,40—0,70
4. Песок крупный и супесь	1,0—2,5	0,47—0,53	0,57—0,65	0,65—0,75	0,70—0,80
5. Гравий мелкий	2,5—5,0	0,53—0,65	0,65—0,80	0,75—0,90	0,80—0,95
6. " средний	5,0—10,0	0,65—0,80	0,80—1,0	0,90—1,1	0,95—1,2
7. " крупный	10—15	0,80—0,95	1,0—1,2	1,1—1,3	1,2—1,4
8. Галька мелкая	15—25	0,95—1,2	1,2—1,4	1,3—1,6	1,4—1,8
9. " средняя	25—40	1,2—1,5	1,4—1,8	1,6—2,1	1,8—2,2
10. " крупная	40—75	1,5—2,0	1,8—2,4	2,1—2,8	2,2—3,0
11. Булыжник мелкий	75—100	2,0—2,3	2,4—2,8	2,8—3,2	3,0—3,4
12. " средний	140—150	2,3—2,8	2,8—3,4	3,2—3,9	3,4—4,2
13. " крупный и каменная наброска	150—200	2,8—3,2	3,4—3,9	3,9—4,5	4,2—4,9
14. Валун	>200	>3,2	>3,9	>4,5	>4,9

Таблица 242

Наименование грунта или тип крепления	Наибольшая скорость, м/сек
Илистый грунт	0,3
Мелкий и средний песок, супеси	0,4
Крупный песок, суглинок тощий	0,8
Суглинок	1,0
Глина	1,2
Известняки, песчаники средние	4,0
Одерновка плашмя	1,0
Одерновка в стенку	1,6
Мощение одностороннее	2,0
Мощение двойное	3,0—3,5

Минимальные уклоны для труб без расчетных диаметров принимаются:

для труб диаметром 125 мм	—0,01
" " " 150 "	—0,007
" " " 200 "	—0,005

При неблагоприятном рельефе местности на отдельных участках сети для труб диаметром 200 мм может быть допущен уклон 0,004.

Для остальных диаметров минимальные уклоны определяются по значению минимальной самоочищающей скорости.

Независимо от данных гидравлического расчета уклон труб и каналов не должен быть меньше 0,0005.

§ 60. ТАБЛИЦЫ РАСЧЕТА ТРУБ И КАНАЛОВ

Для гидравлического расчета самотечных труб и каналов могут быть использованы расчетные таблицы, составленные по формулам

$$Q = KV\sqrt{I} \quad \text{и} \quad v = w\sqrt{I},$$

где Q — расчетные расходы, л/сек;

v — расчетные скорости, м/сек;

I — гидравлический уклон, равный уклону лотка;

K — расходная характеристика, л/сек;

w — модуль скорости, м/сек.

В расчетных таблицах значения коэффициента шероховатости приняты по формуле Павловского:

для бетонных круглых труб — 0,013;

для открытых прямоугольных каналов — 0,025.

Подсчет значения $\sqrt{I}$ приведен в табл. 243.

Таблица 243

Значения I

I	$\sqrt{I}$	I	$\sqrt{I}$	I	$\sqrt{I}$
0,0008	0,0283	0,0080	0,0894	0,0250	0,1581
0,0010	0,0316	0,0090	0,0949	0,0275	0,1658
0,0020	0,0447	0,0100	0,1000	0,0300	0,1732
0,0030	0,0548	0,0125	0,1118	0,0325	0,1803
0,0040	0,0632	0,0150	0,1225	0,0350	0,1871
0,0050	0,0707	0,0175	0,1323	0,0375	0,1936
0,0060	0,0774	0,0200	0,1414	0,0400	0,2000
0,0070	0,0837	0,0285	0,1500	0,0450	0,2121

Значения K и w для различных заполнений круглых трубопроводов диаметром 150—2000 мм при $n=0,013$ даны в табл. 244.

Значения K и w для открытых прямоугольных каналов при различных заполнениях шириной от 250 до 1800 мм при $n=0,025$ даны в табл. 245.

Значения K и w для трапециoidalных каналов при различных заполнениях для ширины по низу 0,4, 0,8 и 1,2 м, при $n=0,025$, даны в табл. 246.

Круглые трубы: D , мм; K , с/сек; w , м/сек; $n=0,013$

Степень заполнения h/D	125		150		200		250		300	
	K	w	K	w	K	w	K	w	K	w
0,10	1,9	3,0	3,4	3,4	6,9	4,2	12,7	4,8	20,3	5,5
0,15	4,6	4,0	7,5	4,5	16,0	5,4	29,1	6,3	47,3	7,1
0,20	8,2	4,7	13,4	5,3	28,7	6,4	52,5	7,5	84,7	8,4
0,25	12,9	5,4	20,7	6,0	44,7	7,3	81,3	8,5	130	9,6
0,30	18,3	5,9	29,8	6,7	61,2	8,1	116,0	9,4	189,0	10,6
0,35	24,9	6,5	40,2	7,3	87,2	8,9	158,0	10,3	258,0	11,7
0,40	31,6	6,9	51,4	7,8	110,0	9,4	200,0	10,9	327,0	12,4
0,45	39,1	7,3	63,3	8,2	137,0	10,0	249,0	11,6	404,0	13,1
0,50	46,7	7,6	76,0	8,6	156,0	10,5	287,0	12,1	485,0	13,7
0,55	55,4	7,9	88,7	8,9	193,0	10,9	349,0	12,6	570,0	14,3
0,60	62,4	8,1	101,6	9,2	224,0	11,2	400,0	13,0	650,0	14,7
0,65	70,1	8,3	114,1	9,4	242,0	11,5	450,0	13,3	731,0	15,0
0,70	77,6	8,5	126,3	9,7	279,0	11,7	498,0	13,6	809,0	15,4
0,75	84,5	8,6	137,6	9,7	304,0	11,8	543,0	13,8	883,0	15,5
0,80	90,7	8,6	147,6	9,7	326,0	11,9	582,0	13,8	945,0	15,6
0,85	95,5	8,6	155,4	9,7	343,0	11,9	612,0	13,6	995,0	15,6
0,90	98,8	8,5	160,8	9,6	355,0	11,7	640,0	13,6	1030,0	15,4
0,95	99,6	8,3	162,1	9,3	358,0	11,4	639,0	13,3	1038,0	15,0
1,00	92,7	7,6	150,8	8,5	330,0	10,5	594,0	12,1	970,0	13,7

Продолжение табл. 244

Степень заполнения h/D	350		400		450		500		550	
	K	w	K	w	K	w	K	w	K	w
0,10	30,6	6,1	43,3	6,6	59,8	7,2	77,9	7,6	100	8,1
0,15	70,7	7,8	102	8,6	139,0	9,3	183,0	9,9	237	10,6
0,20	129	9,4	183	10,2	252,0	11,1	333,0	11,9	430	12,7
0,25	201	10,7	284	11,6	390,6	12,6	520	13,6	652	14,4
0,30	289	11,9	409	12,9	557,0	13,9	743	15,0	952	15,9
0,35	390	13,0	553	14,1	754,0	15,2	1039	16,3	1282	17,3
0,40	496	13,8	703	15,0	961,0	16,2	1275	17,4	1649	18,6
0,45	613	14,6	867	15,8	1188,0	17,1	1578	18,4	2034	19,6
0,50	737	15,3	1044	16,6	1425,0	17,9	1896	19,3	2451	20,6
0,55	863	15,9	1226	17,3	1678,0	18,7	2215	20,0	2854	21,3
0,60	984	16,3	1366	17,8	1925,0	19,3	2551	20,7	3281	22,0
0,65	1105	16,7	1572	18,2	2154,0	19,7	2862	21,2	3692	22,6
0,70	1157	16,9	1646	18,4	2366,0	19,9	3170	21,6	4084	23,0
0,75	1334	17,2	1903	18,8	2604,0	20,3	3444	21,8	4454	23,3
0,80	1429	17,3	2033	18,9	2789,0	20,4	3739	21,9	4764	23,4
0,85	1504	17,5	2146	18,9	2936,0	20,4	3889	21,9	5012	23,3
0,90	1556	17,1	2220	18,6	3038,0	20,2	4024	21,6	5187	23,0
0,95	1669	16,6	2239	18,1	3063,0	19,6	4058	21,1	5230	22,4
1,00	1474	15,3	2088	16,6	2850,0	17,9	3792	19,3	4902	20,6

Степень заполнения, h/D	600		700		800		900	
	K	w	K	w	K	w	K	w
0,10	128	8,7	193	9,6	276	10,5	379	11,4
0,15	298	11,2	453	12,5	644	13,6	887	14,8
0,20	540	13,4	818	14,9	1161	16,2	1597	17,6
0,25	837	15,2	1267	16,9	1812	18,5	2479	20,0
0,30	1205	16,9	1814	18,7	2598	20,5	3544	22,1
0,35	1623	18,4	2449	20,4	3500	22,3	4783	24,1
0,40	2067	19,6	3115	21,7	4444	23,7	6099	25,7
0,45	2556	20,7	3849	22,9	5510	25,1	7557	27,2
0,50	3070	21,7	4641	24,1	6615	26,3	9072	28,5
0,55	3604	22,6	5448	25,1	7768	27,4	10660	29,7
0,60	4135	23,3	6267	25,9	8929	28,3	12220	30,6
0,65	4646	23,9	7069	26,5	10020	29,0	13690	31,3
0,70	5135	24,3	7766	27,0	11080	29,5	15170	31,9
0,75	5630	24,7	8654	27,3	12090	29,9	16530	32,3
0,80	6033	24,9	9069	27,5	12920	30,0	17680	32,5
0,85	6321	24,7	9533	27,4	13620	29,9	18640	32,4
0,90	6541	24,4	9865	27,1	14100	29,6	19290	32,0
0,95	6595	23,8	9948	26,3	14220	28,8	19450	31,1
1,00	6140	21,7	9262	24,1	13230	26,3	18140	38,5

Степень заполнения, h/D	1000		1100		1200		1300	
	K	w	K	w	K	w	K	w
0,10	541	12,2	645	13,0	814	13,8	1012	14,6
0,15	1169	15,3	1513	16,9	1896	17,8	2352	18,8
0,20	2117	18,9	2724	20,1	3420	21,2	4240	22,4
0,25	3290	21,5	4239	22,9	5332	24,2	6620	25,6
0,30	4693	23,7	6061	25,3	7642	26,8	9436	28,2
0,35	6345	25,9	8182	27,6	10302	29,2	12754	30,8
0,40	8087	27,6	10390	29,3	13164	31,2	16240	32,8
0,45	10020	29,2	12870	31,0	16300	33,0	20180	34,8
0,50	12030	30,6	15500	32,6	19470	34,4	24180	36,4
0,55	14130	31,9	18230	34,0	22960	36,0	28440	38,0
0,60	16170	32,8	20880	35,0	26760	37,0	32500	39,0
0,65	18140	33,6	23390	35,8	29400	37,8	36500	40,0
0,70	20080	34,2	25850	36,4	32620	38,6	40180	40,8
0,75	21930	34,7	28290	37,0	35500	39,0	44000	41,2
0,80	23420	34,8	30210	37,1	38200	39,4	47330	41,6
0,85	24690	34,7	31850	37,0	40180	39,2	49700	41,4
0,90	25500	34,3	32960	36,6	41580	38,8	51420	41,0
0,95	25770	33,4	32240	35,6	41920	37,8	51840	39,8
1,00	24060	30,6	31000	32,6	38940	34,4	48360	36,4

Степень заполнения h/D	1400		1500		1600		2000	
	K	w	K	w	K	w	K	w
0,10	1240	15,4	1465	15,9	1770	16,8	3160	19,3
0,15	2870	19,8	3417	20,6	4092	21,6	7370	24,9
0,20	5180	23,6	6120	24,5	7381	25,7	13190	29,6
0,25	8000	26,8	9643	27,9	11490	29,3	20780	33,8
0,30	11530	29,7	13500	30,9	16450	32,4	29730	37,5
0,35	15240	31,7	18530	33,6	21740	34,6	39940	40,8
0,40	19850	34,5	23660	36,0	28300	37,7	51010	43,6
0,45	24570	36,5	29370	38,1	35030	39,9	63320	46,2
0,50	29430	38,2	35260	39,9	42000	41,8	76010	48,4
0,55	34680	39,9	41320	41,5	49490	43,6	89070	50,3
0,60	39610	41,1	47490	42,8	56420	44,9	102400	51,9
0,65	44410	42,0	53380	43,9	63790	46,1	115100	53,2
0,70	49150	42,7	59080	44,7	70130	46,8	127400	54,2
0,75	53900	43,3	64370	45,3	76600	47,4	138700	54,9
0,80	57700	43,6	69040	45,5	82200	47,6	148800	55,2
0,85	60600	43,5	72670	45,4	86400	47,5	156800	55,1
0,90	62850	43,1	75210	44,9	89600	47,0	162200	54,4
0,95	63220	41,8	75810	43,7	90210	45,7	163400	53,0
1,00	58860	38,2	70520	39,5	84000	41,8	152000	48,4

Таблица 245

Открытые прямоугольные каналы: ширина B , мм; K , л/сек; w , м/сек; $n=0,025$

Заполне- ние h , м	$B=250$		$B=300$		$B=350$		$B=400$		$B=500$		$B=600$	
	K	w	K	w	K	w	K	w	K	w	K	w
0,2	697	14,0	900	15	1110	15,8	1330,0	16,6	1785	17,8	2240	18,7
0,4	1606	16,0	2111	17,6	2650	18,9	3200,0	20,0	4420	22,1	5740	23,8
0,6	2548	17,0	3380	18,7	4270	20,3	5250,0	21,8	7275	24,2	9450	26,2
0,8	3560	17,5	4660	19,4	5920	21,1	7250,0	22,7	8844	25,5	11380	27,8
1	—	—	—	—	—	—	—	—	13160	26,3	17400	29,0
1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21250	29,6

Окончание табл. 245

Заполне- ние h , м	$B=800$		$B=1000$		$B=1200$		$B=1400$		$B=1600$		$B=1800$	
	K	w	K	w	K	w	K	w	K	w	K	w
0,2	3210	20,1	4220	21,1	5220	21,7	6250	22,3	7230	22,6	8290	23
0,4	8400	26,3	11240	28,2	14300	29,7	17350	30,9	20400	31,8	23600	32,6
0,6	14300	29,7	19500	32,5	24900	34,5	30300	36,1	36200	37,6	42700	39,5
0,8	20400	31,8	28100	35,1	36200	37,7	44800	40,0	53500	41,8	62600	43,5
1	26750	33,4	37100	37,1	48000	40,0	59500	42,6	71970	44,9	84400	46,9
1,2	33100	34,5	46250	38,5	60080	41,8	75000	44,6	90400	47,2	107200	49,5
1,4	39750	35,4	55700	39,8	72300	43,1	90030	46,1	109500	49,0	131000	51,7
1,6	46300	36,2	64800	40,5	84800	44,2	107000	47,7	130000	50,8	153000	53,1
1,8	—	—	74300	41,3	97400	45,1	123000	48,7	150000	52,0	177800	54,9
2	—	—	83800	41,9	110000	45,8	139800	49,8	169000	52,8	201000	55,8

Таблица 246

Открытые трапециевидные каналы: B - ширина по низу—м,
 K , м³/сек; w , м/сек; $n=0,025$

Заполнение h , м	$B=0,4$ $m=1:1$		$B=0,4$ $m=1:1,5$		$B=0,8$ $m=1:1$		$B=0,8$ $m=1:1,5$		$B=1,2$ $m=1:1$		$B=1,2$ $m=1:1,5$	
	K	w	K	w	K	w	K	w	K	w	K	w
0,2	1,2	9,9	1,4	10	2,22	11,1	2,42	11	3,27	11,7	2,48	11,6
0,4	4,5	14	5,76	14,4	7,55	15,7	8,35	15,8	10,3	16,8	12,08	16,8
0,6	10,4	17,3	14,1	18,1	16,2	19,3	20	19,6	22,3	20,7	26,4	20,8
0,8	19,4	20,2	27,4	21,4	28,75	22,4	36,8	23	38,2	23,8	46,5	24,2
1	32,1	22,9	46,3	24	45	25	59,8	25,9	53,8	26,7	73,3	27,2
1,2	47	24,5	71,3	27,2	66	27,5	89,5	28,7	84,5	29,3	108	30
1,4	70	27,7	104	29,7	92	29,9	127,8	31,4	116	31,8	151	32,7

Порядок расчета

По заданным значениям Q и I определяется $K = \frac{Q}{\sqrt{I}}$.

В зависимости от характера внутренней поверхности труб и каналов по табл. 241 устанавливается коэффициент шероховатости.

В случае несоответствия установленного коэффициента шероховатости с расчетным табличным, полученное значение K умножается на коэффициент по табл. 247. По полученному значению K подбирается значение диаметра по выбранному показателю степени заполнения, а также соответствующее значение w .

Таблица 247

Таблица поправочных коэффициентов к значениям K и w при переходе на другие коэффициенты шероховатости

n_{ϕ}	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017	0,018	0,020	0,0225	0,025	0,030
n											
0,013	1,18	1,08	1,00	0,93	0,87	0,765	0,72	0,65	0,58	0,51	0,53
0,025	2,27	2,08	1,94	1,79	1,67	1,47	1,39	1,25	1,11	1,00	0,83

По найденному значению w определяется расчетная скорость v .

Расчет обводненных каналов с полудиркулярным лотком производится отдельно: полудиркулярный лоток рассчитывается по таблицам для круглых трубопроводов по расходу производственных сточных вод, прямоугольная часть канала по расходу только дождевого стока.

ГЛАВА XV

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

§ 61. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОЖДЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

Расчет дождевой канализационной сети выполняется в следующем порядке:

1) по формуле

$$q_c = \eta \cdot z_{cp} \cdot \frac{A^{1,2}}{t^{1,2 n - 0,1}}, \text{ л/сек} \cdot \text{га (см. § 53),}$$

где обозначения по предыдущему; вычерчивается кривая зависимости модуля стока q_c от продолжительности дождя t . Эта кривая наносится на график в логарифмических координатах, как показано на фиг. 207. На нем по оси абсцисс откладывается продолжительность дождя, по оси ординат соответствующая ей интенсивность;

2) дождевая сеть разбивается на расчетные участки по признаку постоянства уклона, направления трассы и расхода. Границы участков назначаются в местах присоединения притоков и с учетом того, чтобы диаметры соседних участков отличались на один и более номеров сортамента (что устанавливается в процессе расчета).

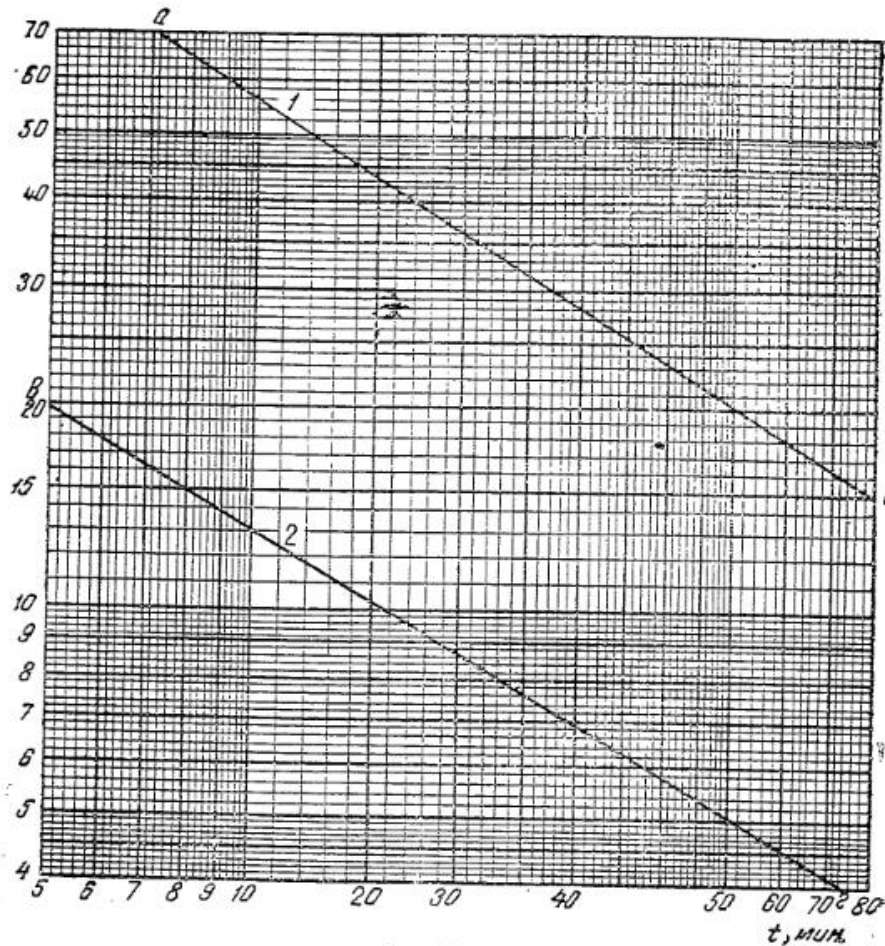
Примерная схема ливневой сети показана на фиг. 208;

3) на план наносятся границы приточных площадей к каждому расчетному участку и их размеры, длины участков сети и намечаемые уклоны;

4) заполняется форма расчетной ведомости, показанная в табл. 248.

Графы 1—5, 11, 12 заполняются по картографическим материалам;

5) в графу 6 вписывается время поверхностного добегающего $t_{пов} = t_{н.к} + 1,25 t_n$, исчисляемое приемами, указанными в § 54. Это время переносится в графу 8;



Фиг. 207

Кривые зависимости

а—б—интенсивности дождя от его продолжительности;
в—г—модули стока от продолжительности дождя.

6) по этому времени, по графику на фиг. 207, определяются модуль стока (графа 9) и расход $Q = q_c F$ (графа 10);
7) по значениям Q и I (графа 12), по расчетным таблицам (§ 60), определяются диаметр первого приближения (графа 13), расчетное заполнение (графа 15) и скорость первого приближения (графа 16);

8) по скорости первого приближения (графа 16) и по длине участка определяется время протекания по расчетному участку в первом приближении $t_{0-1} = 2 \frac{L_{0-1}}{v_{0-1}}$ (графы 17, 18);

Таблица 248

Ведомость гидравлического расчета дождевой канализации (пример расчета)

Участок	Длина, м	Площадь стока, га			Время добегания, мин., сек.			Модуль стока, л/сек	Расход, л/сек	Уклон		Сечение канала, мм
		к началу участка	к участку	всего	к началу сети	по участкам	всего			поверхности земли	дна лотка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0-1	250	20	15	35	8'20"	—	8'20"	15,8	553	0,005	0,005	700
0-1	250	20	15	35	8'20"	4'20"	12'40"	11,8	413	0,005	0,005	600
1-2	200	35	9	44	8'20"	4'45"	13'05"	11,5	506	0,004	0,004	700
1-2	200	35	9	44	8'20"	8'35"	16'55"	10,0	440	0,004	0,004	650
2-3	230	44	16	60	8'20"	8'45"	17'05"	9,8	588	0,003	0,003	750
2-3	230	44	16	60	8'20"	13'35"	21'55"	7,7	462	0,003	0,003	700
					8'20"	13'55"	22'15"					

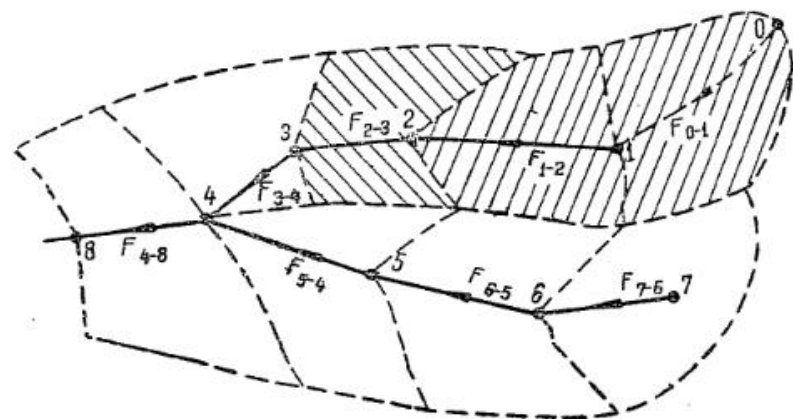
Окончание табл. 248

Участок	Заполнение канала	Скорость, м/сек	Время добегания, мин., сек.		Отметки, м						Глубины заложения, м	
					поверхности земли		дна лотка		зеркало воды			
			по участку	всего от начала канала	в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
0—1	0,70	1,91	4'20"	4'20"	45,83	44,58	—	—	—	—	—	—
0—1	0,78	1,74	4'45"	4'45"	45,83	44,58	44,13	42,88	44,60	43,35	1,70	1,70
1—2	0,72	1,72	3'50"	8'35"	44,58	43,78	—	—	—	—	—	—
1—2	0,75	1,65	4'00"	8'45"	44,58	43,78	42,83	42,03	43,32	42,52	1,75	1,75
2—3	0,79	1,58	4'50"	13'35"	43,78	43,04	—	—	—	—	—	—
2—3	0,75	1,50	5'10"	13'55"	43,78	43,09	41,98	41,29	42,51	41,82	1,80	1,80

Примечание. Повторным расчетом время добегания уточняется в достаточной степени и дальнейшее его уточнение последующим перерасчетом не требуется.

9) по этому времени протекания, которое переносится в графу 7, определяются уточненное расчетное время добегания (графа 8) и уточненные гидравлические показатели (графы 9, 10, 13—18);

10) уточненное время протекания по участку 0—1 (графа 18, вторая строка) переносится в первую строку расчета участка 1—2 (графа 7);



Фиг. 208
План сети с показанием расчетных участков

11) расчет участка ниже слияния двух веток водосточной сети (интервал 4—8 на фиг. 208) производится, рассматривая его как продолжение той ветки сети, которая в точке слияния (точка 4) дает более высокое время добегания;

12) в тех случаях, когда верхняя часть бассейна стока имеет более низкое значение коэффициента стока или, когда в верхней части бассейна сток осуществляется по открытым логам большой протяженности с пониженной скоростью, необходим перерасчет сети с исключением этой части бассейна. Контрольный расчет может дать более высокий расчетный расход, вследствие уменьшения времени расчетного дождя и повышения его интенсивности;

13) порядок составления продольного профиля коллектора приведен в § 64.

§ 62. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТВОДА ДОЖДЕВЫХ ВОД С ВНЕШНИХ ПЛОЩАДЕЙ СТОКА

Расчет количества дождевых вод, поступающих с внешних площадей стока по естественным склонам и логам, может быть выполнен методами, изложенными ниже.

1. Метод, предложенный проф. Д. Л. Соколовским. Время добегания по логу в первом приближении определяется по формуле

$$t'_k = \frac{L_n}{3,6 v_n} \text{ в часах,}$$

где L_n — длина лога, км;

v_n — средняя скорость стекания по логу, определяемая по формуле

$$v_n = 17 \cdot I_n^{0,4} \cdot h^{0,5}, \text{ м/сек,}$$

где I_n — средний уклон лога;

h — средняя глубина потока, м, определяемая в замыкающем створе лога.

В первом приближении v_n принимается:

для логов заболоченных — 0,6 — 1 м/сек;

„ равнинных — 1 — 1,5

„ полугорных и холмистых — 1,5 — 2,5 м/сек;

„ горных — 2,5 — 3,5 м/сек.

Время добегания по логу в первом приближении

$$t'_k = \frac{L_n}{3,6 v_n}, \text{ часов.}$$

Расход потока в замыкающем створе лога в первом приближении

$$Q_{\max} = \frac{0,28 H_T \cdot \alpha \cdot F}{t_1} \cdot f, \text{ м}^3/\text{сек,}$$

где α — коэффициент стока, определяемый по формуле

$$\alpha = z_{\text{ср}} \cdot q^{0,2} \cdot (60 t'_k)^{0,1},$$

где $z_{\text{ср}}$ — средний коэффициент покрытия;

t'_k — время добегания по логу в первом приближении, часы;

q — интенсивность дождя, л/сек · га, определяемая по значению $60 t'_k$ (по графику на фиг. 207);

t_1 — время дождя, часы, равное времени добегания t'_k ;

F — площадь бассейна, км²;

f — коэффициент, связанный с формой гидрографа¹, для логов, равный 1,2;

H_T — количество осадков, мм, за все время дождя, определяемое по формуле

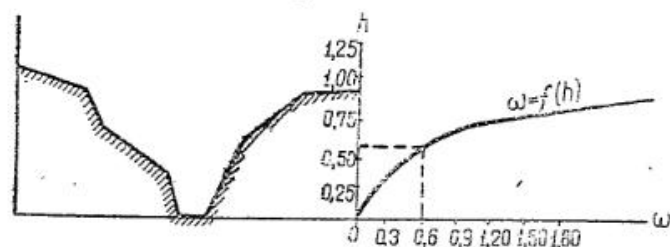
$$H_T = \frac{20'' \cdot q_{20} (1 + C \lg p)}{166,7} (60 \cdot t_1)^{1-n}.$$

¹ Кривая, выражающая изменение расхода дождевых вод по времени, включающая ветвь нарастания и спада.

По полученному $Q_{\max}$ и подобранному значению v_a определяется площадь живого сечения потока в замыкающем створе

$$\omega = \frac{Q_{\max}}{v_a} \text{ м}^2.$$

Для определения средней глубины потока h производится съемка замыкающего створа лога и вычерчивается кривая зависимости площади живого сечения потока от его средней глубины, как показано на фиг. 209.



Фиг. 209

Кривая зависимости площади живого сечения лога ω , м², от высоты его заполнения h , м

По полученному значению ω и по кривой зависимости определяется средняя глубина потока h , а по формуле $v_a = 17 \cdot I_a^{0.4} h^{0.5}$ — уточненное значение v_a , и затем уточненное значение времени добега $t_k = \frac{L_a}{60 \cdot v_a}$ и равная этому времени продолжительность дождя ($t_1 = t_k$).

По этим данным определяется уточненное значение коэффициента стока α и количество стекающих дождевых вод в замыкающем створе лога.

Число повторных перерасчетов определяется требуемой точностью расчета.

2. Метод СоюздорНИИ (утвержденный Министерством автомобильного транспорта и шоссейных дорог в 1954 г.). Количество стекающих дождевых вод и общий объем стока за время дождя определяется по формулам, номограммам и таблицам, приведенным в „Формах стока“ и „Инструкции по расчету стока и отверстий малых мостов и труб“, Автотрансиздат, 1955.

Для внешних бассейнов стока площадью до 300 га с целью определения расхода дождевых вод может быть использован способ, рекомендуемый ДорНИИ ГУШОСДОРА (проф. Е. В. Болдоков) [18, 22].

Расход дождевых сточных вод определяется по формуле

$$Q = M \cdot F \text{ м}^3/\text{сек},$$

где M — модуль стока, м³/сек · км²;

F — площадь бассейна, км².

Модуль стока определяется по пяти показателям:

- 1) климатическому району места;
- 2) периоду однократного превышения расчетного расхода P ;
- 3) характеру бассейна;
- 4) категории грунта и времени стекания.

По климатическим признакам устанавливаются два основных района.

Район 1: северная граница — Прибалтика, Ленинград, Свердловск; южная граница — Белоруссия, Мценск, Воронеж, Сталинград.

К этому району присоединяются: север Крыма, южная Сибирь, Средняя Азия.

Район 2: южная граница — Львов, водораздел Буг—Днестр, Мелитополь, Ростов—Дон, Северный Кавказ.

К этому району присоединяются: южный Крым, Закавказье, горные районы Средней Азии, Алтай, Забайкалье, Приамурье.

Для Молдавской ССР и Карпат модуль района 1 увеличивается в 1,3—1,5 раза; для Черноморского побережья, бассейна р. Уссури и Приморья — в 1,4—1,8 раза.

Категории грунта принимаются:

- I — непроницаемый грунт; скала без трещин;
- II — глина, солонцы, суглинистые;
- III — тучный чернозем, суглинки, солончаки суглинистые, подзолистые и серые лесные суглинки;
- IV — каштановые почвы, чернозем обычный, солонцы супесчаные;
- V — серолесные почвы, супеси с примесью гумуса, задернованные супеси;
- VI — чистые открытые супеси.

Время стекания τ равно $\tau_1 + \tau_2$,

где τ_1 — время стекания по склону и τ_2 — по логу (при отсутствии выраженного лога $\tau_2 = 0$);

$\tau_1 = x \cdot y$ минут. Значения x и y определяются по табл. 253 и 254.

τ_2 определяется по табл. 250.

Приближенные значения полного времени стекания по бассейну τ на 100 м длины лога в минутах показаны в табл. 249.

Предварительно, по табл. 249 определяется приближенное время стекания по бассейну τ в мин. и по табл. 251 и 252 — приближенное значение модуля стока M' и приближенный расход $Q' = M' \cdot F$. По приближенному расходу Q' по табл. 250 определяются значения τ_2 и по табл. 253 и 254 значение $\tau_1 = x \cdot y$ и уточненное значение времени добега $\tau = \tau_1 + \tau_2$.

Таблица 249

Редьф бассейна Поверхность	Средний уклон склонов в тысячных				
	Равнин- ный	Слабо покатый	Хол- мистый	Гори- стый	Горный
	5	20	50	100	300
Болотная низменная	30	15	8	—	—
Залесенная	15	10	6	3	2
Луговая, степная	10	6	3	2	1
Слабо овражистая	6	3	2	1	0,7
Сильно овражистая	—	—	1,5	1	0,5
Скалистая ровная	—	—	—	0,8	0,4

Таблица 250

Время стекания по логу τ_2 в мин. на 100 м длины лога

Расход, м³/сек	Средний уклон в тысячных											
	1	2	3	5	7	10	15	20	30	40	60	100
Ровное земляное ложе												
3	4,6	3,5	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,97	0,85
5	4,1	3,1	2,6	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,85	0,75
7	3,7	2,8	2,4	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	1,0	0,90	0,78	0,70
10	3,4	2,6	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	0,93	0,84	0,70	0,63
15	3,0	2,3	2,0	1,5	1,5	1,3	1,2	1,0	0,85	0,75	0,65	0,55
20	2,8	2,1	1,9	1,5	1,4	1,2	1,1	0,93	0,79	0,70	0,60	0,50
Извилистое или заросшее ложе												
3	5,5	4,1	3,6	2,9	2,6	2,4	1,9	1,8	1,5	1,3	1,2	0,95
5	4,8	3,6	3,2	2,6	2,3	2,0	1,7	1,6	1,3	1,2	1,0	0,80
7	4,4	3,3	2,9	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	0,93	0,78
10	4,0	3,0	2,6	2,2	1,9	1,5	1,4	1,3	1,1	0,97	0,85	0,71
15	3,6	2,8	2,4	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	0,90	0,77	0,64
20	3,4	2,6	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	0,94	0,84	0,72	0,58
Сильно заросшее ложе, засоренное камнями												
3	6,6	5,1	4,4	3,6	3,2	2,8	2,4	2,2	1,8	1,7	1,5	1,2
5	5,9	4,5	3,9	3,2	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3	1,0
7	5,4	4,1	3,6	2,9	2,6	2,3	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	0,94
10	5,0	3,7	3,3	2,7	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	0,86
15	4,5	3,4	2,9	2,4	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3	1,1	0,95	0,77
20	4,2	3,2	2,7	2,2	2,0	1,7	1,5	1,4	1,2	1,0	0,88	0,74

Таблица 251

Модуль стока M , м³/сек на км². Характер бассейна: луг, пашня

Время стекания, мин.	$p=1$ год				$p=5$ лет				$p=10$ лет						
	Район 1		Район 2		Район 1		Район 2		Район 1		Район 2				
	Почвогрунты				Почвогрунты				Почвогрунты						
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV			
15	7,3	6,3	5,2	3,7	4,3	3,7	2,2	1,5	14	10	7	15	13	11	8,2
30	5,2	4,2	3,7	2,4	2,2	1,4	0,8	0,4	10	7	10	11,0	9,3	7,8	4,2
45	4,1	2,9	2,4	1,6	1,5	0,6	0,4	0,2	10	7	7,8	8,8	7,6	6,0	2,8
60	3,3	2,4	2,0	1,3	1,0	0,5	0,3	0,2	7,8	6,0	4,6	7,3	6,2	4,6	2,0
80	2,8	2,0	1,6	1,0	0,6	0,4	0,3	0,2	6,3	3,0	3,2	6,0	4,3	3,2	1,2
100	2,4	1,7	1,3	0,8	0,4	0,3	0,2	0,1	5,3	3,9	2,4	4,8	3,5	2,4	0,8
120	2,2	1,6	1,2	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1	4,6	3,3	2,0	4,3	3,2	2,2	0,5
150	2,0	1,4	1,0	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	4,2	3,1	1,5	3,9	2,8	1,8	0,4
200	1,6	1,2	0,8	0,4	0,15	0,1	0,1	0,1	3,7	2,6	0,7	3,3	2,3	1,2	0,3
250	1,4	0,9	0,7	0,3	0,15	0,1	0,1	0,1	3,0	2,2	0,1	3,3	2,3	0,8	0,3
300	1,2	0,7	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	2,6	1,7	0,1	2,8	1,9	0,6	0,2
400	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	2,3	1,4	—	2,5	1,7	0,3	0,1
500	0,7	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,8	1,2	—	1,9	1,3	0,3	—
700	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,4	1,0	—	1,6	1,1	0,3	—
									1,1	0,7	—	1,2	0,9	0,3	—

Примечание. Почвогрунты, не показанные в таблице, объединяются в графе с последней показанной категорией.

Модуль стока M , м/сек на км². Характер бассейна: лес, частичный мох

Время стекания, мин.	$p=1$ год			$p=5$ лет			$p=10$ лет		
	Район 1			Район 1			Район 1		
	Район 2			Район 2			Район 2		
	Почвогрунты			Почвогрунты			Почвогрунты		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
15	5,2	3,8	2,7	8,2	6,9	3,1	9,7	7,4	5,2
30	3,7	2,7	2,1	6,0	4,4	2,4	7,1	5,2	3,5
45	3,0	2,1	1,7	4,9	3,4	1,9	5,8	4,0	2,2
60	2,5	1,7	1,4	4,2	2,7	1,4	4,9	3,2	1,3
80	2,2	1,4	1,1	3,6	2,3	1,1	4,2	2,6	0,3
100	1,9	1,1	0,8	3,1	1,9	0,8	3,6	2,2	—
120	1,7	1,0	0,6	2,8	1,7	0,6	3,3	2,0	—
150	1,5	0,9	0,5	2,5	1,4	0,5	3,0	1,7	—
200	1,3	0,8	0,4	2,0	1,2	0,4	2,4	1,4	—
250	1,1	0,7	0,3	1,8	1,1	0,3	2,1	1,3	—
300	1,0	0,6	—	1,6	1,0	—	1,9	1,2	—
400	0,8	0,5	—	1,3	0,8	—	1,5	0,9	—
500	0,6	0,4	—	0,9	0,6	—	1,1	0,7	—
700	0,5	0,3	—	0,8	0,4	—	0,9	0,5	—

Примечание. Почвогрунты, не показанные в таблице, объединяются в графе с последней показанной категорией.

По табл. 251, 252 и по полученному значению τ определяется уточненное значение модуля стока M и расхода Q . Путем повторных расчетов и последовательного приближения определяется окончательное значение расхода Q , которое должно отличаться от предыдущего на -5% .

Таблица 253

Модуль стока, м/сек	Значения x									
	Уклоны склонов в тысячных									
	2	5	10	15	20	30	40	50	70	100
0,5	85	81	79	78	76	72	68	65	62	59
0,70	67	64	63	62	60	57	54	52	49	47
1	55	53	51	50	49	47	44	42	40	39
1,4	46	43	42	41	40	39	37	35	33	32
1,8	38	37	36	35	34	32	31	30	28	26
2,5	32	31	30	30	29	27	26	25	23	22
4	24	23	23	22	22	20	20	19	18	16
6	19	18	17	17	16	16	15	14	14	13
10	14	13	13	13	12	12	11	11	10	9,5
14	12	11	11	10	10	9,7	9,2	8,7	8,1	7,5
18	9,8	9,4	9,1	8,8	8,6	8,2	8,0	7,5	7,0	6,6
22	8,6	8,2	8,0	7,8	7,7	7,3	7,0	6,6	6,2	5,8

Таблица 254

Длина стекания, м	Значения y				
	Ровный луг с редкой травой	Луг с невы- сокой травой, пашня	Луг с вы- сокой травой, лес	Болотная поверх- ность, гус- той кустарник	Пересечен- ные ска- листые скло- ны, мох
100	1,6	1,9	2,5	3,3	4,0
200	2,1	2,5	3,3	4,4	5,4
400	2,8	3,3	4,4	5,7	7,0
700	3,5	4,1	5,4	7,2	8,8
1000	4,1	4,8	6,3	8,4	10,0
1500	4,8	5,6	7,5	9,8	12,0
2000	5,5	6,4	8,4	11,0	13,0
2500	6,2	7,1	9,2	13,0	15,0
3000	6,8	7,9	10,0	14,0	17,0

Примечания. При нарастании времени τ значительно падает показатель модуля стока, что может привести к уменьшению значения расхода Q . В тех случаях, когда получается большое значение для времени τ максимальный расход может получиться не со всей площади, а с ее части при сокращенном времени добегающего, которое устанавливается проверочными перерасчетами.

2. Если время стекания по склону к нижней точке лога (замыкающий створ) превысит время стекания по склону к верхней точке лога и по логу до замыкающего створа, то в расчет τ принимается большее время.

§ 63. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ ДЛЯ СБОРА И ОТВОДА ДОЖДЕВЫХ ВОД ОТ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПЛОЩАДОК

В нефтезаводских и нефтепромысловых условиях возникает необходимость изолированного отвода загрязненных нефтепродуктами дождевых сточных вод от обвалованных резервуарных парков и от площадок технологических установок.

Количество дождевых вод, отводимых от изолированной площадки, определяется по общей формуле, приведенной в § 51.

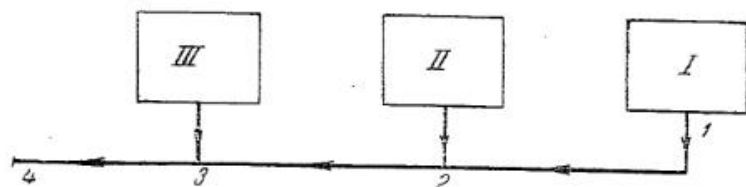
$$Q_{\text{макс}} = \frac{20^n \cdot q_{20} (1 + C \lg P)}{t^n} \cdot \psi \cdot F \text{ л/сек}$$

или

$$Q_{\text{макс}} = \frac{A \cdot \psi}{t^n} \cdot F \text{ л/сек.}$$

Коэффициент стока ψ получает в данном случае постоянные значения, как указано в § 53.

На фиг. 210 показан пример последовательного ряда площадок, обслуживаемых общим дождевым коллектором 1—2—3—4. Время добега с площадок I, II, III соответственно равно t_1 , t_2 , t_3 , исчисляемое приемом, указанным в § 54.



Фиг. 210

Отвод дождевых вод с замкнутых площадок I, II и III

Расчетное количество дождевых вод, стекающих по площадке I и отводимых по участку 1—2, будет равно

$$Q_1 = \frac{A \cdot \psi_1}{t_1^n} \cdot F_1 \text{ л/сек.}$$

По полученному расходу Q_1 и по уклону i_{1-2} в условиях полного заполнения определяются диаметр d_{1-2} и скорость v_{1-2} , а также время протока по участку

$$t_{1-2} = \frac{l_{1-2}}{v_{1-2}}.$$

Общее время добега к площадке II в точке 2 будет равно $t_2 = t_1 + t_{1-2}$ мин.

К этому моменту времени количество дождевых вод, стекающих с площадки II, будет равно

$$Q_2 = \frac{A}{t_2^n} \cdot \psi_2 \cdot F_2$$

или

$$Q_2 = \frac{A}{(t_1 + t_{1-2})^n} \cdot \psi_2 \cdot F_2 \text{ л/сек}$$

и общий расчетный расход дождевых вод на участке 2—3 будет равен

$$Q_{2-3} = Q_1 + Q_2 \text{ л/сек.}$$

По полученному значению Q_{2-3} и по уклону i_{2-3} в условиях полного заполнения определяются d_{2-3} , v_{2-3} и

$$t_{2-3} = \frac{l_{2-3}}{v_{2-3}}.$$

Расчетное количество дождевых вод, стекающих с площадки III, будет равно:

$$Q_3 = \frac{A}{(t_1 + t_{1-2} + t_{2-3})^n} \cdot \psi_3 \cdot F_3 \text{ л/сек.}$$

Расчетное количество дождевых сточных вод, отводимых по участку 3—4 к расчетному сечению 4, определится

$$Q_{3-4} = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

По полученному значению Q_{3-4} и по уклону i_{3-4} обычными приемами определяются расчетные d_{3-4} и v_{3-4} .

§ 64. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЩЕСПЛАВНОЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

Расчет общесплавной канализации складывается из:

1) расчета канализационной сети, учитывающего совместный отвод производственных и атмосферных сточных вод в условиях выпадения расчетного дождя;

2) контрольного перерасчета сети в условиях ее работы в сухую погоду.

При расчете канализационной сети на объединенный расход производственных и дождевых сточных вод требуется составление ведомости расходов производственных вод по расчетным участкам. Ведомость составляется по форме, показанной в табл. 255.

Ведомость расчетных расходов производственных сточных вод

Номер участка	Площадь участка, га	Удельный расход, л/сек·га	Общий расход по приточной площади, л/сек			Сосредоточенный расход, л/сек			Общий расход на участке, л/сек
			на участке	транзитный	всего	на участке	транзитный	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Порядок заполнения ведомости следующий:

В графе 2 показывается площадь, примыкающая к расчетному участку;

В графе 3—удельный расход сточных вод, который принимается равномерно распределенным по территории предприятия (§ 46); в расчете удельного расхода учитываются коэффициенты часовой неравномерности;

в графу 4 вписывается произведение значений граф 2 и 3; в графу 5 вписывается расход вышележащего расчетного участка без сосредоточенных расходов;

в графы 7, 8 и 9 в том же порядке вписываются сосредоточенные расходы сточных вод;

в графу 10 вписывается сумма расходов по графам 6 и 9.

Гидравлический расчет ведется по форме, показанной в табл. 248. В нее вносятся новые графы: между графами 10 и 11 вписываются 1) расходы производственных вод, полученные из ведомости по табл. 255, и 2) суммы дождевых и производственных вод.

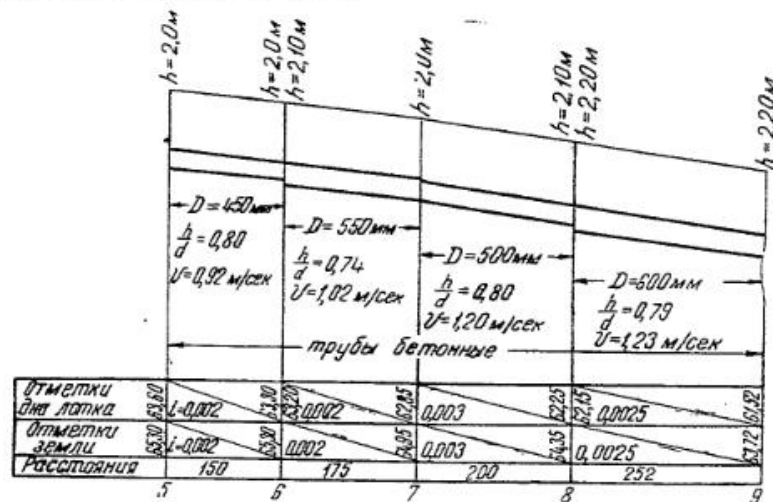
По окончании расчета составляется профиль по форме, показанной на фиг. 211.

Масштабы профиля принимаются: горизонтальный—по масштабу плана коллектора, вертикальный— $1/100$ или $1/200$.

При составлении профиля необходимо придерживаться следующих правил:

1) при изменении размеров сечения открытых каналов или глубины их заполнения соединение должно производиться по расчетному зеркалу воды. Для труб разных диаметров, как правило, их соединение должно производиться по расчетному

зеркалу допуская также соединение „шелыга в шелыгу“. Во всех случаях дно лотка входной трубы не должно быть ниже лотка выходной трубы;



Фиг. 211

Профиль канализационного канала

2) при изменении уклона трубопровода с меньшего на больший при диаметре от 250 мм и выше допускается переход с большего диаметра на меньший. При этом разница в диаметрах для труб диаметром до 300 мм не должна превышать одного размера по сортаменту. Для труб диаметром от 350 мм и более диаметры должны приниматься в соответствии с гидравлическим расчетом;

3) в тех случаях, когда по условиям рельефа местности скорость движения воды на низовых участках по сравнению с верховыми существенно снижается, такое уменьшение скорости должно осуществляться при проектировании постепенно на протяжении нескольких участков.

В техническом проекте на профиле должны быть показаны: подземные сооружения, пересекающие канализационный коллектор, материал труб, специальные основания под трубами, разрезы грунтов по скважинам, уровень грунтовых вод и пр.

По окончании основного гидравлического расчета общесистемной канализационной сети производится контрольный гидравлический перерасчет в условиях ее работы в сухую погоду.

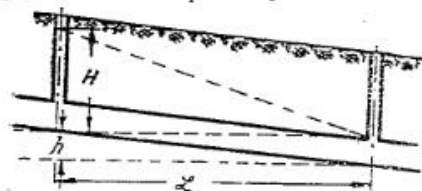
При этом проверяются расчетные скорости течения по трубам при отводе только производственных сточных вод, сохраняя принятые по основному расчету размеры сечения каналов (диаметры труб) и уклоны.

В случаях, когда скорости в условиях сухой погоды окажутся меньше допускаемых минимальных, необходимо внести соответствующие изменения в основные расчетные показатели.

Расчет раздельного отвода производственных сточных вод выполняется обычными приемами, принятыми для расчета городской хозяйственно-фекальной канализации, с введением коэффициентов часовой неравномерности в расчет удельных и сосредоточенных расходов.

§ 65. НАПОРНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ДОЖДЕВОЙ И ОБЩЕСПЛАВНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Согласно СН и П § 2 п. 4, водосточная сеть может проектироваться как с самотечным, так и с напорным режимом, в зависимости от рельефа местности и прочих условий.



Фиг. 212

Условия напорного режима в канализационной сети

Гидравлический расчет сети в условиях ее работы при напорном режиме допускает (при максимальных расчетных расходах) переполнение сети. Переполнение выразится в повышении уровня воды в смотровых колодцах и в образовании пьезометрического напора в коллекторе. При этом уровень воды в смотровых колодцах

должен оставаться во всех точках сети ниже отметки крышки люка.

В практике проектирования целесообразность расчета в условиях напорного режима возникает по преимуществу для отдельных участков сети или коллекторов небольшой длины при достаточно глубоком их заложении и при плоском рельефе. Расчетный расход при напорном режиме определяется по формуле

$$Q_{\text{нап}} = K \cdot Q,$$

где Q —расход дождевых вод, определяемый по обычной формуле

$$Q = \frac{A}{t^n} \cdot \psi \cdot F \text{ л/сек (§ 51);}$$

K —коэффициент напорности (см. ниже), меньший единицы ($K < 1$);

$Q_{\text{нап}}$ —расход, л/сек, по которому должны быть рассчитаны диаметр и др. показатели, принимая движение при безнапорном режиме в условиях полного заполнения трубопровода.

По расчетам проф. Н. Н. Белова [Л. 18] коэффициент напорности может быть выражен формулой

$$K = \frac{1}{\sqrt{a+1}} \left[\frac{(a+1)^{3/2} - 1}{1,5 a} \right]^n,$$

где a —отношение $\frac{I_n}{I_s}$, где I_s уклон лотка трубопровода,

равный $\frac{h}{L}$;

I_n —добавочный напорный уклон, равный $H:L$, по фиг. 212;
 n —показатель степени в формуле зависимости интенсивности расчетных дождей от их продолжительности (§ 51).

§ 66. РЕГУЛИРУЮЩИЕ ЕМКОСТИ ДЛЯ ДОЖДЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Регулирующие емкости для дождевых сточных вод целесообразно предусматривать:

1) в системах общесплавной и дождевой канализации, обслуживающих обширные нефтепромысловые площади при больших расчетных расходах;

2) в системах промышленно-ливневой канализации нефтеперерабатывающих заводов, принимающих дождевые потоки из внезаводских площадей стока;

3) во всех случаях, когда возникает необходимость отводить ливневые сточные воды из бессточных впадин рельефа промышленных территорий при помощи насосных установок или перекачивать промышленно-ливневые сточные воды при их отводе на очистные установки или к местам выпуска в водоем.

Регулирующие емкости размещаются:

1) у мест включения дождевых вод стекающих из внешних площадей стока в ливневую или промышленно-ливневую сеть предприятия;

2) на верхних участках магистральных транзитных каналов для дождевых и промышленно-ливневых сточных вод;

3) при насосных станциях для перекачки дождевых и промышленно-ливневых сточных вод.

Под регулирующие емкости используются:

1) местные впадины рельефа, естественные пруды и мелкие озера;

2) овраги и тальвеги с устройством упрощенных запруд;

3) искусственные выемки (амбары).

Расчет регулирующей емкости (пруда) производится по следующей схеме:

а) устанавливаются нормальный и максимальный горизонты воды в пруде (или максимальный и минимальный расходы в искусственной емкости);

б) определяется регулирующая емкость пруда;

в) по графикам притока, путем подбора, устанавливается расчетный расход для отводящего коллектора и сбросных устройств.

Период превышения расчетного дождя должен устанавливаться индивидуально для каждого объекта с учетом местных условий. Обычно регулирующие емкости рассчитываются на дожди с повторяемостью, принятой для расчета канализационных систем предприятия.

Определение объема регулирующей емкости может производиться по формуле

$$W = (1 - \alpha)^{1/2} \cdot Q_p \cdot t_p \cdot m^3,$$

где Q_p —расчетный расход дождевых вод у места включения в регулирующую емкость, м³/сек;

t_p —расчетное время стока со всего бассейна до места включения сточных вод в регулирующую емкость (время добегания), сек.;

α —отношение расчетного расхода Q_p к расходу выпускаемых из емкости сточных вод Q_n .

Формула, однако, не отражает всех условий накопления дождевых вод емкости и их отвода. Поэтому применение этой формулы не рекомендуется при $\alpha < 0,15$.

Оптимальная продолжительность опорожнения емкости определяется технико-экономическим сравнением вариантов. Для предварительных расчетов она может приниматься:

1) при самоточном отводе воды из емкостей с использованием естественных прудов и озер—48 часов и больше, исключая время дождя;

2) при откачке воды из искусственных емкостей—20—24 часа и меньше.

В этих условиях α приобретает невысокие значения и обычно меньше 0,15.

В нефтепромысловых условиях регулирующие емкости проектируются проточными.

Для расчета регулирующих емкостей может быть рекомендован метод расчета по „изохронам добегания“¹ отдельно по коротким дождям ливневого типа и по длительным обложным дождям. Оба типа дождей отбираются по материалам местных метеостанций за 10—15 лет по списку:

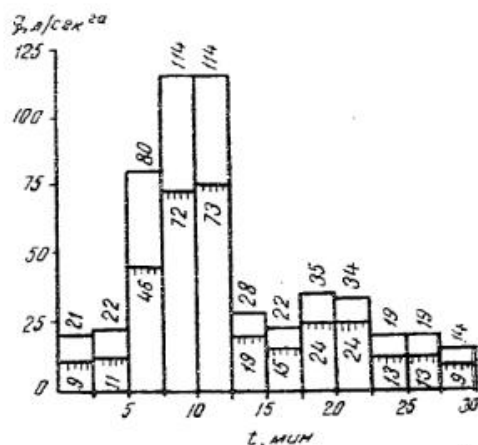
а) наиболее сильных (по средней интенсивности) кратковременных ливней, принимая в расчет по графику их выпа-

дения только ядро ливня, исключая переднюю и хвостовую часть;

б) наиболее сильных по суммарному объему (в м.м. слоя или м³ на га площади) длительных дождевых осадков за время их выпадения.

По заданному периоду однократного переполнения регулирующей емкости отбираются расчетные дожди того и другого типа.

Для отобранных дождей составляется график средних интенсивностей q за интервалы времени $t = 2—5$ мин. по ходу их выпадения, по образцу, показанному на фиг. 213. Там же отмечаются соответствующие модули стока



Фиг. 213

График хода выпадения дождя

$$q_c = \psi \cdot q$$

(показаны чертой со штриховкой),

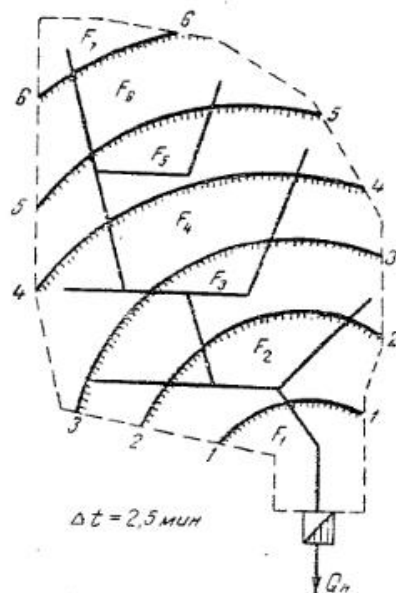
$$\text{где } \psi = z \cdot q_0^{0,20} \cdot t_0^{0,1};$$

z —коэффициент покрытия (по § 53);

t_0 —время от начала дождя до данного момента по графику, мин.;

q_0 —соответствующая этому времени средняя интенсивность от начала дождя, л/сек·га.

На план бассейна (фиг. 214) наносятся линии границ равного времени стока (изохроны добегания) к регулирующей емкости через интервалы времени 2—5 мин. При этом руководствуются скоростями стекания по логам и склонам или ведомостью гидравлического расчета дождевой сети.



Фиг. 214

Карта бассейна стока с изохронами добегания

¹ Метод разработан доц. М. И. Атласом.

По фиг. 214 определяются величины частных площадей стока $F_1, F_2, \dots, F_n$ и соответствующие продолжительности добега $\Delta t, 2\Delta t, 3\Delta t, \dots$

По графику хода выпадения дождя (фиг. 213) и по карте бассейна стока с изохронами добега (фиг. 214) составляется гидрограф стока в регулируемую емкость по тем же интервалам времени

$$W_1 = 0,001\Delta t(q_1 \cdot \psi_1 \cdot F_1);$$

$$W_2 = 0,001\Delta t(q_2 \cdot \psi_2 \cdot F_1 + q_1 \cdot \psi_1 \cdot F_2);$$

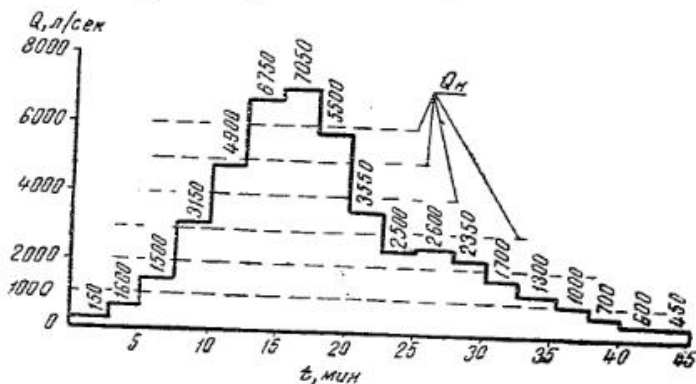
$$W_3 = 0,001\Delta t(q_3 \cdot \psi_3 \cdot F_1 + q_2 \cdot \psi_2 \cdot F_2 + q_1 \cdot \psi_1 \cdot F_3);$$

$$\dots \dots \dots$$

$$W_n = 0,001\Delta t(q_n \cdot \psi_n \cdot F_1 + q_{n-1} \cdot \psi_{n-1} \cdot F_2 + \dots + q_1 \cdot \psi_1 \cdot F_n)$$

и т. д. до окончания дождя и постепенного осушения площади стока.

Гидрограф стока показан на фиг. 215. На оси абсцисс дано время от начала выпадения осадков t , мин., а на оси ординат — полученные объемы притока воды Q л/сек в регулируемую емкость за интервалы времени Δt мин.



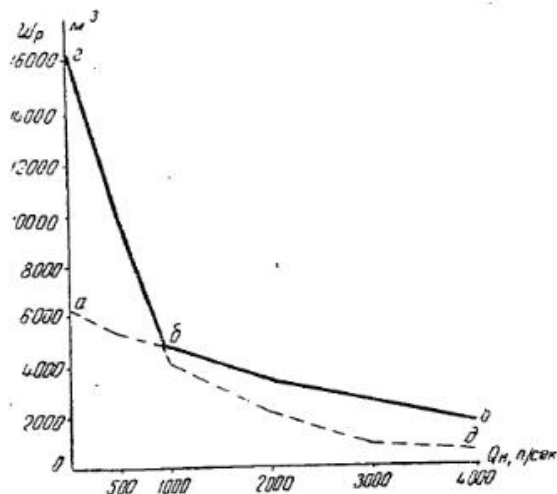
Фиг. 215

Гидрограф стока в регулируемую емкость

Площадь гидрографа притока в емкость равна общему объему дождевой воды, образующемуся за время выпадения дождя. Линиями Q_n , выражающими объем воды, отводимой из регулирующей емкости (откачка насосами или самотечный отводящий канал), на гидрографе стока отсекаются объемы воды, накапливающиеся в емкости за время выпадения дождя. Эти объемы отводятся в период спада интенсивности выпадающих осадков и после окончания дождя.

На фиг. 216 нанесены кривые зависимости объема регулирующей емкости W_p от объема отводимой воды Q_n . При

этом значения W_p отмечаются на ординатах в $м^3$, а значения объема отводимой воды Q_n на абсциссах в л/сек.



Фиг. 216

Кривые зависимости объема емкости W_p от отвода вод Q_n

Кривая зависимости, построенная по расчетному дождю ливневого типа, показана линией $a-b-v$. Кривая зависимости, построенная по расчетному дождю, отобранному по признаку наибольшего суммарного объема выпавших осадков, показана линией $z-b-d$.

$$\text{При малых значениях } \alpha = \frac{Q_n}{Q_p},$$

где Q_p — расчетный расход в точке присоединения сети к регулирующей емкости, определяемый по времени добега по §§ 54 и 55, л/сек;

Q_n — количество воды, отводимое из регулирующей емкости, л/сек,

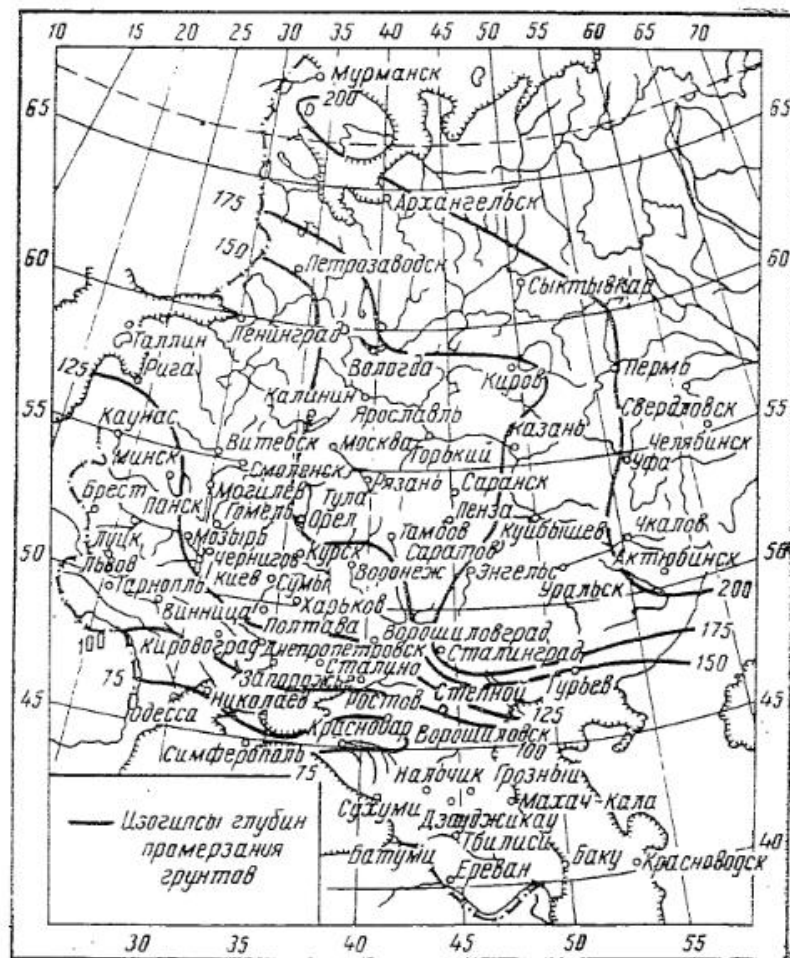
т. е. при длительном опорожнении емкости ее объем рассчитывается по ветке $z-b$ (ориентировочно при $\alpha < 0,20$).

При повышенных значениях α , т. е. при непродолжительном времени опорожнения емкости (ориентировочно $\alpha > 0,20$) ее объем определится по ветке $b-v$.

В нефтепромысловых условиях при использовании под регулирующие емкости естественных впадин и прудов, а также запруженных оврагов, предпочтительно принимаются невысокие значения оттока Q_n .

1. Глубина заложения трубопроводов

Наименьшая глубина заложения подземных трубопроводов во избежание замерзания должна определяться на основании опыта работы канализации, находящейся в данных или аналогичных условиях. По тем же опытным данным намечаются мероприятия по защите наземных каналов от промерзания.



Фиг. 217

Изогипсы глубин промерзания грунтов, см

Уменьшение глубины заложения лотка труб против принятой в данном районе допускается при утеплении труб или при температуре стоков, исключаяющей это утепление.

Трубопроводы, заложенные на глубине менее 0,7 м, считая от их верха, должны быть предохранены от повреждений наземным транспортом.

В случае отсутствия данных местной или аналогичной практики, при определении глубины заложения трубопроводов следует руководствоваться картой глубин промерзания почвы, показанной на фиг. 217.

2. Размещение канализационных линий в плане

Расстояние в плане от канализационных сетей до параллельно расположенных зданий, сооружений, дорог, а также других сетей, следует назначать в зависимости от конструкции фундаментов зданий, типа дорог, глубины заложения, диаметра и характера сети и т. п. и принимать не менее:

- 1) до оси ближайшего железнодорожного пути—4 м, но не менее, чем на глубину траншеи от подошвы насыпи;
- 2) до бордюрного камня автомобильных дорог—1,5 м или 1 м от бровки кювета или подошвы насыпи;
- 3) до газопроводов: низкого давления (до $0,2 \text{ кг/см}^2$)—1 м, среднего ($0,2—1 \text{ кг/см}^2$)—1,5 м, высокого ($1—3 \text{ кг/см}^2$)—2 м и ($3—10 \text{ кг/см}^2$)—5 м.

В стесненных условиях указанные расстояния могут быть уменьшены с учетом возможности производства работ по ремонту и укладке сетей и исключения опасности подмыва фундаментов зданий и сооружений.

Расстояние между трубами хозяйственно-питьевых, водопроводных и канализационных линий при прокладке на одном уровне должно быть: при диаметре водопроводных труб до 200 мм—не менее 1,5 м, при диаметре более 200 мм—не менее 3 м. В стесненных условиях указанные выше расстояния могут быть уменьшены при специальном обосновании.

При прокладке канализационных линий выше водопроводных на 0,5 м и более расстояние между стенками трубопроводов в фильтрующих грунтах должно быть не менее 5 м. В стесненных условиях расстояние может составлять 1,5 или 3 м, но водопровод должен быть уложен из металлических труб.

При укладке трубопроводов вблизи зданий на меньшую глубину, чем глубина заложения фундаментов, расстояние от стенки трубы до обреза фундаментов должно приниматься не менее 2,5 м.

При укладке трубопроводов вблизи зданий на глубину большую, чем глубина заложения фундаментов, наименьшее расстояние от стенки трубы до обреза фундамента должно

приниматься в зависимости от глубины заложения трубопровода и фундамента с учетом угла естественного откоса грунта, но не менее 3 м.

На территории промышленных предприятий при невозможности выполнения указанных требований допускается укладка канализационных труб на меньшем расстоянии от обреза фундамента при условии принятия специальных мер, исключающих возможность нарушения устойчивости сооружения, с обязательной укладкой канализационных коллекторов в кожухе или туннеле, в зависимости от местных условий и значимости объекта.

По техническим условиям ПТУСП-02—55 наружная сеть промышленной канализации нефтегазоперерабатывающих заводов должна прокладываться на расстоянии не менее 3,5 м от параллельно идущей хозяйственно-фекальной канализации, считая между осями труб, и 3 м—между стенками смотровых колодцев.

Если расстояние между осями труб не может быть выдержано, то сеть хозяйственно-фекальной канализации должна быть выполнена из стальных труб со сварными соединениями с соблюдением указанного расстояния между стенками смотровых колодцев.

3. Пересечение с другими сооружениями в высотном отношении

1) при пересечении канализационных линий с линией железной дороги расстояние в свету от подошвы рельс до верха трубы должно быть не менее 1 м;

2) при пересечении с автомобильной дорогой расстояние от дна корыта проезжей части до верха трубы должно быть не менее 0,5 м (при условии предохранения трубы от раздавливания);

3) при пересечении с электрокабелями расстояние в свету должно быть не менее 0,5 м;

4) при пересечении с газопроводами или трубопроводами, транспортирующими горючие или легковоспламеняющиеся жидкости, канализационные линии, по возможности, должны проходить под ними;

5) надземная прокладка трубопроводов хозяйственно-фекальной, производственной и ливневой канализации на территории промышленного предприятия или поселка не разрешается.

Наземная укладка трубопроводов хозяйственно-фекальной канализации, а также трубопроводов, транспортирующих сточные воды, могущие вызвать при утечке или аварии заражение воздуха инфицирующими или дурно пахнущими веществами, на территории промышленного предприятия или поселка, как правило, не допускается. Такая прокладка в отдельных случаях

может допускаться по согласованию с органами санитарного надзора;

6) канализационные трубопроводы при пересечении с хозяйственно-питьевыми водопроводными линиями, как правило, должны укладываться ниже водопроводных труб. При этом расстояние между стенками труб по вертикали должно быть не менее 0,4 м.

Указанное требование может не соблюдаться при условии укладки водопроводной линии из металлических труб в кожухах. Длина таких участков должна быть: в глинистых грунтах—не менее 5 м, в фильтрующих грунтах—не менее 10 м в каждую сторону от места пересечения. Пересечение должно осуществляться под прямым углом или близком к нему. Необходимость устройства смотровых колодцев в начале и в конце кожуха в каждом отдельном случае должна быть обоснована.

§ 62. УСЛОВИЯ ПРОКЛАДКИ КАНАЛИЗАЦИИ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ И В ЛЁССОВИДНЫХ ГРУНТАХ

При проектировании канализации в сейсмических районах при балльности выше 7 надлежит руководствоваться положениями, изложенными в ПСП101—51 (Положение по строительству в сейсмических районах). Основные выдержки из „Положения“ приводятся ниже.

1. Схему канализации рекомендуется проектировать по возможности (если это не вызывает значительного усложнения и удорожания работ) с децентрализованным размещением канализационных сооружений и технологические элементы по возможности разделять на отдельные секции.

2. В районах сейсмичностью 9 баллов в канализационных сетях желательно устройство соединительных перепускных линий для спуска сточных вод из поврежденного участка сети в соседние и обеспечение коллекторов аварийными выпусками.

3. На очистных сооружениях и насосных станциях должны предусматриваться аварийные выпуски и обводные линии. При недопустимости сброса неочищенных сточных вод через аварийные выпуски необходимо предусматривать простейшие устройства для обезвреживания сбрасываемых сточных вод.

4. Железобетонные трубы и коллекторы должны иметь усиленную продольную арматуру. В районах сейсмичностью 9 баллов недопускается применение неармированных бетонных труб и устройство кирпичных коллекторов. Соединение канализационных труб должно быть эластичным (асфальтовая мастика и т. п.).

5. Глубина заложения безнапорных канализационных трубопроводов (производственной и хозяйственно-фекальной канализации) должна приниматься не менее указанной в табл. 256.

Приведенные в табл. 256 глубины заложения труб при соответствующем обосновании могут быть уменьшены.

Таблица 256

Диаметры труб, мм	Минимальная глубина заложения до верха трубы, м, при сейсмичности	
	9 баллов	8 баллов
До 200	Не нормируется	
250—350		
400—600		
700 и более		
	1,50	1,20
	1,80	1,50
	2,20	2,00

6. При необходимости укладки главных коллекторов производственной и хозяйственно-фекальной канализации в неблагоприятных в сейсмическом отношении грунтовых условиях: в насыщенных водой (кроме скальных и крупнообломочных) и насыпных грунтах, на участках, где возможно пересечение трубопроводами зон сопряжения грунтов, резко различных по сейсмическим характеристикам, на участках со следами тектонических нарушений, коллекторы следует делать железобетонными.

7. К напорным канализационным трубопроводам должны применяться указания для напорных водопроводных труб.

При прокладке канализационных трубопроводов в лёссовидных (просадочных) грунтах необходимо:

1) не допускать эксфильтрации сточных вод и замачивания грунта. Это достигается устройством водонепроницаемых стыков и особо тщательным их выполнением;

2) по возможности не допускать укладки труб ближе 10 м от фундаментов. При невозможности выполнить это требование канализационная линия должна быть уложена из металлических труб с эластичными стыками и открытые лотки в смотровых колодцах должны быть заменены ревизиями;

3) смотровые колодцы на выпусках не должны устраиваться ближе 5 м от зданий;

4) трубопроводы под зданиями должны укладываться в водонепроницаемых лотках, снабженных выпусками для удаления попадающей в них воды;

5) на случай аварии на канализационных линиях должны быть предусмотрены перепускные соединительные отрезки;

6) дно траншей под канализационные трубопроводы должно быть уплотнено путем штыкования грунта и втрамбовывания щебня слоем 10 см и более с увлажнением грунта поливкой;

7) в особо ответственных местах прокладка канализационных линий должна осуществляться (совместно с водопроводом) в проходных галлереях, снабженных выпусками случайно появившихся вод;

8) сеть канализационных систем, по возможности, должна быть закольцованной.

ГЛАВА XVI

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

§ 69. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ НЕФТЕПРОДУКТЫ

1. Теоретические основы процесса всплывания нефти

Скорость всплывания частиц нефти и нефтепродуктов в статических условиях обычно определяется по формуле Стокса

$$u = \frac{g(\gamma_v - \gamma_n)}{18\mu} \cdot d^2, \text{ см/сек},$$

где u — скорость всплывания частиц нефти (гидравлическая крупность), см/сек;

γ_v и γ_n — удельные веса воды и нефти;

μ — абсолютная вязкость среды (воды), г·см/сек;

d — минимальный диаметр частиц нефти, подлежащих удалению из сточных вод при отстаивании в нефтеловушках, см.

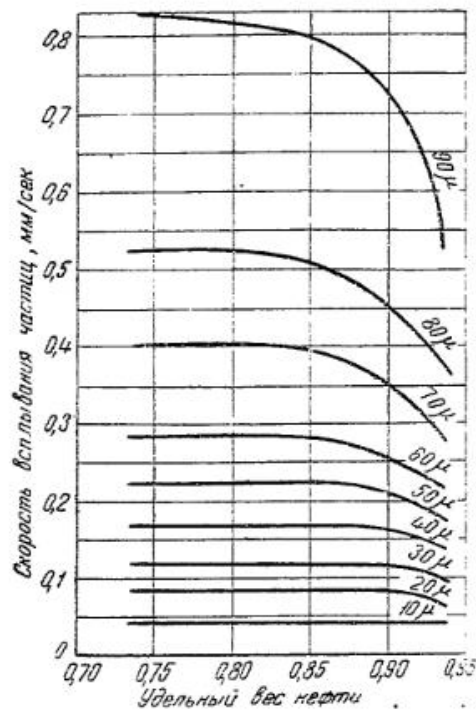
При наличии в сточных водах минеральных взвешенных частиц, вследствие их взаимодействия с частицами нефти, происходит некоторое замедление процесса всплывания шариков нефти, которое может быть выражено коэффициентом β [23]

$$\beta = \frac{4 \cdot 10^4 + 0,8A^2}{4 \cdot 10^4 + A^2},$$

где A — количество твердых взвешенных веществ, находящихся в сточных водах и выраженных в мг/л.

В зарубежной литературе рекомендуется введение коэффициента C_v , выражающего влияние деформации шариков нефти на скорость их всплывания

$$C_v = \frac{\frac{2}{3} + \frac{\mu_n}{\mu_v}}{1 + \frac{\mu_n}{\mu_v}},$$



Фиг. 218

Скорость всплывания частиц нефти в зависимости от их диаметра и удельного веса

$$u = \alpha u_0,$$

где α — коэффициент (фиг. 219), учитывающий наличие в сточных водах твердых механических примесей и определяемый по формулам:

$$\alpha = 0,77 \left(\frac{K_n}{K_{м.п}} \right)^{0,135} - 0,015 \cdot \frac{K_n}{K_{м.п}}$$

при отношении $\frac{K_n}{K_{м.п}}$ от 0 до 10;

$$\alpha = 0,015 \frac{K_n}{K_{м.п}} + 0,875$$

при отношении $\frac{K_n}{K_{м.п}}$ от 10 до 50,

где K_n — концентрация нефти в сточных водах, мг/л.

где μ_n — абсолютная вязкость нефти;
 μ_0 — абсолютная вязкость воды.

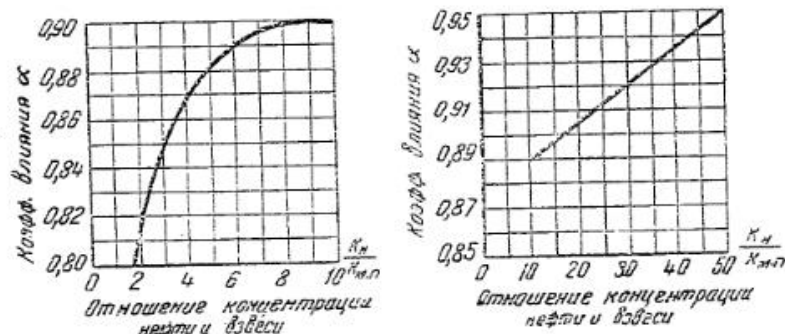
Для определения скорости всплывания нефти в статических условиях ВНИИ ВОДГЕО [24] рекомендует экспериментальную формулу

$$u_0 = (112 - 93 \gamma_n) \cdot 10^{0,0143 d},$$

где u_0 — скорость всплывания нефтяных частиц в статических условиях в сточной воде, не содержащей механических примесей, м/сек (фиг. 218); γ_n — удельный вес нефти; d — минимальный диаметр всплывших частиц нефти, м.

Скорость всплывания нефтяных частиц в сточной воде, содержащей механические примеси, определяются по формуле

$K_{м.п}$ — концентрация твердых механических примесей в сточных водах, мг/л.
При расчетах удельный вес нефтепродуктов устанавливается местными наблюдениями.



Фиг. 219

Кривые зависимости α от отношения $\frac{K_n}{K_{м.п}}$

Изменение удельного веса нефтепродуктов с изменением температуры может быть определено по формуле (ГОСТ 3900—47)

$$\rho_{20} = \rho_t + \alpha (t^\circ - 20^\circ),$$

где ρ_{20} и ρ_t — плотность при 20°C и плотность при температуре t° ;
 α — коэффициент, который может быть принят по табл. 257.

Таблица 257

Удельный вес	Поправка α
0,7—0,8	0,000807—0,000778
0,8—0,85	0,000778—0,000712
0,85—0,90	0,000712—0,000647
0,90—0,95	0,000647—0,000567

Удельный вес сточных вод при речном водоснабжении принимается равным единице.

Удельный вес сточных вод в условиях морского водоснабжения (Каспийское море) при 15°C колеблется в пределах 1,012—1,056, при 17,5°C может быть принят равным 1,0105.

Изменение удельного веса дистиллированной воды в зависимости от изменения температуры дано в табл. 258.

Таблица 258

T°	0	2	4	6	8
0	0,999667	0,999968	1,000000	0,999968	0,999876
10	0,999727	0,999524	0,999271	0,998969	0,998621
20	0,998229	0,997795	0,997321	0,996808	0,996258
30	0,995672	0,995051	0,994397	0,993711	0,992993
40	0,992244	0,991466	0,990658	0,989828	0,988960
50	0,988070	0,987154	0,986212	0,985245	0,984253
60	0,983237	0,982197	0,981134	0,980048	0,978939
70	0,977808	0,976655	0,975481	0,974285	0,973068
80	0,971831	0,970573	0,969295	0,967998	0,966680

График изменения динамической вязкости воды, в зависимости от изменения температуры, показан в табл. 259.

Таблица 259

T°	0	2	4	6	8
0	0,017938	0,016740	0,015676	0,014726	0,013872
10	0,013097	0,012390	0,011748	0,011156	0,010603
20	0,010087	0,009608	0,009161	0,008746	0,008363
30	0,008004	0,007670	0,007357	0,007064	0,006791
40	0,006536	0,006298	0,006075	0,005868	0,005675
50	0,005492	0,005320	0,005153	0,004994	0,004843
60	0,004694	0,004557	0,004423	0,004305	0,004184

2. Конструкция и метод расчета нефтеловушек

По своему назначению нефтеловушки делятся на:

- а) центральные, устанавливаемые в нефтезаводских и нефтепромысловых блоках очистных сооружений;
- б) местные, устанавливаемые на выпусках из отдельных установок, сточные воды которых характеризуются большим загрязнением нефтепродуктами;
- в) упрощенные с сокращенным временем отстаивания — нефтеотделители. Нефтеотделители устанавливаются в системах оборотного водоснабжения для удаления нефтепродуктов;
- г) специальные, устанавливаемые для очистки специальных сточных вод, например, кислых, сильно эмульсированных.

Нефтеловушки типа „Гипронефтезаводы“

Современным типом нефтеловушки является конструкция, разработанная институтом „Гипронефтезаводы“ в 1956 г.

Основными конструктивными особенностями ловушек этого типа являются:

1) отказ от разделения нефтеловушки на две камеры. Процесс отстаивания механической взвеси и всплывание нефти происходит в одной общей камере;

2) устройство для впуска сточных вод упрощено и сводится к одному распределительному лотку;

3) устройство скребкового механизма для сгребания осадков к песковой воронке предусматривается по всей длине нефтеловушки;

4) исключение коалесцирующих фильтров, как не оправдавших себя на практике;

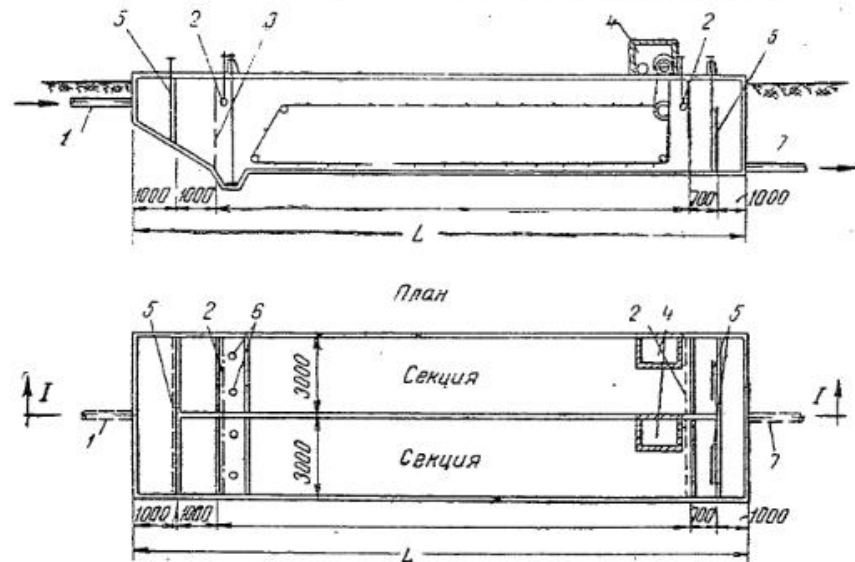
Расчет ловушки ведется по фактической скорости движения сточной жидкости v_f , по фактическому времени отстаивания T_f , по средней расчетной скорости v_p и по расчетному времени T_p .

Институтом „Гипронефтезаводы“ представлены три типа нефтеловушек.

I тип — нефтеловушка для нефтебаз, насосных станций магистральных продуктопроводов и др. (местная нефтеловушка).

Скребковые механизмы в ней отсутствуют и сгребание осуществляется скрепером с лебедкой или ручным скребком; при большом количестве осадков устанавливается скребковый транспортер.

Осадки извлекаются гидроэлеватором или электронасосом. Материалы: бетон, бутобетон, сборный железобетон.



Фиг. 220

Типовая двухсекционная нефтепромысловая ловушка модели 1956 г. (размеры в мм)

1 — подающая труба; 2 — нефтесборная труба; 3 — решетка; 4 — надстройка-накиль; 5 — шибер; 6 — донный клапан; 7 — отводящая труба.

II тип—двухсекционная нефтеловушка для улавливания нефти на нефтепромыслах (фиг. 220). Нефтеловушка оборудуется скребковым механизмом.

Удаление осадков, в зависимости от местных условий, производится через донные клапаны, через трубу с задвижкой или гидроэлеватором.

Материалы те же.

III тип—трех- и четырехсекционная нефтеловушка, проектируемая в соответствии с противопожарными требованиями ПТУСП МНП 01-51 и 02-55 для нефтезаводов и промыслов.

Нефтеловушка оборудуется скребковыми механизмами с тяговыми пластинчатыми цепями, ведущими и направляющими звездочками, электроприводом с редуктором и поворотными нефтесборными трубами.

Удаление осадков осуществляется через трубу с задвижкой, гидроэлеватором или стационарным вертикальным насосом.

Материалы те же.

При опорожнении для ремонта в зимнее время нефтеловушка должна быть защищена от промерзания.

Габаритные размеры типовых нефтеловушек, разработанных институтом „Гипронефтезаводы“, приведены в табл. 260.

Таблица 260

Габаритные размеры типовых нефтеловушек, разработанных институтом „Гипронефтезаводы“

Номера	Рабочий объем, м³	Производительность, м³/час	Число секций	Рабочие размеры секции			Строительные размеры			Площадь поверхности, м²
				длина	ширина	высота	длина	ширина	высота	
I тип нефтеловушки										
1	45	36	2	—	—	1,2	12	2	2,2	—
2	100	72—108	2	—	—	1,2	18	3	2,2	—
3	140	144—180	2	—	—	1,2	24	3	2,2	—
II тип нефтеловушки										
1	100	50—65	2	14,3	3	1,2	18	6	2,2	—
2	200	100—135	2	20,3	3	1,6	24	6	2,6	—
3	300	150—200	2	26,3	3	2,0	30	6	3,0	—
III тип нефтеловушки										
1	775	400—500	2	32,3	6	2	36	12	3	432
2	1150	575—775	3	32,3	6	2	36	18	3	648
3	1550	775—1000	4	32,3	6	2	36	24	3	864

Примечание. Производительность типовых нефтеловушек должна соответствовать расчетной продолжительности отстаивания t_p — 2 часа, принятой в „Основных положениях“, утвержденных МНП СССР от 11/XII—1956 г.

ВНИИ ВОДГЕО [24] рекомендует (с учетом дополнительных указаний от 21/III—1957 г. при проектировании нефтеловушек принимать:

а) длину нефтеловушки по формуле

$$L = \frac{9H+2}{0,23 + \frac{u}{v^{0,5}} - 0,00018 v^2} \text{ м,}$$

где H —расчетная (рабочая) глубина нефтеловушки, которая принимается не более 2 м;

u —скорость всплывания нефтяных частиц, мм/сек, определяемая по приведенным выше формулам и графикам;

v —расчетная скорость движения воды в нефтеловушке, мм/сек, которая рекомендуется в пределах от 3 до 10 мм/сек;

б) расчетный диаметр нефтяных частиц $d=100 \mu$;

в) среднюю фактическую скорость движения воды в нефтеловушке по формуле

$$v_{сф.р} = \left(19 - 0,5 \frac{L}{H} \right) \cdot v^{0,5} \text{ мм/сек;}$$

г) среднюю высоту движущегося слоя жидкости в нефтеловушке по формуле

$$h_{ср.ф} = \frac{Q}{Bv_{ср.ф}} \text{ м,}$$

где Q —расход сточных вод, м³/сек;

B —общая ширина нефтеловушки, определяемая по формуле

$$B = \frac{Q}{v \cdot H} \text{ м,}$$

$v_{сф.ф}$ и v —выражены в м/сек;

д) расчетную продолжительность отстаивания воды в нефтеловушке по формуле

$$T_p = \frac{L}{60 \cdot v} \text{ мин.}$$

и фактическую продолжительность отстаивания воды в нефтеловушке по формуле

$$T_{\phi} = \frac{L}{60 \cdot v_{\text{ср.}\phi}} \text{ мин.},$$

$v_{\text{ср.}\phi}$ и v — выражены в м/сек;

е) ширину одной секции B не более 5 м*.

Перед выходом воды из нефтеловушки рекомендуется устанавливать на расстоянии 0,5—0,75 м от сборного лотка или водосливной стенки полупогруженную доску; глубина погружения не должна превышать 0,5 м и возвышение доски над уровнем жидкости должно быть не менее 0,2 м. Такую же полупогруженную доску рекомендуется устанавливать и в начале нефтеловушки.

При размещении секций нефтеловушек надлежит руководствоваться ПТУСП МНП 01—51 и 02—55. Согласно последним, общая площадь смежных нефтеловушек не должна превышать на нефте-газоперерабатывающих заводах 2000 м² при длине одной из сторон не более 40 м и ширине каждой секции — не более 6 м. Количество секций должно быть не менее двух. На нефтепромысла общая площадь зеркала нефтеловушки не должна превышать 400 м². При необходимости иметь большую площадь нефтеловушек допускается постройка второй на расстоянии 10 м от первой. При дальнейшем расширении это расстояние должно быть равно полусумме двух смежных сторон, но не менее 20 м.

Нефтеловушки, как правило, должны быть открытого типа. В отдельных случаях, при соответствующем обосновании, допускается перекрытие нефтеловушек сборными железобетонными плитами.

Заводские нефтеловушки следует располагать от любого здания, сооружения, установок, резервуаров, не связанных с обслуживанием нефтеловушек, на расстоянии 30 м, а от ловушечных насосных станций и емкостей с уловленной нефтью — не менее 20 м. (Более подробно см. ПТУСП МНП 01—51 и 02—55).

Высота стенок нефтеловушек от уровня жидкости до верха стенки должна быть не менее 1 м.

Нефтеловушки Американского нефтяного института (АНИ)

Некоторый интерес представляет конструкция нефтеловушек типа АНИ, близкая к конструкции нефтеловушек типа „Гипронефтезаводы“.

* По техническим условиям ПТУСП МНП—02—55 рекомендуется принимать ширину каждой секции нефтеловушки не более 6 м.

В ловушках АНИ:

1) предусматривается форкамера, имеющая назначение гасить скорость сточных вод, поступающих по канализационному каналу, и обеспечивать их равномерное поступление в секции нефтеловушек;

2) поступление сточных вод из камеры гашения скорости в нефтеловушки осуществляется через перегородку с вертикальными по всей высоте камеры щелями, шириной 4 мм и больше, составляющими 3—7% от общего поперечного условного сечения камеры. Щели имеют уширение к выходу потока под углом 15°. Щелевые перегородки способствуют равномерному распределению скоростей по живому сечению нефтеловушки. При засорении щелей сточные воды поступают через верхнюю кромку перегородки, как через водослив;

3) сгребание осадков к воронке осуществляется скребковым транспортером, а извлечение их производится из воронки;

4) стенкам воронки придается уклон 1,6:1,0 при глубине ее 0,8 м. Удаление осадков осуществляется гидроэлеваторами или песковыми насосами.

Габаритные размеры нефтеловушки АНИ определяются следующим расчетом.

Площадь нефтеловушки

$$F = \alpha \frac{Q}{u_t},$$

где Q — расход сточных вод, поступающих в нефтеловушку, м³/сек;

u_t — скорость подъема минимальных по размеру частиц нефти, подлежащих задержанию в нефтеловушке (70—100 м);

α — коэффициент, учитывающий турбулентность и вынос частиц нефти.

Площадь поперечного сечения нефтеловушки

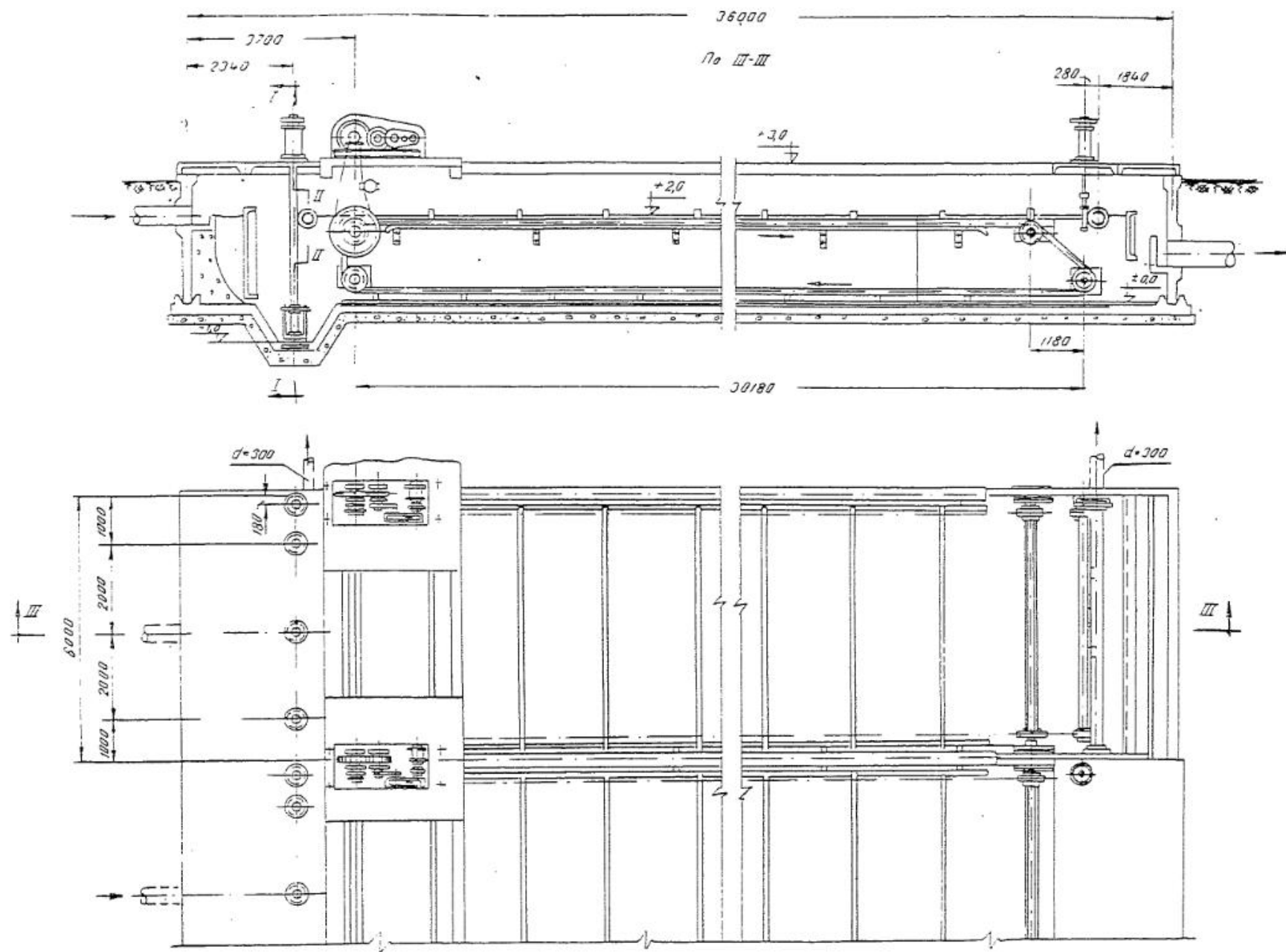
$$\Omega = \frac{Q}{v},$$

где v — горизонтальная скорость течения, которая принимается не более 15 м/мин и не более 0,915 м/мин (принимается меньшая величина).

Отношение глубины H к ширине ловушки B принимается $\frac{H}{B} = 0,3$, но не более 0,5.

Длина нефтеловушки

$$L = \alpha \frac{v}{u_t} \cdot H.$$



Фиг. 222

Гипсовая нефтеловушка Гипроспецнефти из сборного железобетона, производительностью одной секции — 55 л/сек

В этих расчетах скорость подъема частиц нефти определяется по формуле

$$n_i = \frac{1}{C_v} \cdot \frac{1}{18} \cdot \frac{g(\gamma_n - \gamma_w)}{\mu} \cdot d^2 \text{ см/сек}, \quad C_v = \frac{\frac{2}{3} + \frac{\mu_n}{\mu_w}}{1 + \frac{\mu_n}{\mu_w}}$$

где обозначения по предыдущему.

Значение коэффициента α дается ниже:

$\frac{v}{n_i}$ 20	15	10	6	3
α 1,45	1,37	1,27	1,14	1,07

При проектировании должны быть учтены следующие замечания:

- 1) ширина секции нефтеловушки, как правило, не должна превышать 6 м;
- 2) вследствие возмущающего действия скребковых механизмов глубина нефтеловушки должна быть не менее 0,9 м. Максимальная глубина не должна превышать 2,45 м;
- 3) число секций должно быть не менее двух.

Нефтеулавливающий комбайн (конструкции Н. М. Литвишкова) 1956 г. [25]

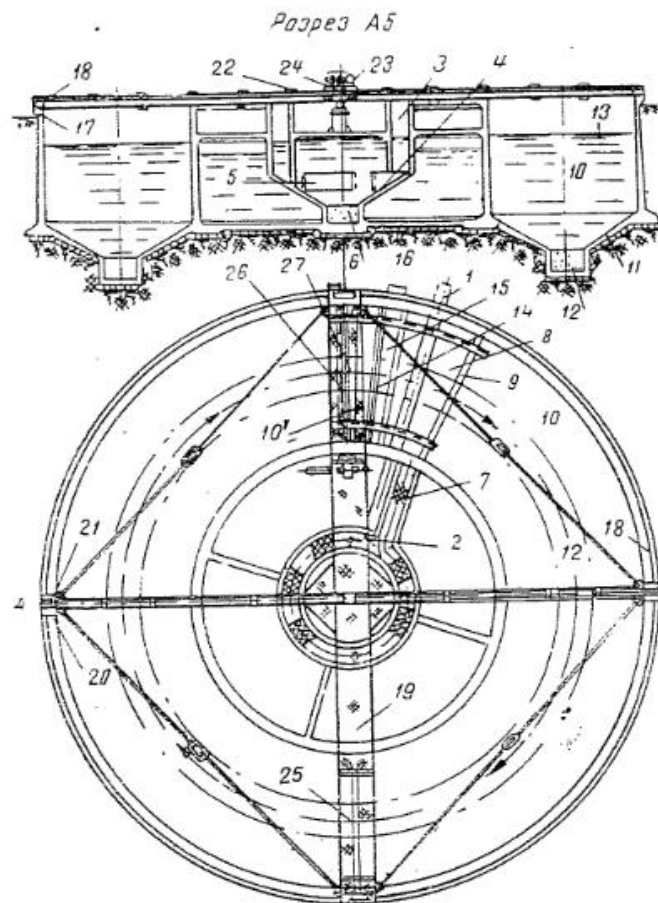
Нефтяной комбайн конструктивно объединяет ряд сооружений, входящих в состав узла нефтеулавливания, — нефтеловушку, песколовку, гидрозатвор, разделочные резервуары, дренажные площадки для осадков и т. д.

Устройство комбайна показано на фиг. 221.

Сточная жидкость по трубопроводу, пройдя гидрозатвор, поступает в кольцевую песколовку, где происходит выпадение песка.

Из песколовки сточная жидкость поступает в аванкамеру 8 и через дырчатую перегородку в кольцевую нефтеловушку 10. Пройдя нефтеловушку, освобожденная от нефти и механических примесей вода поступает через водослив 14 в отводящий канал 15 и в канализацию 16. Вращающейся фермой 19 с прикрепленными к ней скребками, проводимой в движение электромотором 20, нефтяная пленка сгребается к нефтесборному желобу 26, по которому собранная нефть отводится в два разделочных резервуара, занимающих центральное кольцевое пространство нефтяного комбайна. Разделочные резервуары для подогрева снабжены паровыми змеевиками. Перекачка нефти и воды осуществляется стационарными насосами, установленными на перекрытии комбайна. Для удаления песка из нефтеулавливающей камеры на вращающейся ферме 19 установ-

лен подвижной гидроэлеватор, который может быть опущен в песковую приямку 12, а для удаления песка из песколовки из приямка 6 устанавливается неподвижный гидроэлеватор. Песок гидроэлеватором перебрасывается на дренажные площадки,



Фиг. 221

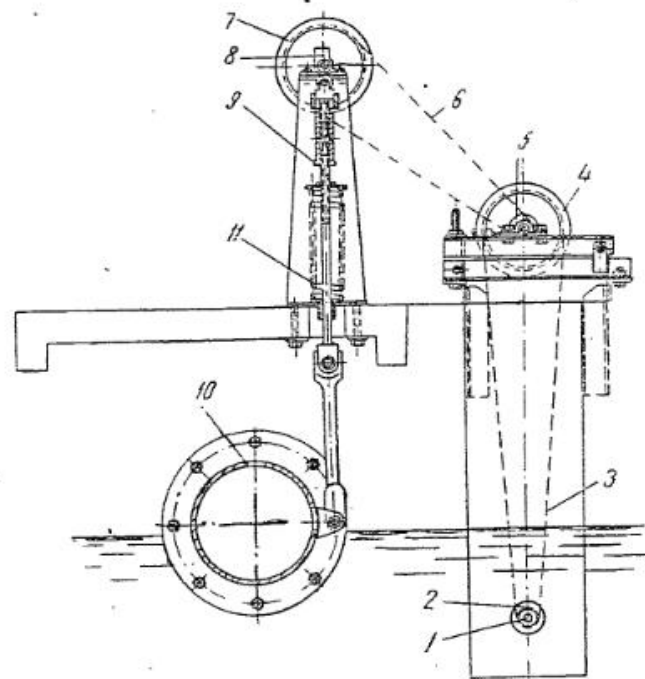
Конструкция нефтеулавливающего комбайна

1—подающая труба; 2—гидрозатвор; 3—кольцевая песколовка; 4—наклонное днище песколовки; 5—окна; 6—приямки для осадка; 7—желоб, подающий воду в аванкамеру ловушки; 8—аванкамера ловушки; 9—дырчатая стенка; 10—кольцевая нефтеловушка; 11—наклонное днище нефтеловушки; 12—кольцевой приямок; 13—нефтяная пленка; 14—водослив; 15—отводящий поперечный желоб; 16—канализация; 17—внешняя стенка комбайна; 18—рельсовый путь; 19—вращающийся мостик; 20—электромотор; 21—колеса тележки; 22—ось мостика; 23—электродвигатель; 24—редуктор; 25—скребок, подвешенный к раме мостика; 26—приемный желоб для нефтепродуктов; 27—противовес нефтяного желоба.

расположенные на перекрытии разделочных емкостей 30; дренажная вода направляется в песколовку 3. После подсушки песок транспортерами грузится на автомашины.

Нефтяной комбайн, включающий все сооружения узла нефтеулавливания, позволяет экономить площадь, обеспечивает непрерывное удаление нефтяной пленки по мере ее накопления на поверхности воды и непрерывное удаление песка, упрощает обслуживание ловушечного хозяйства.

На фиг. 222 показана типовая нефтеловушка конструкции института Гипроспецнефть, выполненная из сборного железобетона, производительностью одной секции 55 л/сек.



Фиг. 223

Конструкция нефтесборного желоба Гипроазнефть

Нефтеотделители, устанавливаемые в системе оборотного водоснабжения, имеют конструкцию по типу нефтеловушек, но рассчитываются на время пребывания в них воды—30 и 20 мин. Нефтеотделители оборудуются скребковыми транспортерами и поворотными желобами для улавливания нефти.

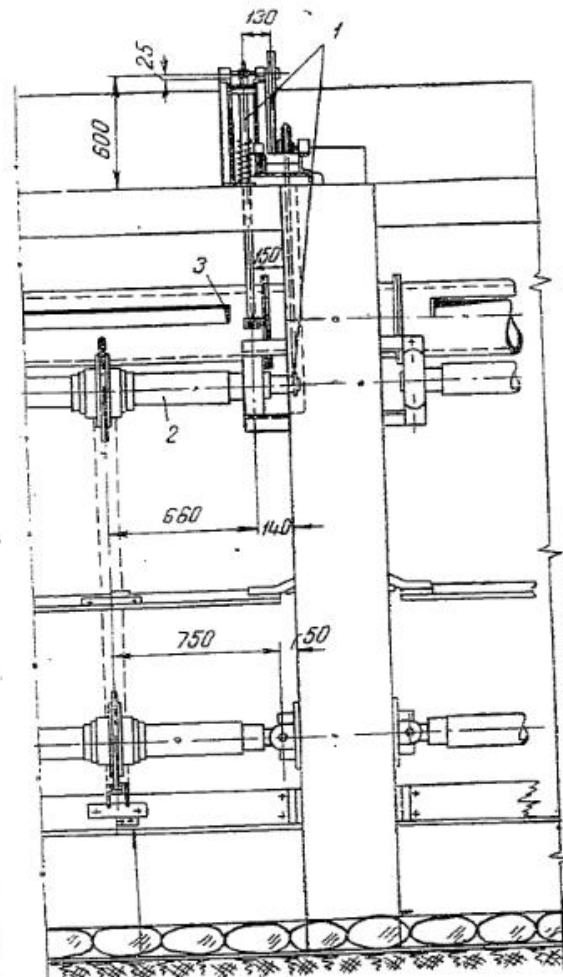
Приемным устройством для всплывших в нефтеловушках нефтепродуктов служит нефтесборный желоб. Он представляет собой трубу с продольными прорезями по всей длине, установленную в конце нефтеловушки.

Нефтепродукты, всплывшие на поверхность воды в нефтеловушке, подгребаются к нефтесборному желобу непрерывно работающим скребковым механизмом. Из нефтеловушки они удаляются ручным поворотом желоба в положение, позволяющее плавающему нефтяному слою переливаться в этот желоб, по которому нефть отводится в приемную емкость.

На фиг. 223 показана конструкция нефтесборного желоба, разработанная институтом „Гипроазнефть“, автоматически регулирующая поворот желоба применительно к уровню нефти в нефтеловушке. Механизм, вращающий желоб, связан со скребковым механизмом, показанным на фиг. 224 и 225.

Для привода в действие поворотного механизма (см. фиг. 223) на конце верхнего промежуточного вала 1 скребкового механизма поставлена звездочка 2, связанная цепной передачей 3 с промежуточной звездочкой 4. На валу звездочки 4 установлена звездочка 5, которая связана цепной передачей 6 со звездочкой 7, установленной над нефтесборным желобом. На

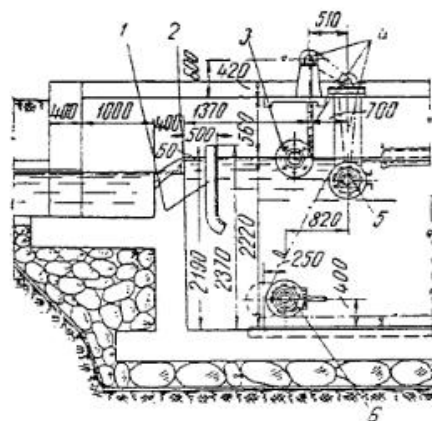
одном валу со звездочкой 7 установлен кулачок 8, который переводит желоб в рабочее состояние. Этот перевод осуществляется перемещением кулачком 8 в вертикальном направлении



Фиг. 224

Детали скребкового механизма (размеры в мм)
1—передаточный механизм от вала к нефтесборному желобу; 2—вал скребкового механизма; 3—нефтесборный желоб.

стержня 9, связанного шарнирно с нефтесборным желобом 10. Пружина 11 служит для обеспечения постоянного контакта между кулачком 8 и стержнем 9. Соотношение между диаметрами звездочек и другими размерами конструктивных элементов подбирается таким образом,



Фиг. 225

Детали скребкового механизма

1—волослив нефтеловушки; 2—погруженный шит; 3—нефтесборная труба; 4—механизм для вращения нефтесборной трубы; 5 и 6—валы скребкового механизма.

чтобы при приближении к приемному желобу скребковой планки скребкового механизма, подгоняющей нефть, вращением желоба его переливная кромка автоматически погружалась в воду для приема плавающей нефтяной пленки. Конструкция предусматривает также возможность ручного регулирования.

Части скребкового механизма, служащего для сгребания донных осадков к песковому приемку нефтеловушки и для сгона плавающей нефти, показаны на фиг. 224 и 225.

Работа скребкового механизма и желоба определяется следующим расчетом.

Время T полного оборота скребковой ленты определяется по формуле

$$T = \frac{L}{v} \text{ сек.},$$

где L —длина скребковой ленты, м; она должна соответствовать расчетной длине нефтеловушки;

v —скорость движения ленты, м/сек (обычно принимается равной 0,01 м/сек);

Количество нефти Q л, сгоняемой в нефтесборный желоб при одном его погружении

$$Q = \frac{q \cdot T}{n} \cdot \frac{\kappa}{100} \text{ л.},$$

где q —расчетный расход сточных вод, л/сек;

n —число погружений кромки нефтесборного желоба за один оборот скребковой ленты (обычно 4);

κ —количество улавливаемой нефти в процентах от сточных вод, с учетом 40—60% ее обводненности.

Толщина пленки h мм, накапливающейся на поверхности перед ее сгоном в нефтесборный желоб

$$h = \frac{Q}{f} \text{ мм.},$$

f —площадь между желобом и скребком, м²; $f = b \cdot l_1$, где b —ширина нефтеловушки, м;

l_1 —расстояние между скребками, обычно 2 м. Глубина погружения кромки желоба H м определится по формуле

$$q_1 = m \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{1/2} \text{ м.},$$

где q_1 —количество сгоняемой нефти в нефтесборный желоб, м³/сек, равное

$$q_1 = \frac{Q}{1000 \cdot T_0} \text{ м}^3/\text{сек.},$$

где T_0 —время погружения желоба $= \frac{l_1}{v}$;

m —коэффициент расхода, равный 0,45.

При расчете нефтеловушек должно учитываться:

1. Среднее количество задержанной в ловушках нефти при очистке нефтепромысловых сточных вод—1500 мг/л, из них увлекаемых на дно осадками—20 %.

2. Среднее количество задержанных нефтепродуктов при очистке сточных вод нефтеперерабатывающих заводов в общем стоке—5000 мг/л (по рекомендации ВОДГЕО—10000 мг/л).

Из них увлекаемых на дно осадками—20 % [24].

3. То же в сточных водах барометрических конденсаторов смешения АВТ—7000 мг/л.

4. То же при очистке условно чистых сточных вод от установок, перерабатывающих нефть и тяжелые нефтепродукты (воды, включаемые в I систему оборотного водоснабжения)—100 мг/л.

§ 70. УДАЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД

Удаление механических примесей из сточных вод осуществляется при помощи решеток, песколовок и в нефтеловушках—одновременно с извлечением нефтепродуктов.

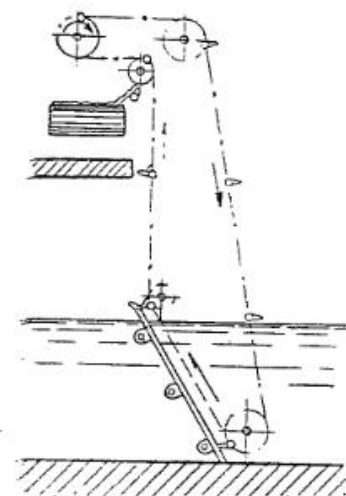
1. Задержание крупных плавающих предметов на решетках

Схема устройства решетки с механизированным удалением отбросов показана на фиг. 226.

Конструкция предусматривает удаление отбросов при помощи грабель, прикрепленных к шарнирным цепям, установлен-

ным по бокам решетки и приводимым в движение электромотором.

Решетка образована прямоугольными (10×50 мм), квадратными (19×19 мм) или круглыми ($d = 19$ мм) стальными прутьями. Прозоры между прутьями делают равными 20 мм в свету. Наклон решетки принимается $60-70^\circ$. Механизированное удаление отбросов с решетки должно предусматриваться при количестве их $0,5 \text{ м}^3/\text{сут}$ и более.



Скорость движения жидкости в прозорах решетки должна быть не более 1 м/сек .

Расчет решетки производится приемами, принятыми при расчете очистных сооружений населенных мест.

2.5 Осаждение механических примесей в песколовках и нефтеловушках

Фиг. 226
Схема решетки с механизированным удалением отбросов

Для нефтеперерабатывающих заводов характерно содержание взвешенных веществ в сточных водах промышленно-ливневой сети в количестве $100-350 \text{ мг/л}$. В сточных водах, отводимых от установок по подготовке нефти и от сырьевых парков, это содержание повышается до 1500 мг/л и временами значительно выше.

Для нефтепромыслов в условиях повторного использования условно чистых сточных вод характерно более высокое содержание взвешенных веществ. Значительное количество взвешенных веществ в сточных водах наблюдается при промывке скважин, при предпусковых операциях и при спуске стоков от сборных пунктов и нефтяных комбайнов.

Сточные воды, спускаемые непосредственно из пунктов герметизации, могут содержать (по данным бакинских промыслов) до $20-60 \text{ г/л}$ взвешенных веществ.

Содержание взвешенных веществ в сточных водах бакинских промыслов, поступающих по инженерной канализационной сети к центральным нефтеловушкам, в среднем колеблется от 1000 до 6000 мг/л .

По другим нефтепромысловым районам содержание твердых взвешенных частиц определяется в пределах $250-400 \text{ мг/л}$.

По рекомендации ВОДГЕО среднее содержание механических примесей в нефтепромысловых сточных водах должно приниматься равным 1500 мг/л .

По гранулометрическому составу взвешенные вещества нефтепромысловых пластовых сточных вод характеризуются цифрами, приведенными в табл. 261 (данные по бакинским нефтепромыслам).

Таблица 261

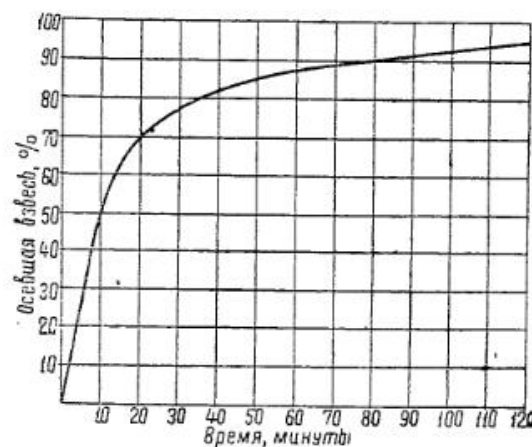
Гранулометрический состав взвешенных веществ в нефтепромысловых сточных водах, %

Размеры, мм	0,25	0,25—0,1	0,1—0,01	0,01
Максимум	19,5	66,2	43,3	7,3
Минимум	2,16	48,0	9,4	4,9
Среднее	11,13	59,9	22,7	6,28

Гранулометрический состав осадков в нефтеловушках некоторых бакинских нефтепромысловых районов приведен в табл. 262.

Расчетный эффект отстаивания механических примесей в песколовках и нефтеловушках определяется по кривой зависимости выпадения взвеси от продолжительности этого процесса.

Примерная кривая выпадения взвешенных веществ, наблюдаемая в сточных водах одного из нефтепромыслов МНП Азербайджанской ССР, в статических условиях, показана на фиг. 227.



Фиг. 227

Кривая выпадения взвеси (в статических условиях) из нефтепромысловых сточных вод МНП Азербайджанской ССР

Гидравлическая крупность¹, взвешенных частиц показана в табл. 263.

¹ Скорость выпадения взвешенных частиц в статических условиях при 20°С в зависимости от их диаметра.

Таблица 262

Гранулометрический состав осадков в узлах нефтеулавливания, %

Место отбора проб	Песчаные, мм				Пылевые, мм		Глинистые, мм	
	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	0,001
Маштагинский узел	1,06	1,67	18,43	67,81	7,79	1,13	0,65	1,56
Бузовнинский узел	0,09	0,24	9,46	78,55	10,43	0,56	0,27	0,46
Сталиннефть центр. узел	0,77	0,93	13,68	73,48	5,08	3,16	2,00	0,90
Среднее	0,64	0,95	13,86	73,28	7,77	1,62	0,97	0,97
	15,45%				81,05%		3,56%	

Таблица 263

Гидравлическая крупность, см/сек

Диаметр частиц, мм	Температура среды, °C				Диаметр частиц, мм	Температура среды, °C			
	5	10	15	20		5	10	15	20
0,01	0,0043	0,0049	0,0052	0,0064	0,12	0,635	0,737	0,847	0,956
0,015	0,0099	0,0115	0,0132	0,0149	0,15	0,990	1,150	1,325	1,490
0,02	0,0170	0,0198	0,0226	0,0256	0,20	1,545	1,711	1,876	2,042
0,03	0,0357	0,0460	0,0530	0,0597	0,25	2,195	2,261	2,424	2,592
0,04	0,0705	0,0820	0,0940	0,106	0,30	2,665	2,831	2,996	3,162
0,05	0,116	0,123	0,141	0,160	0,35	3,182	3,348	3,513	3,684
0,06	0,159	0,184	0,212	0,239	0,40	3,785	3,951	4,116	4,292
0,07	0,216	0,251	0,288	0,325	0,45	4,295	4,461	4,626	4,797
0,08	0,282	0,328	0,377	0,424	0,50	4,905	5,071	5,236	5,402
0,09	0,357	0,414	0,477	0,537	0,60	6,025	6,191	6,356	6,522
0,10	0,441	0,512	0,588	0,663	0,80	8,265	8,431	8,596	8,762

Общий объем взвешенных веществ, осаждающихся в нефтеловушках и песколовках в $\text{м}^3/\text{сут}$, определяется по формуле

$$W = \frac{q_p \cdot a \cdot n \cdot 86400 \cdot 100}{\gamma_p \cdot 100 \cdot 1000^2 (100 - p)} \text{ м}^3/\text{сут},$$

где q_p — расчетный расход сточных вод, л/сек;

a — количество взвешенных веществ в сточных водах, г/л;

n — процент осаждающихся взвешенных веществ;

p — процент влажности осадка;

γ_p — удельный вес породы.

Продолжительность накопления осадков в песколовке принимается до 2 суток.

Нормативные показатели для определения объема и качества осадков в песколовках и нефтеловушках приводятся в табл. 264.

Таблица 264

Показатели	Единица измерения	Численные значения для	
		нефте-промыслов	нефте-заводов

Песколовки

Удельный вес породы	—	2,65	2,30
Минимальная крупность частиц	мм	0,20—0,25	0,20—0,25
Количество осаждающихся взвешенных веществ за расчетное время отстоя	%	15—20	5—10
Влажность осевших взвешенных веществ	%	30	35
Объемный вес осадка	т/м ³	1,6	1,3
Количество нефтепродуктов	% (по весу)	6—7	6—7

Нефтеловушки

Удельный вес породы	—	2,65	2,3
Минимальная крупность частиц	мм	0,06	0,06
Количество осаждающихся взвешенных веществ за расчетное время отстоя	%	85	80
Влажность осадков	%	70	65
Объемный вес осадков	т/м ³	1,6	1,3
Количество нефтепродуктов	% (по весу)	20	20

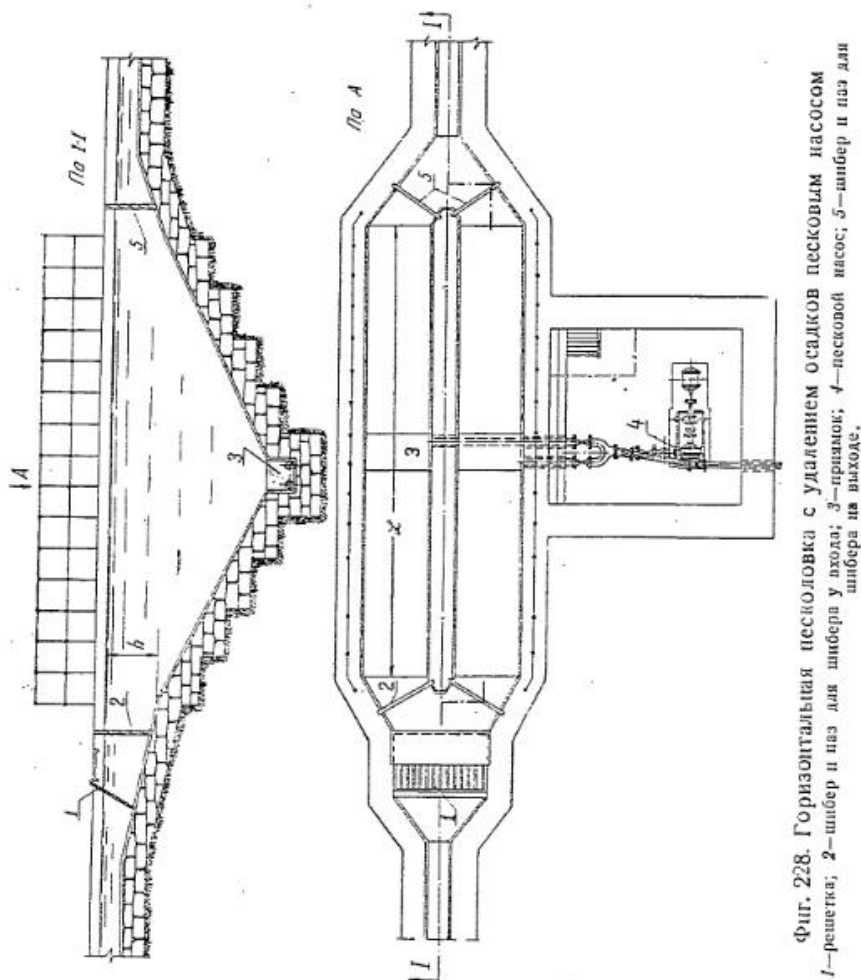
3. Песколовки для предварительного осаждения механических примесей

Расчет песколовки для стоков нефтеперерабатывающих заводов производится приемами, принятыми в практике проектирования очистных сооружений населенных мест, согласно НИТУ 141—56.

Для стоков нефтепромыслов должны быть рекомендованы песколовки большей емкости за счет их удлинения и увеличения глубины проточной части, а также уменьшения скорости течения v — до 0,2—0,15 м/сек.

Увеличение емкости песколовки вызывается необходимостью обеспечить задержание песка при залповых выпусках большого количества взвешенных веществ из сборных пунктов, резервуарных парков, при промывке песчаных пробок и пр.

Преимущественное применение в практике предприятий нефтяной промышленности получили песколовки горизонтального типа с одной или двумя воронками для накопления песка, удаляемого с помощью гидроэлеватора или пескового насоса (фиг. 228).



Фиг. 228. Горизонтальная песколовка с удалением осадков песковым насосом
1—решетка; 2—шлюз и паз для шибера; 3—приемок; 4—песковый насос; 5—шибер и паз для шибера на выходе.

Оседающий песок по стенкам дна, имеющим уклон 25—30° (соответствующий углу естественного откоса осадка) сползает к приемку 3. Песковые насосы 4 вынесены в особую камеру и установлены „под залив“. Извлечение песка может осуществляться также песковыми насосами на вертикальной оси

или гидроэлеваторами. Очистка песколовок осуществляется с применением гидрантов для смыва и разжижения песка.

Решетка предусматривается с ручной очисткой.

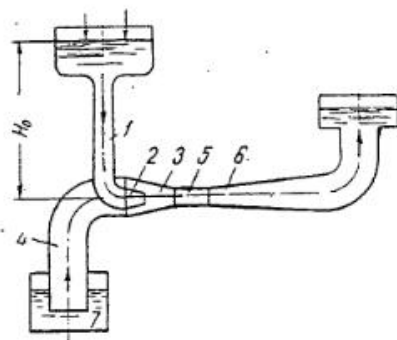
Число песколовок должно быть не менее двух.

§ 71. УДАЛЕНИЕ ОСАДКОВ ИЗ ПЕСКОЛОВОК И НЕФТЕЛОВУШЕК

Удаление осадков из песколовок и нефтеловушек может осуществляться гидроэлеваторами (эжекторами), песковыми насосами и при соответствующих условиях через донные клапаны и другими приемами.

1. Извлечение осадков гидроэлеваторами

Принципиальная схема гидроэлеватора показана на фиг. 229. Рабочая жидкость поступает по трубе 1 и через сопло 2, при значительно увеличенной скорости, поступает в камеру смешения 3 и в суженную горловину 5. В камере смешения, в результате резкого увеличения скорости образуется вакуум, вызывающий подсосывание воды и песка из емкости 7 по трубе 4. Смесь рабочей воды и жидкости из резервуара поступает в диффузор 6, где происходит уменьшение скорости и повышение напора.



Фиг. 229
Принципиальная схема гидроэлеватора

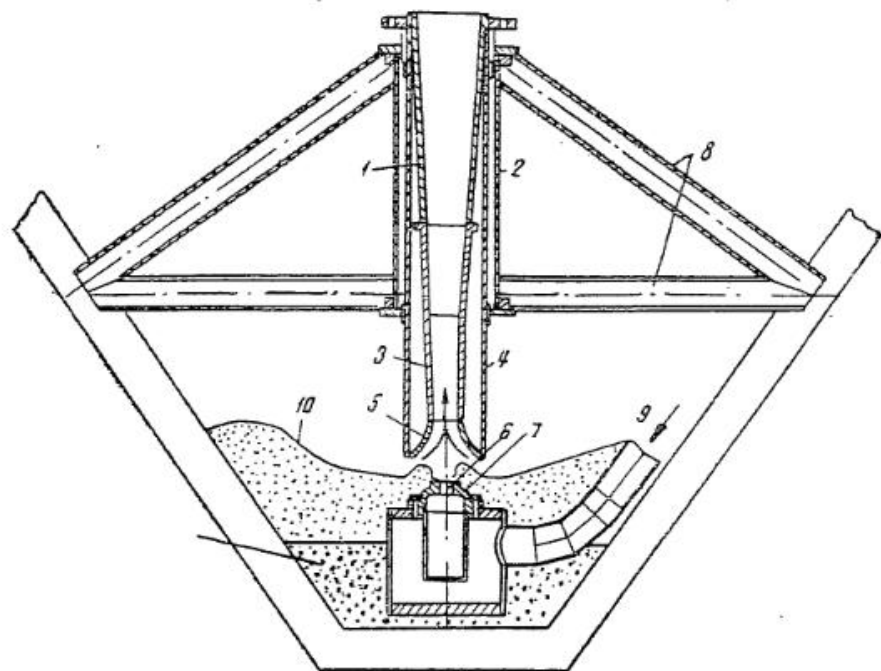
В табл. 265 приведена характеристика гидроэлеваторов системы Мосводоканал-проект, а на фиг. 230 дана их конструкция.

Гидроэлеваторы системы Гипроазнефть и системы ЭШЗ (Э. Р. Шихали-заде) показаны на фиг. 231 и 232, а их характеристики приведены в табл. 266.

Характеристика водяных эжекторов „Главармалита“ приведена в табл. 267.

На фиг. 233 показан водяной эжектор 200 ГОСТ 7498—55 для отсосывания воды. Основные параметры эжектора указаны в табл. 268.

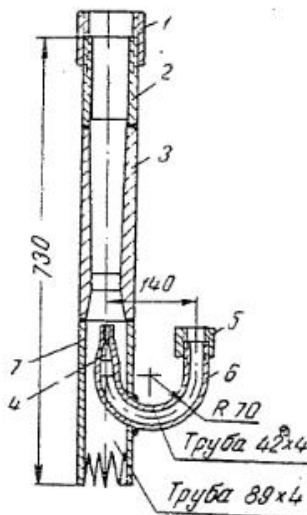
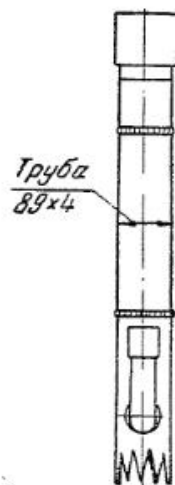
Расчет гидроэлеваторов выполняется следующим образом [26].



Фиг. 230

Гидроэлеватор системы Мосводоканалпроекта

1—диффузор; 2—патрон; 3—горловина гидроэлеватора; 4—приемная вставка; 5—входная часть; 6—сопло; 7—крышка; 8—балки крепления; 9—подача воды; 10—осадок.



Фиг. 231

Гидроэлеватор системы Гипроазнефти

1—муфта; 2—труба; 3—корпус; 4—сопло; 5—муфта; 6—двойник; 7—приемная труба.

Таблица 265
Гидроэлеваторы Мосводоканалпроекта

Номер элеватора	Производительность, л/сек	Высота подъема, м	Давление в сопле, ат	Расход рабочей воды, л/сек	К. п. д.	Диаметр, мм	
						сопла	горловины
1	5	9	3	12	0,20	24	52
2	12	7	3	13	0,19	27	61
3	12	15	5	26	0,20	34	42
ВСН	14—17	—	6—8	8—10	0,15—0,30	—	—

Таблица 266

Гидроэлеваторы системы Гипроазнефть и ЭШЗ

Система гидроэлеватора	Производительность, м³/час	Давление рабочей воды, ат	Номинальный напор, м	Расход рабочей воды, м³/час	Вес, кг
Гипроазнефть	14	≥ 5	5—8	20	95
ЭШЗ	18	≥ 6	10	36	—

Таблица 267

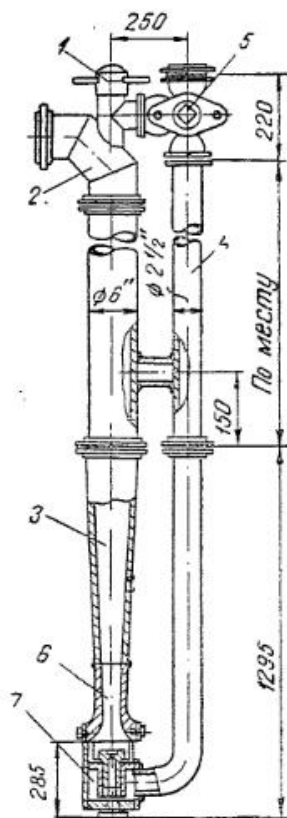
Водяные эжекторы Главармалита

Номер эжектора	Производительность, л/мин	Рабочее давление, ат	Диаметр резьбы, дюймы		Вес, кг
			подача воды	засос пульпы	
1	23	4	3/8	3/4	0,8
2	23	4	1/2	1	1,2
3	23—27	4	3/4	1 1/2	2,0
4	50—60	4	1 1/4	2	3,2

Таблица 268

Эжекторы 200 ГОСТ 7498—55

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Производительность эжектора при рабочем давлении $p = 4 \text{ кг/см}^2$ и при подпоре с рукавной линии за эжектором $0,4 \text{ кг/см}^2$	л/мин	200
Рабочее давление	кг/см²	от 2,5 до 8
Максимальная высота подъема подсосываемой воды:		
а) при рабочем давлении $2,5 \text{ кг/см}^2$	м	7
б) при рабочем давлении 8 кг/см^2	кг	20
Вес эжектора не более	кг	6



Фиг. 232

Гидроэлеватор системы ЭШЗ

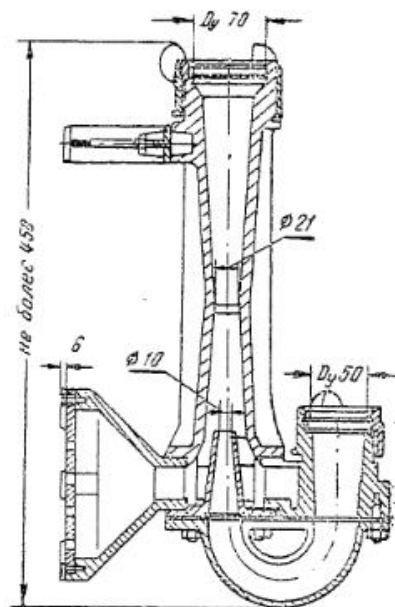
- 1—крышка; 2—наголовник;
3—диффузор; 4—патрубок водяной;
5—трехходовой кран;
6—камера смешения;
7—корпус водяной камеры.

Количество перекачиваемой пульпы определяется выражением

$$G_2 = \frac{Q}{t} \text{ м}^3/\text{час},$$

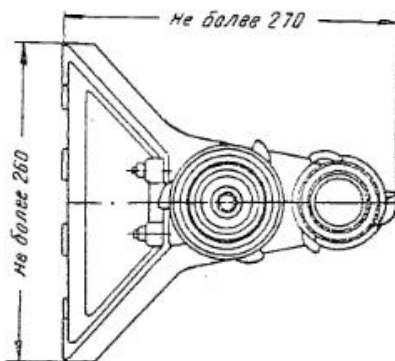
а расход рабочей воды выражением

$$G_1 = \frac{G_2}{u} \text{ м}^3/\text{час},$$



Фиг. 233

Эжектор 200 ГОСТ 7498—55



где Q —объем смеси жидкости и песка (пульпы), откачиваемой из емкости, $\text{м}^3/\text{час}$;

u —коэффициент инжекции $= \frac{G_2}{G_1}$, имеющий значения от 0,5 до 1.

Напор, возникающий у входа в выкидную трубу (за диффузором) без учета потерь в напорном трубопроводе, определяется

$$h = h_2 \cdot \gamma_{об}, \text{ м},$$

где h_2 —геометрическая высота подъема, м ;

$\gamma_{об}$ —объемный вес пульпы.

Необходимый напор рабочей воды перед соплом

$$H = 1,39 h (u + 1)^2 \text{ м}.$$

Диаметр сопла

$$d_c = 9,2 \sqrt{\frac{G_1}{\sqrt{H}}}.$$

Диаметр горловины

$$d_r = 8,5 \sqrt{\frac{G_1 (u + 1)}{\sqrt{h}}}.$$

Длина камеры смешения l_k и длина диффузоров с углом конусности $\alpha = 12^\circ$ — l_1 принимаются

$$l_k = (5 - 8) d_2 \text{ и } l_1 = \frac{d_B - d_r}{2 \tan \frac{\alpha}{2}} \text{ мм},$$

где $d_B = (2 - 3) d_r$.

Диаметр камеры смешения в плоскости, проходящей через конец сопла (встречного насадка)

$$d_n = \sqrt{d_{c,н}^2 + \frac{81 \cdot G_1 \cdot u}{\sqrt{\beta \cdot h \cdot \eta_2}}} \text{ мм},$$

где $d_{c,н}$ —наружный диаметр сопла, равный $d_c + 2 \text{ мм}$;

β —коэффициент, принимаемый равным 0,5;

η_2 —к. п. д. встречного насадка, равный 0,83—0,92.

Коэффициент полезного действия гидроэлеватора определяется

$$\eta_{г.э} = \frac{G_2 \cdot h}{G_1 (H - h)}.$$

Суточное количество осадков, подлежащих откачке из песколовок и нефтеловушек, определяется по формуле

$$P = \frac{Q (K_n - K_b) 24}{1000 \cdot n} \text{ т/сут [28],}$$

где Q —среднечасовой расход воды, поступающей в узел нефтеулавливания, $\text{м}^3/\text{час}$;

K_n —концентрация взвешенных веществ в поступающих сточных водах, $\text{кг}/\text{м}^3$;

K_b —то же в выходящих сточных водах, $\text{кг}/\text{м}^3$;

n —число секций песколовок или нефтеловушки.

Вес твердых веществ, удаляемых гидроэлеватором

$$p = \frac{P \cdot 1000}{S \cdot T \cdot 60} \text{ кг/сек},$$

где S —число откачек в сутки ($S=1$);

T —продолжительность одной откачки в мин. ($T=30$ мин.).

Вес воды, эжектируемой с осадками

$$p_2 = \frac{p}{\beta} \text{ кг/сек},$$

где β —отношение твердой фазы к жидкой.

Вес эжектирующей воды

$$p_1 = \frac{p_2}{\kappa} \text{ кг/сек},$$

где κ —коэффициент подсоса, равный

$$\kappa = \frac{1}{\sqrt{(1+\beta) \left(1 + \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \cdot \beta\right)}},$$

где γ_1 и γ_2 —удельные веса эжектирующей и эжектируемой воды.

Расход эжектирующей воды $q_1 = \frac{p_1}{\gamma_1}$, л/сек;

Расход эжектируемой воды $q_2 = \frac{p_2}{\gamma_2}$, л/сек;

Секундный расход пульпы $q_n = q_1 + q_2 + \frac{p}{\gamma}$, л/сек,

где γ —удельный вес породы взвешенных веществ ($\gamma=2,65$).

Удельный вес пульпы

$$\gamma_n = \frac{p_1 + p_2 + p}{\frac{p_1}{\gamma_1} + \frac{p_2}{\gamma_2} + \frac{p}{\gamma}}.$$

При расчете рекомендуется принимать отношение твердой фазы к жидкой в пульпе от $\beta=0,15$ до $\beta=0,50$ (в конце и начале отсасывания).

Диаметр пульпопровода рекомендуется определять по упрощенной формуле, обеспечивающей скорость движения, не допускающей осаждения взвешенных частиц (критическая скорость)

$$D = \frac{0,485 \cdot q_n^{0,43}}{u^{0,11}} \text{ м},$$

где q_n —секундный расход пульпы, $\text{м}^3/\text{сек}$, определяемый по предыдущему расчету;

u —минимальная гидравлическая крупность осаждаемой взвеси, которая может быть принята: для песколовок $0,018-0,025 \text{ м/сек}$ и для нефтеловушек $0,002-0,018 \text{ м/сек}$.

Удельные потери напора в пульпопроводе i_n определяются

$$i_n = A_T \cdot q_n^2 \cdot \gamma_n \text{ м},$$

где γ_n —удельный вес пульпы по предыдущему расчету;

A_T —удельное сопротивление, определяемое по табл. 269.

Таблица 269

Диаметр пульпопровода, мм	25	38	50	75	100	125	150	200
A_T	51800	48400	12900	1480	319	97	37	8

Потери напора по всей длине пульпопровода L_n м

$$H_n = i_n \cdot L_n.$$

Суммарная высота напора в гидроэлеваторе

$$H'_c = H_{\text{геод}} + H_n + H_{\text{м.п}} - H_3, \text{ м},$$

где $H_{\text{геод}}$ —геодезический подъем пульпы от сопла, м;

$H_{\text{м.п}}$ —сумма местных потерь напора, м;

H_3 —давление столба жидкости в резервуаре над соплом, м;

H_n —потери напора в трубопроводе, м.

Для подачи пульпы необходимо, чтобы динамический напор активной струи

$$h_1 = m \cdot H'_c,$$

где $m = f_r : f_c$;

f_r —площадь поперечного сечения горловины гидроэлеватора;

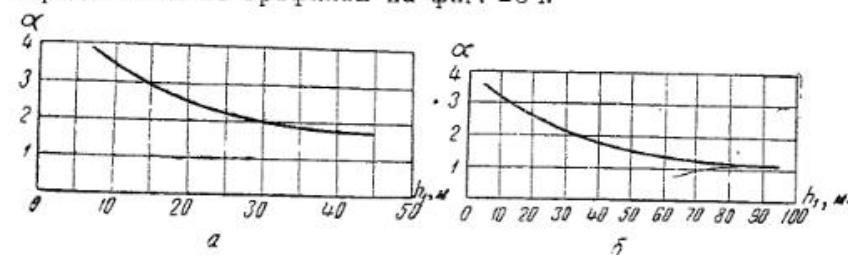
f_c —площадь поперечного сечения сопла.

Величина m может быть исчислена по предыдущему или принята по опытным данным для наивыгоднейшего значения, равной 5.

Для получения необходимой энергии эжектирующей струи, динамический напор h_1 должен быть увеличен умножением на эмпирический коэффициент α

$$h_{\text{факт}} = \alpha h_1.$$

Значение коэффициента α для сопел $d = 32$ мм и $d = 38$ мм определяется по графикам на фиг. 234.



Фиг. 234

График для определения коэффициента α
а—для сопла диаметром 32 мм; б—для сопла диаметром 38 мм.

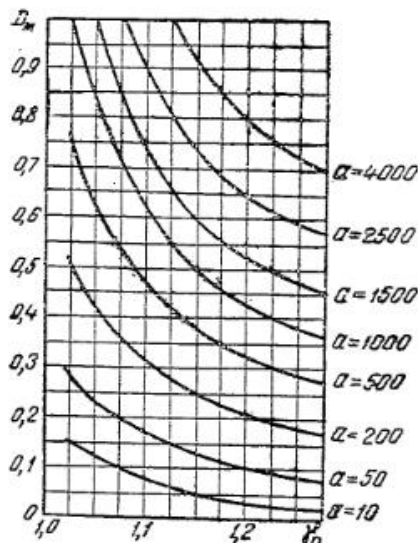
Определение диаметра пульпопровода при оптимальном режиме гидротранспортирования может быть выполнено также по графику на фиг. 235 [27].

В этом графике

$$\alpha = \frac{W \cdot \gamma_2'}{\sqrt{u}},$$

где W —количество транспортируемого осадка в рыхлом теле, $\text{м}^3/\text{час}$;
 γ_2' —объемный вес осадка в рыхлом теле, принимаемый по предыдущему равным 1,3–1,6 $\text{т}/\text{м}^3$ (см. табл. 264);
 u —средняя гидравлическая крупность частиц в осадке, $\text{м}/\text{сек}$.

Диаметр пульпопровода определяется по графику с учетом значения объемного



Фиг. 235

График для определения диаметра пульпопровода

веса гидросмеси γ_n , определяемого по предыдущей формуле или по формуле

$$q_n = \frac{W}{3600} \cdot \frac{\gamma_2'}{\gamma} \cdot \frac{\gamma - 1}{\gamma_n - 1},$$

где обозначения—по предыдущему.

Пульпа, откачиваемая из песколовков и нефтеловушек, в определенных условиях должна транспортироваться по открытым лоткам и желобам.

При расчете самотечного движения пульпы по желобам принимаются:

удельный объем смеси песка и воды

$$\gamma_n = \frac{1 + n\gamma}{\gamma + n\gamma} \text{ м}^3/\text{т},$$

объемная производительность желоба

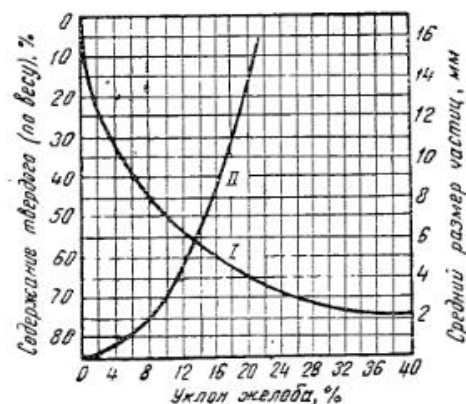
$$Q = \frac{G_{\text{час}} + n G_{\text{час}}}{3600} \gamma_n \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Принимая при открытых желобах, транспортирующих пульпу, допустимый коэффициент перегрузки $K = 1,5$, расчетную пропускную способность желоба определим по формуле

$$Q_p = 1,5 Q.$$

В этих формулах:
 n —степень разбавления песка водой (отношение жидкой фазы к твердой по весу, $\text{жс}:\text{т}$); γ —объемный вес породы твердой фазы, $\text{м}^3/\text{т}$; $G_{\text{час}}$ —производительность желоба по твердому материалу, $\text{т}/\text{час}$.

На фиг. 236 показаны кривые зависимости минимального уклона желоба от процента содержания в пульпе твердой фазы (кривая I) и от крупности ее частиц (кривая II). Эти кривые составлены для пород твердой фазы с удельным весом $\gamma = 2,65$. При твердом материале иного удельного веса полученные значения гидравлического уклона умножаются на коэффициент $K = \frac{\gamma - 1}{1,65}$.



Фиг. 236

Кривые зависимости минимального уклона желоба от процентного содержания твердой фазы и от среднего размера частиц пульпы

Глубина потока в желобе определяется по формуле

$$a = 0,315 \sqrt[5]{Q_p^2} \text{ м,}$$

где Q_p —расчетный расход пульпы, $\text{м}^3/\text{сек}$.

Ширина потока b принимается равной $2a$. Высота желоба $h = 2a$.

Скорость потока определяется при полученном значении гидравлического уклона по обычным гидравлическим формулам для каналов.

Максимальное процентное отношение твердой и жидкой фазы в пульпе— $p = \frac{T \cdot 100}{Ж}$ %. Процент определяется по табл. 270.

Таблица 270

Средневзвешенная геометрическая крупность тверд. фазы, мм	Гидравлический уклон (минимальный)	Содержание твердой фазы p , %
0,05	0,005	От 50 до 15 *
0,10	0,008	
0,15	0,013	
0,20	0,020	
0,25	0,025	
0,30	0,030	
0,40	0,034	
0,50	0,038	
1,00	0,042	
1,50	0,046	
2,00	0,050	

* Содержание твердой фазы в пульпе уменьшается с увеличением геометрической крупности.

2. Откачка осадков песковыми, фекальными и поршневыми насосами

Насосы обычно располагаются в заглубленной шахте и устанавливаются „под залив“. В приемке предусматриваются промывные трубы для разжижения осадков перед пуском насоса. Эти трубы питаются от напорного трубопровода.

Марки насосов и их характеристики приведены в табл. 271—275.

Таблица 271

Производительность насосов Q , $\text{м}^3/\text{час}$

Марка насоса	Содержание песка, %			
	5	25	50	65
2НП	40	32	25	23
4НП	113	102	80	68
6НП	227	194	160	136
8НП	293	498	375	340

Таблица 272

Марка насоса \ Напор, м	Напор, м								
	6	9	12	15	18	21	24	27	30
2НП	1035	1120	1350	1480	1620	1740	1850	—	—
4НП	6,8	6,8	9,1	9,1	11,4	11,4	16,8	1245	1315
	—	775	855	930	1015	1095	1175		
6НП	—	16,8	16,8	21,6	21,6	25	29	16,4	44,0
		—	715	785	850	915	980	1035	1085
8НП	—	—	29,0	29,0	36,4	44,0	44,0	53,0	65
			560	720	790	850	910	270	1020
			58	69	85	115	115	140	140

В числителе показаны обороты в минуту, в знаменателе—мощность двигателя, квт .

Таблица 273

Марка насоса	Габаритные размеры, мм	Вес, кг	D высасывающ. мм	D нагнетат. мм
			мм	
2НП	840×335	282	100	50
4НП	950×590	720	150	100
6НП	1450×685	1200	200	150
8НП	1530×575	1540	250	200

Насосы марки 6СП-7

Таблица 274

Производи- тельность, м³/час	Напор, м	Число оборотов в мин. <i>n</i>	Мощность вала	Рекомендуемая мощность	К. п. д.	Высота всасы- вания, м	Габриты, мм	Вес, кг
			квт					
320 400 470	45 42,5 39,5	} 96,0	83,6 91,4 99,0	} 115	47 50,5 51,0	} 6	2010×820 — —	1670 — —

Фекальные насосы

Таблица 275

Марка насоса	Число оборотов в минуту	Производительность, м³/час	Высота напора, м	Мощность, квт		К. п. д.	Высота всасывания, м	Габариты
				на валу	рекомендуемая			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2½ НФ	2940	43	37	8,7	10	50	5,5	930×360 мм Вес 195 кг
		43	42	9,9	14	50	5,5	
		43	50	12,2	20	47	5,7	
		72	33	10,9	14	59	5,1	
		72	39	12,7	20	60	5,1	
		72	47	15,4	20	59	5,3	
		108	26	13,6	20	56	4,2	
		108	34	15,6	20	64	4,2	
		108	42	20,0	20	61	4,2	
		108	42	20,0	20	61	4,2	
	1450	36	9,8	2,3	2,8	43	5,5	1048×360 мм
		72	6,5	3,2	4,5	39	5,0	
		108	26	14,7	20	51	6,0	
		180	23	19,9	20	56	5,0	
4НФ	975	72	11	4,4	7	49	6,0	1048×360 мм
		101	10	4,9	7	56	6,0	
6НФ	960	252	24	28	40	59	6,0	1432×900 мм
		360	23	36	55	63	6,0	
		504	20	47	55	59	5,0	

Окончание табл. 275

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8HΦ	960	432 576 664	35 34 39	72 66 114	100 100 130	59 62 60	5,5 5,0 4,0	1682×1000 мм
3Φ—11	2940	50 70 90 45 65 85	35 32,5 30,0 28,5 26,5 24	9,9 11,8 14,0 7,4 9,2 10,7	20 20 20 14 14 14	49 52,5 53 49 53,5 54	4,5 4,5	Вес 145 кг

Насосы на вертикальном валу

2НФВу	1450	36	16	2,4	4,5	62	6,0	Вес 103,5 кг
		44	20,5	3,9	7,0	62	6,0	
		54	14,0	3,2	4,5	66	6,0	
		54	20	5,0	7,0	66	6,0	
	1450	64	13	3,5	4,5	64	6,0	
		72	19,5	5,7	7,0	67	6,0	
4ФВ-5м	1450	90	68	27,3	40,0	60	3,0	Вес 346 кг
		125	60	29,4	40,0	65	3,0	
		150	50	32,4	40,0	60,5	3,0	

Для откачки осадков из песколовков могут применяться насосы с горизонтальной и вертикальной осями. Наряду с песковыми насосами марки НП могут применяться и насосы марки НФ.

Приводные грязевые насосы

В нефтяной промышленности широко применяются приводные грязевые поршневые насосы при промывках песчаных пробок в буровых скважинах, для глинистого раствора и пр.

Эти насосы могут быть использованы также и для откачки разжиженных осадков из песколовков и нефтеловушек. Недостатком указанных насосов является их громоздкость.

Основные технические показатели приводных поршневых и грязевых насосов даны в табл. 276.

Марка насоса	Производительность, м ³ /час	Давление, кг/см ²	Характер перекачиваемой жидкости	Габаритные размеры			Завод-изготовитель
				длина	ширина	высота	
9ГР	4,77—15,7	39—24	Промывка песчаных пробок Глинистый раствор , , ,	2630	935	2760	*Красный молот* „Уралмашзавод“ Завод „Борец“ „Красный молот“
У8-3	61,2—162	150—55		4850	3150	3420	
ЗЦН	63	30		2840	1355	1490	
4МГР	65—141,5	140—65		6840	2605	2965	

3. Удаление песка вакуумной установкой

Удаление песка из песколовки может осуществляться вакуум-компрессорной установкой (фиг. 237), отсасывающей песок из прямков песколовки. Вакуум создается компрессором 4, используемым также для предварительного взмучивания осадков. Применяется компрессор ГАРО-115 производительностью 0,25 м³/мин с двигателем 2,8 квт, числом оборотов 550 в мин. и давлением сжатого воздуха 11 ат [29].

Основные данные для расчета установки:

скорость в трубах— $v=1,2$ м/сек;

удельный вес взмученного осадка $\gamma = 1,3$;

вакуум, создаваемый в цистернах, — 70 %.

Теоретический объем отводимого из цистерны воздуха для понижения давления от $p_n = 1 \text{ ат}$ до p_k определяется формулой

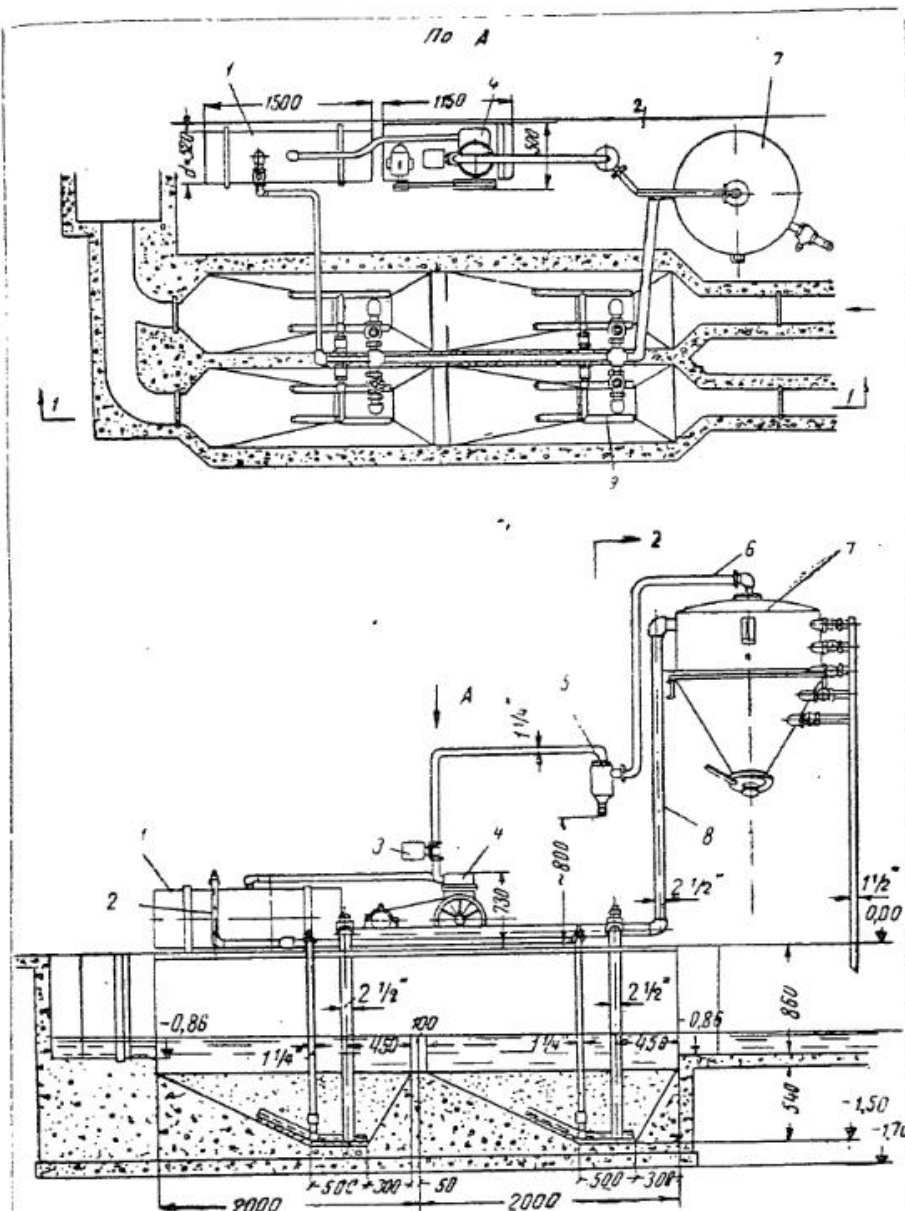
$$W_B = W_H (-\ln p_k) \cdot \frac{1}{\Lambda} \text{ МЗ},$$

где $W_{\text{ц}}$ —объем цистерны, м^3 ;

P_x —конечное давление в цистерне, ат;

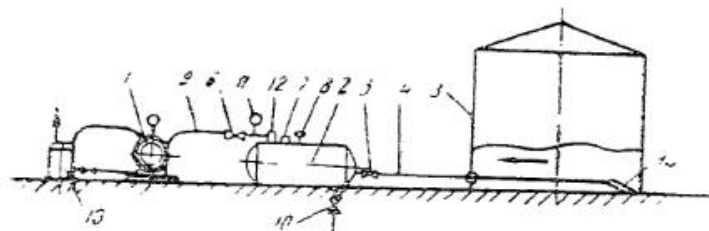
Δ —коэффициент герметичности 0,7—0,8.

На фиг. 238 показана передвижная установка для вакуумного удаления песка из резервуара [30].



Фиг. 237

Вакуумная установка для удаления песка из песколовков и отстойников
1—резервуар сжатого воздуха; 2—трубопровод для подачи сжатого воздуха; 3—фильтр компрессора (воздушный); 4—компрессор; 5—конденсационный бачок; 6—трубопровод для удаления воздуха; 7—цистерна; 8—наполнительный трубопровод; 9—трубопровод для декантации.



Фиг. 238

Схема вакуумной установки для удаления песка из резервуаров
1—передвижной вакуумасос; 2—вакуумная цистерна; 3—зачищаемая емкость;
4—гравейный трубопровод; 5, 6 и 10—краны; 7—поплачковое устройство; 8—щуп;
9—трубопровод к вакуумасосу; 11—манометр; 12—предохранительный
клапан; 13—водоотделитель; 14—зачистное устройство.

§ 72. ДООЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

При очистке сточных вод в нефтеловушках современных конструкций, в хороших условиях эксплуатации, среднее содержание нефтепродуктов в выходящих стоках на практике сохраняется на достаточно высоком уровне—50—150 мг/л в зависимости от качества нефтепродуктов. При повышенном содержании нефтяных эмульсий это содержание доходит до 200—300 мг/л.

Неполнота удаления нефтепродуктов при очистке сточных вод в нефтеловушках объясняется:

1) весьма медленной скоростью всплывания шариков нефти крупностью менее 100 м и влиянием вертикальной слагающей скорости турбулентного перемешивания;

2) агрегированием частиц нефти с твердыми минеральными взвешенными частицами и образованием неосадимой взвеси, близкой по удельному весу к воде;

3) образованием трехфазной эмульсии нефть—вода—механические примеси, пропитанной пузырьками газа, также по удельному весу близкой к воде;

4) незначительной разностью удельных весов тяжелых нефтепродуктов и воды.

Для обеспечения требований по охране водоемов общественного пользования от загрязнения возникает необходимость в доочистке нефтесодержащих сточных вод, которая может осуществляться:

1) методом фильтрования через песчаные кварцевые фильтры;

2) методом коагулирования с адсорбцией частиц нефтепродуктов хлопьями коагулянта;

3) другими приемами (флотацией и пр.).

1. ДООЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МЕТОДОМ ФИЛЬТРОВАНИЯ ЧЕРЕЗ ПЕСЧАНЫЕ ФИЛЬТРЫ

Исследования ВНИИ ВОДГЕО [24] показали, что путем фильтрования сточных вод, прошедших нефтеловушку, через кварцевые песчаные фильтры может быть достигнуто практически полное удаление нефтепродуктов. При отстаивании в течение нескольких суток в очищенной воде появление нефтяной пленки не наблюдается.

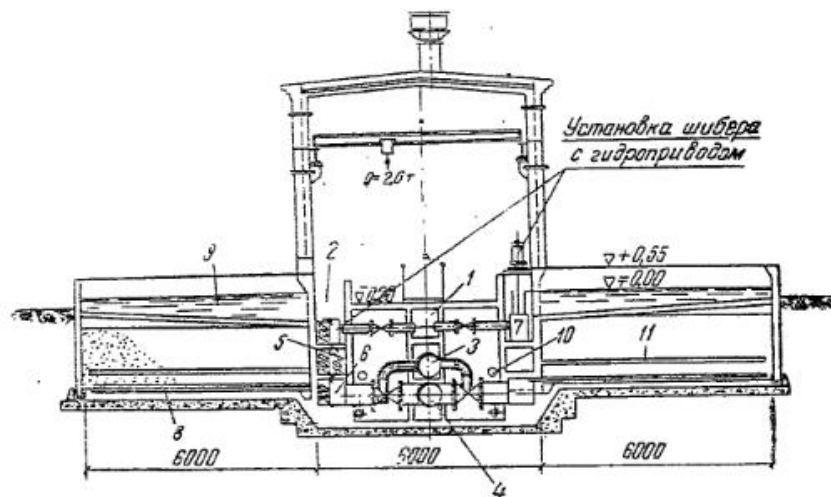
Доочистка на фильтрах осуществляется в результате прилипания мелкодисперсных нефтяных частиц к гидрофобным или наименее гидрофильным участкам поверхности кварцевых зерен песка, составляющих загрузку фильтра.

После нефтеловушек перед фильтрами должна предусматриваться емкость для усреднения и дополнительного отстоя сточных вод, с продолжительностью пребывания в них 6—24 часа (пруды дополнительного отстоя).

Высокая эффективность очистки сточных вод на песчаных кварцевых фильтрах допускает возможность направления фильтра в водоем, минуя буферный пруд. В этом случае пруды-отстойники перед фильтрами должны рассчитываться на продолжительность отстаивания не менее 12—24 часа.

Сточная вода, поступающая на фильтры, должна содержать не свыше 300 мг/л нефтепродуктов и 100 мг/л механических примесей.

Устройство кварцевого фильтра показано на фиг. 239.



Фиг. 239. Схема устройства кварцевого фильтра для доочистки сточных вод (размеры в мм).

1—отвод профильтрованной воды; 2—канал для сбора воды; 3—труба для подачи очищаемой воды; 4—подача промывочной воды; 5—магистральный канал для отвода грязной воды; 6—напорный распределительный канал для очищаемой воды; 7—шлюзовая задвижка; 8—распределительная сеть; 9—сборные желоба; 10—воздушная магистраль; 11—воздушная распределительная сеть.

Сточные воды из прудов дополнительного отстоя по трубе 3 поступают в напорный распределительный канал 6, а из него — в распределительную сеть 8. Эта сеть состоит из асбестоцементных труб с косыми прорезями, направленными вниз. Фильтрование осуществляется снизу вверх. Профильтрованная вода собирается в желоба 9 и отводится по лотку 1.

Промывная вода (холодная и горячая) подается по трубопроводу 4 и поступает через напорный канал 6 в распределительную сеть 8. Промывка осуществляется только снизу вверх. Грязная вода собирается желобами 9 и через шиберную задвижку 7 особого типа направляется в сквозной магистральный канал 5. Грязная вода с отмытой нефтью направляется обратно в нефтеловушки.

В процессе регенерации (промывки) фильтра в толщу загрузки подается воздух по воздушной магистрали 10 в воздушную распределительную сеть 11, уложенную в третьем гравийном слое (8—4 мм).

Загрузка фильтра по толщине слоев и крупности зерен показана в табл. 277. Содержание фракций < 0,75 мм не должно превышать 5%.

Таблица 277

Загрузка песчаных фильтров

Номера слоев снизу вверх	Крупность зерен	Толщина слоя	Материал за- грузки
	мм		
I	16—32	150—200	Гравийные
II	8—16	150—200	
III	4—8	150—200	
IV	2—4	300—400	
V	0,75—2	1000—1200	Песок
		1750—2050	

Процесс регенерации (отмывки) фильтра осуществляется по графику, показанному в табл. 278.

Общая продолжительность операций по регенерации фильтра — 30 мин., а включая время на его опорожнение и переключение — 40 мин.

Холодная вода для промывки фильтра должна поступать из системы оборотного водоснабжения завода, горячая вода — из холодильных установок, холодильников ТЭЦ или готовиться на месте путем барботажа холодной воды паром или нагреванием в змеевиках.

График регенерации фильтра

Этапы регенерации	Холодная промывка			Горячая промывка			Продувка воздухом	
	температура воды, °C	интенсивность, л/сек·м²	продолжительность, мин.	температура воды, °C	интенсивность, л/сек·м²	продолжительность, мин.	интенсивность, л/сек·м²	продолжительность, мин.
I	—	—	—	—	—	—	20	10
II	—	—	—	60	5	15	7	15
III	30—25	15	5	—	—	—	—	—

Общая схема фильтровальной установки показана на фиг. 240.

По трубопроводу 1 сточная вода поступает на песчаные фильтры 2 и после фильтрации по трубопроводу 3 направляется в оборотную систему водоснабжения или через буферные пруды в водоем. Из резервуара 4 чистая холодная вода направляется насосами 8 на промывку фильтра. Горячая промывная вода из резервуаров 5 насосами 8 подается на фильтры. Грязная вода от промывки фильтров собирается переливными желобами 10 и насосами 7 направляется в нефтеловушку из сборного резервуара 6. Воздух для продувки фильтров подается воздуходувками 9.

Расчет и устройство песчаных фильтров должны выполняться по следующим показателям и нормам [24]:

1) качество сточных вод, поступающих на фильтрование, должно определяться содержанием нефтепродуктов до 70—100 мг/л и взвешенных веществ до 20—30 мг/л, фильтры цикл 3—5 сут.;

2) длительность фильтрования (фильтроцикла) и момент выключения фильтра на регенерацию определяется:

а) повышением содержания нефтепродуктов в фильтрате до 10 мг/л;

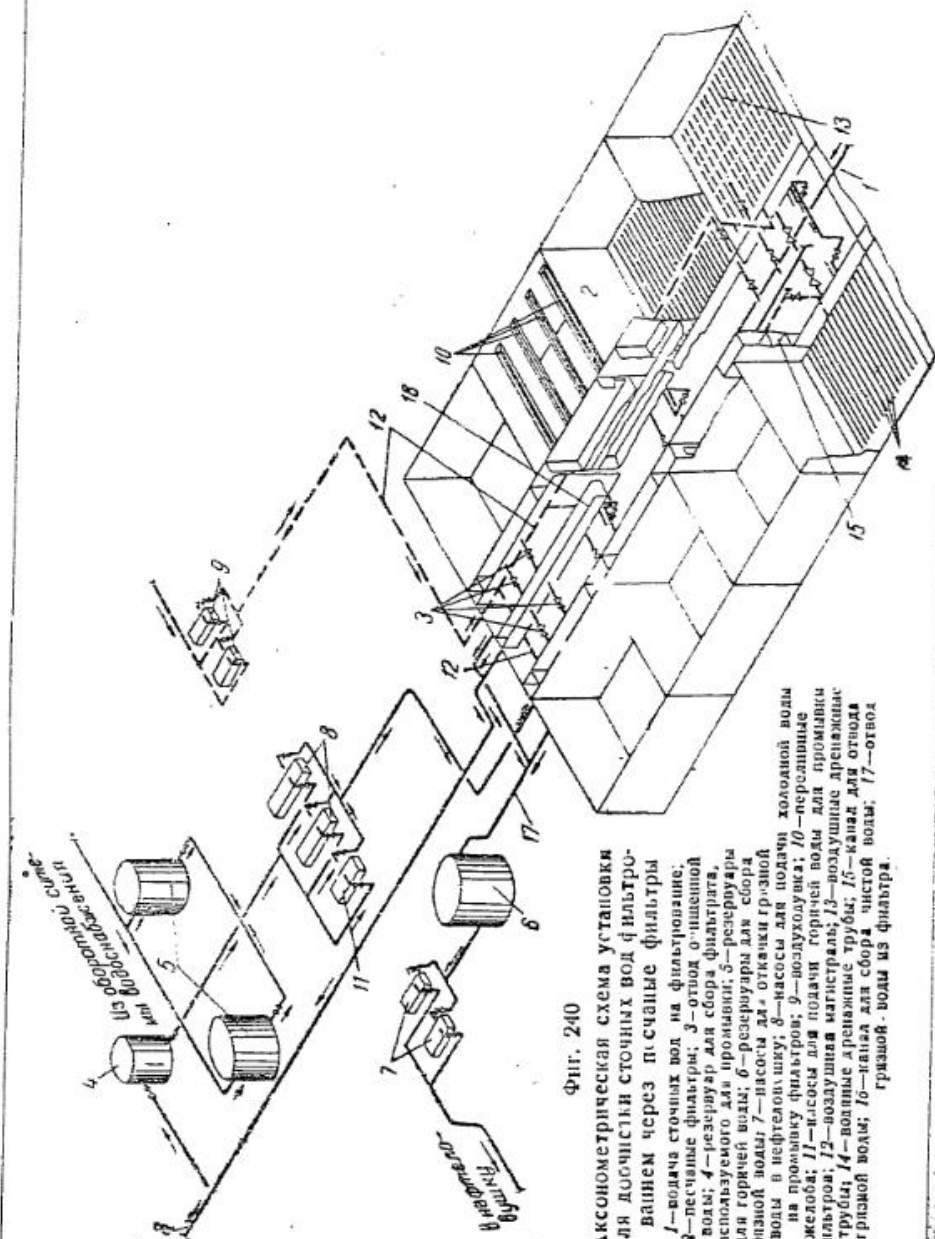
б) достижением предельной потери напора в загрузке, определяемой по формуле

$$h_{\text{заг}} = L(1 - m_0)(\gamma_s - \gamma_w) \mu,$$

где L — толщина зернистого слоя, м;

m_0 — пористость чистой загрузки ($m_0 = 0,40$);

γ_s и γ_w — удельный вес материала загрузки ($\gamma_s = 2,60$) и воды ($\gamma_w = 1,0$).



Фиг. 240

Аксометрическая схема установки для доочистки сточных вод фильтрованием через песчаные фильтры

1—вода сточных вод на фильтрование; 2—песчаные фильтры; 3—отвод очищенной воды; 4—резервуар для сбора фильтрата, используемого для промывки; 5—резервуар для горячей воды; 6—резервуар для сбора грязной воды; 7—насос для откачки грязной воды в нефтесловик; 8—насос для подачи воды на промывку фильтров; 9—воздухосуд; 10—переливные желоба; 11—насос для подачи горячей воды для промывки фильтров; 12—воздушная магистраль; 13—воздушные дренажные трубы; 14—волновые дренажные трубы; 15—канал для отвода грязной воды; 16—канал для сбора чистой воды; 17—отвод грязной воды из фильтра.

Для предварительных расчетов длительность фильтроцикла при качестве воды, указанном в п. I, может быть принята 3—4 суток;

3) скорость фильтрования принимается до 5 м/час;

4) распределительная система укладывается из чугунных, стальных или асбестоцементных труб в первом гравийном слое.

Магистральные трубы распределительной системы диаметром до 300 мм укладываются внутри фильтра. Если требуется уложить трубы большего диаметра, то они заменяются каналом прямоугольного сечения, расположенным вне фильтра.

Диаметр ответвлений принимается не более 150 мм.

Площадь отверстий в распределительной системе должна составлять 0,25% от площади фильтра, шаг отверстий 0,15—0,20 м и диаметр отверстий 12—15 мм (при применении асбестоцементных труб размер прорезей — 4 × 4 мм).

Для удаления воздуха из системы ответвления укладываются с уклоном от магистрали 0,002; от магистрали выводится стояк-воздушник диаметром 50 мм;

5) общие потери напора в дренажной системе не должны превышать 4—5 м;

а) потери напора в отверстиях распределительной системы определяются по формуле

$$h_{отв} = \left(\frac{W \cdot F}{1000} \right)^2 \cdot \frac{1}{\varphi^2 \cdot f^2 \cdot 2g} \text{ м},$$

где W — интенсивность промывки, л/сек · м²;

F — площадь фильтра, м²;

f — суммарная площадь отверстий распределительной системы, м²;

φ — коэффициент расхода = 0,62;

g — ускорение силы тяжести, м/сек²;

б) потери напора в загрузке фильтра принимаются

$$h_{заг} = L (1 - m_0) (\gamma_{заг} - \gamma_0),$$

где обозначения — по предыдущему;

в) потери напора в трубах, местные потери и потери на образование скорости в трубопроводах определяются по соответствующим формулам гидравлики;

г) высота подъема воды в фильтре определяется высотой загрузки (1,75—2,20 м) и высотой расположения кромки переливных желобов, которая принимается равной 0,7 м над песком;

6) воздушная распределительная система располагается в третьем гравийном слое.

Количество ответвлений воздушной распределительной системы должно быть равным количеству ответвлений водяной

системы. Воздушные ответвления располагаются над промежуточными ответвлениями для воды.

Воздух должен подаваться под давлением 0,5 ат через отверстия диаметром не менее 3 мм со скоростью выхода воздуха из отверстий — 25—30 м/сек.

Скорость движения воздуха в трубах должна приниматься 10 м/сек;

7) потери напора при промывке фильтра определяются аналогично расчету потерь напора при работе системы на фильтрование и по формулам, приведенным в п. 5, с учетом запаса на первоначальное загрязнение фильтра — 2 м;

8) желоба для сбора профильтрованной и промывной воды устанавливаются на высоте 600—700 мм от поверхности загрузки фильтра до их кромки (из расчета расширения песка на 50%).

Расстояние между кромками соседних желобов должно приниматься в пределах 700—1000 мм.

Поперечное сечение желобов определяется по формулам:

а) для полукруглого желоба $r = 1,22 \sqrt[5]{\frac{Q^2}{g}}$ с добавлением вертикальных стенок высотой 0,05 м (общая высота желоба $h = r + 0,05$ м);

б) для пятиугольного желоба $x = 0,75 \sqrt[5]{\frac{Q^2}{g}}$ м, где x — высота треугольной части пятиугольного желоба; $2x$ — ширина желоба, $2,5x$ — его полная высота;

Q — расчетный расход воды, м³/сек на 1 желоб;

g — ускорение силы тяжести, м/сек²;

в) поперечное сечение сборного прямоугольного желоба определяется по формуле

$$b = 1,73 \sqrt[5]{\frac{Q^2}{g} \cdot B} \text{ м}^2,$$

где B — ширина канала, которая принимается равной 0,8—1 м;

9) диаметры водопроводящих и отводящих труб принимаются по скорости:

а) в трубопроводах, подводящих воду, 1—1,5 м/сек;

б) . . . подающих промывную воду — до 2,5 м/сек;

в) . . . отводящих очищенную воду — 1—1,5 м/сек;

г) . . . отводящих промывную воду — 1,5—2 м/сек.

10) емкости резервуаров для горячей и холодной промывной воды, а также для приема грязной воды от промывки, определяются по соответствующим объемам воды за период однократной регенерации фильтра.

Перед фильтрами должна предусматриваться входная камера, в которой происходит удаление воздуха из поступающей воды. Объем камеры должен быть равен поступлению воды за 3—5 мин.;

11) фильтровальная установка должна быть обеспечена контрольно-измерительными приборами для:

а) измерения расходов воды при работе фильтров и их промывке;

б) измерения потерь напора в фильтре;

в) сигнализации о необходимости выключения фильтра;

г) замера температур промывной воды;

д) отбора проб воды.

Каждый фильтр должен быть оборудован регулятором скорости фильтрования.

Основные расчетные показатели, трубопроводы и оборудование для типовых песчаных фильтров, разработанные институтом „Гипроспецнефть“, приведены в табл. 279—281.

Таблица 279

Основные расчетные показатели для типовых песчаных фильтров

Производительность		Фильтры			Расход промывной воды				Число промываемых фильтров в сутки	Потребное количество воздуха при максимальной интенсивности, м ³ /мин	Суммарная потеря напора при промывке, м
					на 1 промывку		в сутки				
		л/сек	м ³ /час	площадь секции, м ²	размеры в плане, м	число секций	горячей	холодной			
					м ³						
100	360	18	3×6	4	81	81	81	81	1	21,6	19,88
200	720	18	3×6	8	81	81	162	162	2	21,6	19,88
300	1080	18	3×6	12	81	81	243	243	3	21,6	19,88
500	1800	36	6×6	6	162	162	324	324	2	43,2	18,27
		18	3×6	20	81	81	486	486	6	21,6	19,88
850	3060	36	6×6	10	162	162	486	486	3	43,2	18,27
		54	6×6	18	162	162	972	972	6	43,2	18,27
1400	5040	54	6×6	12	243	243	972	972	4	64,8	17,82
		36	6×6	28	162	162	1134	1134	7	43,2	18,27
		54	6×6	18	243	243	1458	1458	6	64,8	17,82

Размеры трубопроводов и каналов типовых песчаных фильтров

Производительность, л/сек	Площадь секции фильтра, м ²	Диаметры трубопроводов, мм						Размеры каналов, м				Диаметр воздухопроницаемого слоя, мм		ответственный
		подходящего на фильтр	травление	дренажа	напорного для промывки	то же к каждому фильтру	отводящего грязную воду	напорного для грязной воды	магистрального для прямой воды	для фильтрованной воды	для грязной воды	водопроводные же	подводящего	
100	18	350—250	150—250	150	350	350	600	100	0,7×0,5	0,4×0,45	0,7×0,5	0,6×0,33	200	80
200	18	500—250	150—250	150	350	350	600	125	0,7×0,5	0,5×0,55	0,7×0,5	0,6×0,33	200	80
300	18	600—250	150—250	150	350	350	600	150	0,7×0,5	0,5×0,7	0,7×0,5	0,6×0,33	200	80
300	36	600—350	150—250	150	350	350	600	150	0,7×0,5	0,5×0,7	0,7×0,5	0,6×0,33	300	80
500	18	500—250	150—250	150	350	350	600	150	0,7×0,5	0,6×0,8	0,7×0,5	0,6×0,33	200	80
500	36	600—350	150—250	150	350	350	600	150	0,7×0,5	0,6×0,8	0,7×0,5	0,6×0,33	300	80
850	36	800—350	150—250	150	350	350	600	200	0,7×0,5	0,8×0,95	0,7×0,5	0,6×0,33	300	80
850	54	1000—400	150—250	150	350	350	600	200	0,8×0,85	0,8×0,95	0,8×0,85	0,8×0,45	300	100
1400	36	900—350	150—250	150	350	350	600	200	0,7×0,7	1,0×1,20	0,7×0,7	0,6×0,33	300	80
1400	54	1200—400	150—250	150	350	350	600	200	0,8×0,85	1,0×1,20	0,8×0,85	0,8×0,45	350	100

По рекомендации ВНИИ ВОДГЕО площадь одного фильтра не должна превышать 50 м². Ограничение площади фильтра вызвано необходимостью уменьшить потребность в горячей воде на регенерацию отдельного фильтра за период его промывки. Приготовление горячей воды намечается осуществлять в резервуарах со специальными подогревателями.

Поверхность нагрева секционных подогревателей определяется по формуле

$$F = \frac{W \cdot 1000 \cdot (T_4 - T_3) \cdot 1,2}{k \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{T_3 + T_4}{2} \right) \cdot t}$$

где W — количество воды, затрачиваемое на одну промывку, м³;

T_4 и T_3 — температуры нагретой (60°) и нагреваемой (30°) воды;

T_1 и T_2 — температуры входящего пара (158°) при давлении 6 атм и уходящего из подогревателя конденсата (100°);

k — средний коэффициент теплоотдачи через стенки подогревателя = 600 кал/м² час 1° С;

t — продолжительность времени подогрева, принимаемого равным 2—4 часа.

Двухслойные фильтры

На фиг. 241 показан двухслойный фильтр, который по данным исследования ВНИИ ВОДГЕО может успешно применяться при доочистке нефтесодержащих сточных вод.

Загрузка фильтра состоит из:

1) нижнего слоя — кварцевого песка с частицами диаметром $d = 0,5—1$ мм и толщиной 0,5 м;

2) верхнего слоя — антрацитовой крошки $d = 1—1,8$ мм и толщиной 1—1,2 м.

Фильтрация воды осуществляется сверху вниз с расчетной скоростью 6 м/час.

Регенерация фильтра производится:

1) продувкой воздухом в течение 10 мин. с интенсивностью 20 л/сек · м²;

2) промывкой горячей водой (50—60°) в течение 15 мин. с интенсивностью 5 л/сек · м² и одновременной продувкой воздухом с интенсивностью 7 л/сек · м²;

3) промывкой холодной (30°) водой (очищенной) в течение 5 мин. с интенсивностью 15 л/сек · м² без продувки воздухом.

Продолжительность цикла фильтрации на антрацитовых фильтрах составляет 3—4 суток.

Водяные и воздушные трубчатые системы располагаются в одной плоскости.

Оборудование типовых

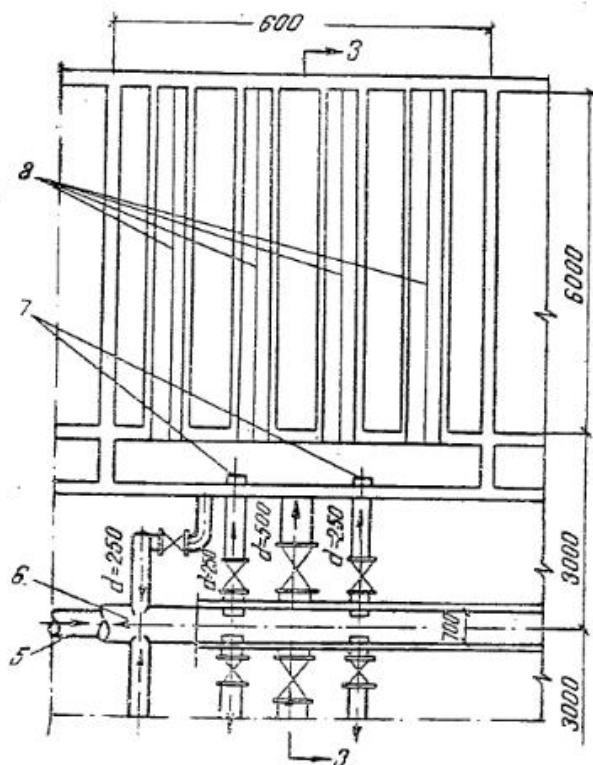
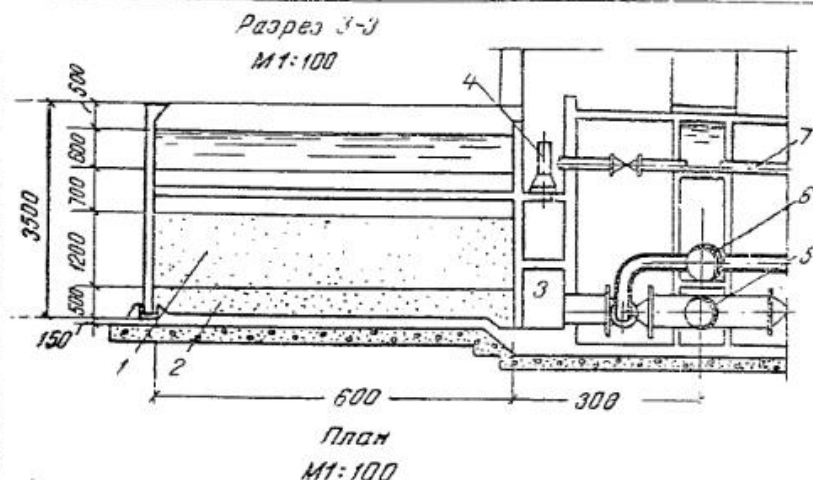
Площадь фильтра, м	Насосы и электродвигатели		Резервуары для		
	для горячей воды	для холодной воды	горячей		
			объем, м ³	d, м	h, м
18	Насос 8К-12 1 рабочий. Q=340 м ³ /час, H=25,4 м. Электродвигатель А81-4 N=49 квт, n=1460 об/мин.	Насос 1 НДС 1 рабочий+1 резерв- ный. Q=100 м ³ /час, H=24 м. Электродвигатель А102-6 N=100 квт, n=985 об/мин.	100* (2 шт.)	6,36	3,5
36	Насос 12НДС 1 рабочий. Q=720 м ³ /час, H=21 м. Электродвигатель А9-6 N=55 квт, n=980 об/мин.	Насос 16НДН 1 рабочий+1 резерв- ный. Q=1960 м ³ /час, H=21 м. Электродвигатель А104-6 N=160 квт, n=985 об/мин.	200 (2 шт.)	8,94	3,5
54	Насос 12НДС 1 рабочий. Q=1000 м ³ /час, H=24 м. Электродвигатель А102-6, N=100 квт, n=985 об/мин.	Насос 20НДН 1 рабочий+1 резерв- ный. Q=3000 м ³ /час, H=23 м. Электродвигатель АМ6-136-6 N=240 квт, n=960 об/мин.	300 (2 шт.)	11,02	3,5

* Для фильтров производительностью 100 л/сек предусматривается 1

песчаных фильтров

премыивной воды			Подогреватели секционные	Турбовоздуходувки и электродвигатели
холодной				
объем, м ³	d, м	h, м		
50	4,5	3,5	Тип ПЭ-1. A=2000 мм, B=2440 мм. Поверхность нагрева— 1,70 м ² . Продолжитель- ность нагрева—2 часа. Количество—2 шт.	Турбовоздуходувка ТК=700/5 1 рабочая + 1 резерв- ная. Q=85 м ³ /мин, p=3875 мм вод. ст. Электродвигатель Э91-2 N=100 квт, n=2950 об/мин.
100	6,4	3,5	Тип ПЭ-4. A=4000 мм, B=4440 мм. Поверхность нагрева - 3,14 м ² (один элемент). Продолжительность нагре- ва—4 часа, количество—2 шт.	То же
50	4,5	3,5	Тип ПЭ-2. A=2500 мм, B=2940 мм. Поверхность нагрева— 2,06 м ² . Продолжительность нагре- ва—4 часа. Количество—4 шт.	То же

резервуар.



Фиг. 241

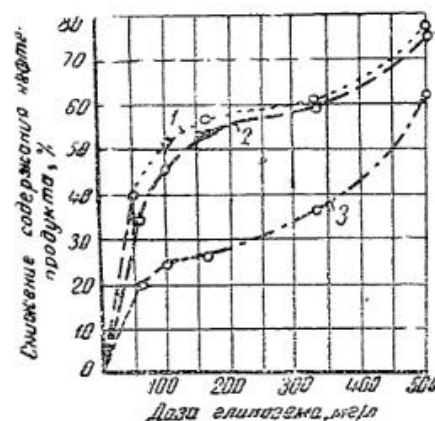
Двухслойный антрацитовый фильтр для доочистки сточных вод
1—слой антрацитовой крошки; 2—слой песка; 3—магистральный канал (подача промывной воды, отвод фильтрата); 4—донный клапан; 5—трубопровод для промывной воды; 6—трубопровод для очищенной воды; 7—подача воды на фильтрование; 8—сборные желоба.

2. Доочистка сточных вод методом коагулирования

Доочистка сточных вод от нефтяных примесей основана на способности хлопьев коагулянта адсорбировать мелкодисперсные частицы нефтепродуктов.

В качестве коагулянта могут быть применены сернистый глинозем ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), негашеная известь, а при отсутствии в воде сероводорода железный купорос ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), смесь негашеной извести с железным купоросом (CaO и FeSO_4) и др.

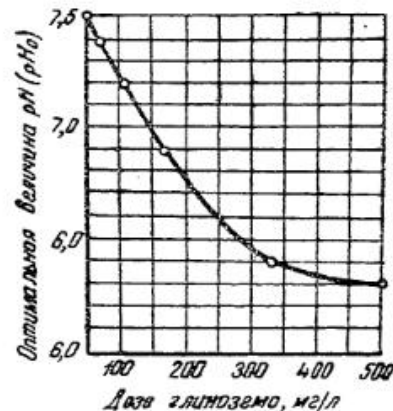
При применении сернистого глинозема зависимость эффекта осветления от дозы коагулянта и продолжительности осаждения в обычных условиях отстоя может быть определена по кривым, показанным на фиг. 242. Кривая зависимости 1 дана для 2-часового отстоя, кривая 2—для отстоя в течение 1 часа и кривая 3—для отстоя продолжительностью $\frac{1}{2}$ часа.



Фиг. 242

Кривые зависимости эффекта очистки от дозы глинозема

1—отстаивание—2 часа; 2—то же, 1 час;
3—то же, $\frac{1}{2}$ часа.



Фиг. 243

Кривая зависимости дозы глинозема от оптимальной величины pH

Оптимальный показатель pH при различных дозах коагулянта показан на графике (фиг. 243).

Для целей доочистки сточных вод от нефтяных примесей в качестве коагулянта может быть рекомендована CaO в количестве 100—150 мг/л, а в отдельных случаях даже до 200 мг/л.

На дозу CaO оказывает влияние содержание карбонатной жесткости в очищаемой сточной воде.

При начальном содержании в сточной воде нефтепродуктов в количестве 50—150 мг/л:

- а) при карбонатной жесткости 1,2—1,3 мг-экв/л оптимальная доза CaO составляет 75—100 мг/л;
 б) при карбонатной жесткости 2,4 мг-экв/л—150 мг/л;
 в) при карбонатной жесткости 4,8 мг-экв/л—300 мг/л.

Присутствие натриевых солей нафтеновых кислот требует повышения дозы CaO до 250—400 мг/л.

Количество нефтепродуктов в сточных водах до 500 мг/л не влияет на дозу коагулянта CaO.

Применение для доочистки сточных вод в качестве коагулянта сернокислого алюминия приводит к худшим результатам, а именно:

1) образующиеся при коагулировании сернокислым алюминием хлопья при адсорбции частиц нефтепродуктов приобретают удельный вес, близкий к единице, плохо оседают и частично выносятся из отстойника;

2) при температуре в сточных водах, превышающей 30°, наблюдается заметное снижение скорости осаждения хлопьев коагулянта, их повышенный вынос из отстойника и снижение эффекта очистки. Образование устойчивого взвешенного фильтра в суспензионных осветлителях при этих температурах не наблюдается;

3) удовлетворительный эффект очистки может быть достигнут лишь при высоких дозах $Al_2(SO_4)_3$, достигающих 600 мг/л.

УФНИИ рекомендует для доочистки сточных вод в качестве коагулянта применять сернокислый алюминий, получающийся на катализаторных фабриках, как производственный отход, в смеси с негашеной известью в дозах по 100 мг/л, а при отсутствии в сточных водах сероводорода, $FeSO_4$ и CaO—в тех же дозах. При применении CaO или CaO в смеси с $FeSO_4$ выноса хлопьев из отстойников при температуре до 40°С не наблюдалось.

В зарубежной практике при доочистке сточных вод от нефтепродуктов рекомендуется применять смесь сернокислого алюминия—35 мг/л, активизированного глинозема—20 мг/л и жженного доломита—310 мг/л. При этом оптимальное значение pH принимается равным 8,1—8,5. Содержание нефтяных примесей в сточных водах после очистки снижается до 5 мг/л.

Схема установки для доочистки сточных вод методом коагуляции предусматривает следующий состав сооружений:

- 1) бассейн-усреднитель для выравнивания состава, расхода и температуры очищаемых сточных вод;
- 2) установка реагентного хозяйства в составе:
 - а) затворных и растворных баков, б) дозирующего бака и в) склада для коагулянтов;
- 3) смеситель;
- 4) камера реакции (совмещенного типа или в виде отдельной установки);

5) отстойник горизонтальной или вертикальной конструкции, или типа суспензионных осветлителей;

6) площадки для подсушивания извлекаемых из установки осадков или илонакопитель. Насыщенность осадков нефтепродуктами исключает допустимость их непосредственного спуска или смыва дождевыми потоками в общественные водоемы.

Реагентное хозяйство для приготовления раствора коагулянта

Конструкция и расчет затворных и растворных баков осуществляются исходя из норм (НПТУ 126—55) и практики водоснабжения населенных мест.

В случае необходимости подщелачивания воды, при применении в качестве коагулянта $Al_2(SO_4)_3$ или $FeSO_4$, предусматривается установка бачка для приготовления известкового молока. Емкость этого бачка

$$W_{\text{подщ}} = \frac{y \cdot Q}{41,7 \cdot b \cdot n} \text{ м}^3,$$

где y —требуемое повышение щелочности воды, °Н;

Q —расход воды, м³/час;

b —принятая крепость раствора (3—5%);

n —число затворений в сутки (2—3).

Количество °Н, на которое надо повысить щелочность воды

$$y = 0,05 \cdot a - x + 2,$$

где a —максимальная доза коагулянта ($Al_2(SO_4)_3$), мг/л;

x —естественная щелочность (карбонатная жесткость) воды, °Н.

Максимальная доза коагулянта подсчитывается с учетом того, что 1 мг бикарбонатов стехеометрически приходится на 1,8 мг $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, на 0,9 $Al_2(SO_4)_3$ и 1,25 $FeSO_4$.

Отрицательное значение y указывает на достаточную величину щелочного резерва в очищаемой воде.

Величина снижения pH может быть проверена по уравнению

$$pH = 6,37 - \lg \frac{CO_2 \text{ своб}}{[HCO_3^-]};$$

после введения коагулянта

$$(pH)' = 6,37 - \lg \frac{CO_2 \text{ своб} + 0,011 \cdot N \cdot a}{HCO_3^- - 0,01525 \cdot N \cdot a},$$

где N —процент содержания SO_3 в коагулянте, мг/л;

a —доза коагулянта, мг/л;

$CO_2 \text{ своб}$ —содержание свободной углекислоты в воде, мг/л;

HCO_3^- —содержание бикарбонатных ионов в воде, мг/л.

Дозирующие устройства

В качестве дозирующих приборов могут применяться:

1) насосы-дозаторы шестереночного типа (ВНИИ ВОДГЕО);

2) мембранные насосы-дозаторы завода „Комега“;

3) плунжерные насосы-дозаторы ВНИИ ВОДГЕО типа МЭС Рижского турбомеханического завода, типа „Трансводпроект“ и др.;

4) автоматические дозаторы системы ВНИИГСа (Институт гидротехнических и санитарно-технических работ) в Ленинграде;

5) дозаторы поплавковые системы Хованского, в последующем улучшенные ВНИИ ВОДГЕО.

Склады для коагулянта

Хранение запаса коагулянта должно предусматриваться на 10—15 дней. При складировании навалом высота слоя не должна превышать 2 м.

Смесители

Широкое применение в практике проектирования очистных сооружений получили дырчатые и ершовые смесители.

Число перегородок в ершовом смесителе принимается равным 3—5. Потери в смесителе принимаются по расчету, принятому в практике водоснабжения населенных мест.

Камеры реакции (хлопьеобразования)

В практике очистки воды находят применение:

1) камеры реакции перегородочного типа с вертикальной или горизонтальной циркуляцией. Скорость движения воды в них порядка 0,2 м/сек. Время пребывания воды в камере принимается равным 15—30 мин. Потери в камерах достигают 1,0—1,5 м.

При применении в качестве коагулянта извести (СаО) время контакта в камерах реакции должно быть повышено до 1 часа;

2) камеры реакции водоворотного типа с вводом воды через насадки, которые придают воде вращательное движение. Скорость выхода воды из насадки принимается равной 3 м/сек, скорость движения воды в камере реакции—0,4—0,5 м/сек, время пребывания воды—15—25 мин. Водоворотные камеры реакции часто совмещаются с центральной трубой вертикального отстойника;

3) лопастные камеры реакции с вращением лопастей мешалок вокруг вертикальной или горизонтальной оси и окружной

скоростью 0,5 м/сек. Время пребывания воды в камере ограничивается 15 мин.;

4) вихревые камеры реакции, получившие в последнее время преимущественное применение. Эти камеры проектируются в виде опрокинутого конуса с углом конусности до 45° (обычно 30—40°). Очищаемая вода вводится в вершину конуса со скоростью 0,6—0,8 м/сек; на выходе из камеры реакции скорость воды снижается до 4—6 м/сек. Время пребывания воды в вихревой реакции ограничивается 8—10 мин.

Отстойники

Осаждение хлопьев коагулянта с адсорбированными нефтепродуктами и минеральными взвешенными веществами может осуществляться:

1) в горизонтальных отстойниках с расчетной скоростью движения воды до 1,8 м/сек. Эффективность работы горизонтального отстойника, по опытам ВНИИ ВОДГЕО, в нефтезаводских условиях характеризуется показателями, приведенными в табл. 282 [51]. Как видно из табл. 282, горизонтальные отстойники, в зависимости от дозы и вида реагента, при начальном содержании нефтепродуктов до 150 мг/л, снижают содержание нефтепродуктов в сточных водах до 10—30 мг/л. Сернокислый алюминий дает по сравнению с СаО худшие результаты;

2) в вертикальных отстойниках при скорости движения воды в них 0,25—0,5 м/сек. Из табл. 282 видно, что в случае применения в качестве коагулянта СаО, при восходящей скорости воды 0,5 м/сек, могут быть получены более высокие результаты очистки по сравнению с условиями применения $Al_2(SO_4)_3$, даже при снижении скорости движения воды в отстойнике до 0,25 м/сек. Площадь одного отстойника рекомендуется принимать не более 100 м²;

3) в суспензионных осветлителях при скорости движения воды 0,6—0,8 м/сек. Из табл. 282 видно, что суспензионные осветлители, при применении в качестве коагулянта СаО могут давать высокий эффект работы, снижая содержание нефтепродуктов в сточных водах до 2—8 мг/л.

Суспензионные осветлители в конструктивном отношении могут быть подразделены на:

а) осветлители в виде диффузоров конической формы с углом конусности 30—35° и установкой над конусом цилиндрической части. Осветлители-диффузоры снабжаются вынесенной шламоуплотняющей камерой;

б) осветлители с распределительным дырчатым днищем прямоугольной или круглой формы. В центральной части осветлителя располагаются шламоборная и шламоуплотняющая камеры.

Таблица 282

Наименование соору- жения	Содержание нефтепродук- тов в поступающей воде, мг/л	Реагент	Доза реагента, мг/л	Скорость движения воды, м/сек	pH после очистки	Содержание нефтепродук- тов в очищенной воде, мг/л
Горизонтальные отстой- ники	До 50	CaO	150	1,8	9,1	13
То же	51—100	"	150	1,8	10,1	17
"	101—150	"	150	1,8	10,1	10
"	До 50	Al ₂ (SO ₄) ₃	600	1,8	8,6	26
"	51—100	"	600	1,8	9,0	30
"	101—150	"	600	1,8	8,5	25
Вертикальные отстой- ники	51—100	CaO	100	0,5	9,7	7
То же	До 50	Al ₂ (SO ₄) ₃	600	0,25	8,6	19
"	101—150	"	600	0,25	8,8	17
Суспензионные освет- лители	До 50	CaO	100	0,8	10,4	2
То же	51—100	"	100	0,8	10,0	8
"	100—150	"	100	0,8	10,0	6
"	До 50	Al ₂ (SO ₄) ₃	600	0,6	8,8	13
"	51—100	"	600	0,6	9,0	23
"	101—150	"	600	0,6	8,8	24

Для повышения устойчивости гидравлического режима работы осветлителя ВНИИГС предложена конструкция ячеякового осветлителя, представляющего собой группу малых осветлителей (ячеек), совмещенных в одном сооружении с общим междудонным пространством. Ячейковые осветлители имеют вынесенный шламоуплотнитель. Уплотнение осадков может быть предусмотрено также в поддонном пространстве (конструкция П. И. Уральского);

в) осветлители с совмещенной камерой реакции. В этой конструкции в центре осветлителя располагаются диффузор, играющий роль камеры реакции вихревого типа, где происходит процесс хлопьеобразования;

г) осветлители ЦНИИ-1 и ЦНИИ-2, разработанные Всесоюзным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта, которые в настоящее время имеют широкое применение. В этих конструкциях осветлителей интенсификация сорбционных процессов достигается усиленной циркуляцией

хлопьев коагулянта через вертикальные и горизонтальные смесительные перегородки. Устройство шламоотводных труб позволяет отводить шлам из различных зон осветлителя и регулировать высоту шламового фильтра.

Один из наиболее успешно работающих осветлителей осветлитель типа ЦНИИ-2 показан на фиг. 244.

В осветлителе предусмотрено устройство шести радиальных смесительных перегородок 12, обеспечивающих необходимую горизонтальную и вертикальную циркуляцию шлама и равномерное восхождение струи очищаемой воды.

Поступление воды в осветлитель осуществляется по трубе 1 через воздухоотделитель 2. Вода поступает затем по трубе 3 в тангенциально расположенные сопла 11. Шламоотделительная камера 9 располагается в центральной части осветлителя. Удаление шлама из зоны взвешенного фильтра осуществляется по приемным трубам 5, обеспечивающих возможность его отвода из различных по высоте зон осветлителя. Равномерность движения воды в осветлителе обеспечивается дренажной решеткой 6. В осветлителе предусматривается непрерывная продувка шламоотделителя (без уплотнения шлама).

Расчет осветлителя ЦНИИ-4 выполняется по показателям, приведенным в табл. 283.

При устройстве вынесенного за пределы осветлителя шламоуплотнителя с периодической продувкой объем его определяется по формуле

$$W_{ш} = \frac{G \cdot T}{10000 \cdot p \cdot c} \cdot Q \text{ м}^3,$$

где G —вес сухого вещества осадка в г/м³ обрабатываемой воды, который определяется уравнением

$$G = M + a(K_3 + K_2) \text{ г/м}^3;$$

T —время пребывания шлама в шламоуплотнителе (4—6 часов);

p —средняя концентрация осадка в шламоуплотнителе, % (при содержании взвеси в воде 200 мг/л $p=1,6\%$, при 500 мг/л $p=2,7\%$);

c —объемный вес уплотненного осадка, т/м³ ($c=1,02 \text{ т/м}^3$);

Q —количество воды, поступающее в осветлитель, м³/час;

M —содержание взвешенных веществ в обрабатываемой воде, г/м³;

a —доза коагулянта, считая на безводный продукт, г/м³;

K_3 —коэффициент, зависящий от нерастворимых примесей:

для очищенного глинозема 0,08, для глинозема марки БМ—0,69, для железного купороса—0,10;

K_2 —коэффициент, учитывающий изменение веса при пере-

ходе на гидроокись: для Al₂(SO₄)₃—0,46, для FeSO₄—0,7.

Содержание нефтепродуктов в шламе при очистке в суспензионных осветлителях определяется в 1,5—3%.

Нормативы для проектирования осветителей типа ЦНИИ-2
МПС с непрерывной продувкой шламоотделителя

Наименование расчетных величин	Обозначения расчетных величин	Нормативы
1	2	3
Полезная производительность осветителя, $\text{м}^3/\text{час}$ (с учетом расхода воды на промывку фильтров)	Q	—
Полный расход воды через осветитель, $\text{м}^3/\text{час}$ (с учетом расхода воды на продувку шламоотделителя)	Q_0	$Q_0 = 1,05Q$
Расход воды, поступающей в шламоотделитель, $\text{м}^3/\text{час}$	$Q_{\text{ш}}$	$0,1Q$
Расход воды через верхнюю дренажную решетку шламоотделителя, $\text{м}^3/\text{час}$	$Q_{\text{ш-др}}$	до $0,1 \text{ м}^3/\text{час}$
Расход воды, пропускаемой через дренажную решетку выходной части осветителя, $\text{м}^3/\text{час}$	$Q_{\text{др}}$	$0,95Q$
Максимальный расход воды на продувку шламоотделителя, $\text{м}^3/\text{час}$, при мутности $1,5 - 2 \text{ г/л}$ (уточняется в процессе эксплуатации)	$Q_{\text{пр}}$	$0,05Q$
Диаметр воздухоотделителя, м	$D_{\text{в}}$	$Q_{\text{в}} = 1,13 \sqrt{\frac{Q_{\text{в}}}{v_{\text{в}}}}$
Поступательная скорость движения воды в воздухоотделителе, м/сек	$v_{\text{в}}$	$v_{\text{в}} \approx 100$
Полезная высота воздухоотделителя, м ($v_{\text{с}}$ — скорость движения воды на выходе из сопла водораспределительной трубы, м/сек)	$h_{\text{в}}$	$h_{\text{в}} = (0,055 v_{\text{с}}^2 + 0,5)$
Скорость движения воды, м/сек , в трубах: подводящей воду в воздухоотделитель, центральной и распределительных	v_9, v_{10}, v_{11}	$0,5 - 0,6$
Скорость движения воды, м/сек , на выходе из сопла распределительной трубы при мутности свыше 100 мг/л	$v_{12} = v_{\text{с}}$	$1,25 - 1,75$

Фиг. 244

Осветитель типа ЦНИИ-2 МПС

А — входная трапециевидная часть; Б — центральная часть; В — переходная часть; Г — выходная часть

1 — труба для подачи воды в воздухоотделитель; 2 — воздухоотделитель; 3 — центральная труба; 4 — распределительные трубы; 5 — шламоотводящие трубы; 6 — дренажная решетка; 7 — сборный желоб; 8 — труба для отвода осветленной воды; 9 — шламоотделитель; 10 — труба для отвода осветленной воды из шламоотделителя; 11 — конические водораспределительные сопла; 12 — смешивательные переборки; 13 — труба для продувки шламоотделителя; 14 — труба для продувки рабочей камеры осветителя; 15, 16, 17, 18 — кранки для отбора проб воды; 19 — канализационный колодец; 20 — канализационный коллектор; 21 — предохранительная решетка воздухоотделителя; 22 — донные клапаны.

1	2	3
То же при мутности менее 100 мг/л и большой цветности	—	0,8—1,2
Угол конусности у распределительных сопел	α_c	13°
Количество распределительных труб (D_o —диаметр осветлителя, м; $D_{ш}$ —диаметр шламоотделителя, м)	$n_{рт}$	$n_{рт}=0,55(D_o + D_{ш})$, но не менее 4
Скорость восходящего движения воды в осветлителе:		
1) при мутности менее 1 г/л и не частых ее изменениях; 2) при отсутствии частых колебаний производительности осветлителя и о обеспечении правильного дозирования реагентов; 3) при прочих условиях	v_1	$v_1=1,0—1,25$ м.м/сек=3,6—4,5 м/час; $v_1^*=1,25—1,5$ м.м/сек=4,5—5,4 м/час; $v_1^{**}=1,0$ м.м/сек= =3,6 м/час
Диаметр выходной части осветлителя, м	D_o	$D_o=1,13\sqrt{F_o+F_{ш}}$
Полезная площадь выходной части осветлителя, м ²	F_o	$F_o=\frac{0,95Q}{v_1}$
Скорость движения воды через отверстия дренажной решетки осветлителя, м/сек	v_2	0,3
Расстояние от дренажной решетки осветлителя до верхнего окна шламоотводной трубы, м.м	H_5	$H_5=(500+6S_{др})$
Расстояние от верхнего окна шламоотводной трубы до конической переходной части осветлителя, м.м	H_4	$H_4=700—1100$
Время пребывания воды в осветлителе, часы	T_o	$T_o \approx \frac{W_o}{0,5Q}$ (по нормам 1—1,5 часа)
Угол наклона стенок переходной части осветлителя	α_n	$\alpha_n=20—30^\circ$

1	2	3
Высота конической переходной части осветлителя, м.м ($D_{ц}$ —диаметр центральной части осветлителя, м.м, см. ниже)	H_3	$H_3=\frac{D_o-D_{ц}}{2tg\alpha_n}$
Скорость восходящего движения воды в центральной части осветлителя	v_3	$v_3=2$ м.м/сек= =7,2 м/час
Диаметр центральной части осветлителя, м	$D_{ц}$	$D_{ц}=1,13\sqrt{F_{ц}+F_{ш}}$
Площадь центральной части осветлителя, м ²	$F_{ц}$	$F_{ц}=\frac{Q_o}{v_3}$
Высота центральной части осветлителя	$H_2=H_{ц}$	$H_2=(3600—1,3H_3) \cdot \frac{D_{ц}}{4000}$ м.м
Примечание. Для осветлителей производительностью менее 50 м ³ /час высоту центральной части считают от оси водораспределительного слоя до конической переходной части.		
Скорость восходящего движения воды в шламоотделителе при $Q_{ш}=0,1Q$	v_4	$v_4=0,75$ м.м/сек= =2,7 м/час
Площадь шламоотделителя, м ²	$F_{ш}$	$F_{ш}=\frac{0,1Q}{v_4}$
Диаметр шламоотделителя, м	$D_{ш}$	$D_{ш}=1,13\sqrt{F_{ш}}$
Количество шламоотводных труб	$n_{шт}$	$n_{шт}=0,55(D_o+D_{ш})$, но не менее 4
Скорость входа воды в окно шламоотводной трубы	v_6	$v_6=2$ м.м/сек= =7,2 м/час
Скорость движения воды в приемной части шламоотводной трубы	v_7	$v_7=10$ м.м/сек= =36 м/час
Расстояние между шламоотводными трубами	$S_{шт}$	не более 3 м

1	2	3
Высота шламоотводной трубы от нижнего окна до верхнего, м	$H_{шт}$	$H_{шт}=0,5+0,15M+0,5 S_{шт}$ М—максимальная мутность воды, г/л)
Скорость в трубе, отводящей осветленную воду из шламоотделителя	$v_{шж}$	Примечание. Формула применима для вод с мутностью 0,1—3 г/л. $v_{шж} \approx 0,35 \text{ м/сек} = 120 \text{ м/час}$
Угол наклона днища осветлителя и шламоотделителя	$\alpha_{ш} = \alpha_0$	$\alpha_0 = 35-40$

В условиях нормальной работы увеличение содержания нефтепродуктов до 500 мг/л и колебания pH в пределах 9—10,5 не оказывают существенного влияния на качество очищенной воды.

Исследования УфНИИ [32] показывают, что на работу суспензионного осветлителя при применении сернокислого алюминия отрицательное влияние оказывают колебания температуры и количества поступающих сточных вод. Термические возмущения, сопровождающиеся выносом хлопьев, наблюдались при изменении температуры на $\pm 1,5^\circ$. Наблюдались также нарушения работы осветлителя в результате проскока воздуха и газа.

К основным недостаткам реагентного метода доочистки сточных вод должны быть отнесены:

1) большой объем образующегося шлама, требующего значительной площади для его сушки или накопления.

При применении в качестве коагулянта СаО объем шлама в процентах к расходу очищаемой воды составляет:

при дозе коагулянта	125 мг/л	— 0,7%
" "	150 "	— 1,2%
" "	175 "	— 1,5%
" "	200 "	— 1,9%

При применении в качестве коагулянта $Al_2(SO_4)_3$ в количестве 200 мг/л после 2-часового отстоя объем шлама к расходу воды составляет 2,2—3,5% и больше;

2) содержание в шламе нефтепродуктов исключает возможность его сброса в водоем. Возникает необходимость устройства свалки шлама в местах, где исключается возможность его смыва в водоем дождевыми водами;

3) некоторая громоздкость комплекса сооружений.

Этот способ доочистки может найти достаточно успешное применение на нефтяных промыслах, не стесненных в территориальном отношении. В этом направлении должны быть поставлены опыты в производственных условиях.

3. Доочистка сточных вод методом флотирования

Метод флотирования мелкодисперсных нефтепродуктов может быть осуществлен по двум схемам.

Первая схема. Сточные воды поступают в резервуар, где они насыщаются воздухом под давлением 3—5 ат. К воде добавляется коагулянт, который благоприятствует созданию системы вода—нефтепродукты—хлопья коагулянта—воздух.

В сточную воду может быть введен также деэмульсатор. Тогда процесс деэмульсирования совмещается с процессом флотирования.

Из резервуара-смесителя вода поступает во флотационную камеру, где при атмосферном давлении происходят выделение мелких пузырьков воздуха и флотация агломерата—коагулянт-нефтепродукт.

Согласно опытам УфНИИ, этим приемом флотирования содержание нефтепродуктов в сточных водах может быть снижено до 10—20 мг/л.

Вторая схема: Сточные воды в смеси с коагулятором и деэмульсатором поступают в резервуар смеситель, где они при атмосферном давлении насыщаются воздухом. Из резервуара-смесителя вода поступает во флотационную камеру, которая находится под вакуумом. Выделяющиеся пузырьки воздуха вызывают флотацию агломерата во флотационной камере.

По схеме крупно-лабораторной установки УфНИИ, сточные воды из нефтеловушки вместе с коагулянтом, поступающим из дозирочных бачков, направлялись в смеситель.

Из смесителя вода забиралась центробежным насосом и направлялась во флотационную камеру через диафрагмовый смеситель, в котором происходило перемешивание очищаемой воды с воздухом, подаваемым компрессором.

Перед флотационной камерой устанавливался сатуратор, где происходило насыщение воды воздухом под давлением 3—5 ат и образование водовоздушной эмульсии.

Давление на выкидах насоса у флотокамеры держалось в пределах 1,2—1,5 ат. Высота флотационной камеры была равна 0,5—0,6 м. Время пребывания воды в ней 50—60 мин.

Флотационная камера проектировалась по типу горизонтального отстойника с приемной камерой для гашения скорости. Отвод воды производился из нижней части резервуара тремя горизонтальными трубами с прорезями.

Скорость всплывания агломерата была равна 0,1 мм/сек, горизонтальная скорость—1—2 мм/сек.

Расход воздуха принимался 10—15% от расхода сточных вод. В качестве агента, создающего хлопья, применялись FeSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, активизированная SiO_2 , щелочи после зашлачивания бензинов. При наличии в сточных водах H_2S применение FeSO_4 исключалось.

Для подсчета количества коагулянта, необходимого для образования взвешенных хлопьев удельным весом, равным удельному весу воды при данной температуре T° , применима формула

$$M_k = \frac{M_n (d_{\text{ш}} - d_n) \cdot d_k}{d_n (d_k - d_n)},$$

где M_k —вес коагулянта, мг/л;

M_n —вес нефтепродукта, мг/л;

$d_{\text{ш}}$ —удельный вес шлама, равный удельному весу воды при T° ;

d_n —удельный вес нефтепродукта;

d_k —удельный вес сухого коагулянта, равный для $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 2,42.

Количество выделяющегося воздуха при переходе к атмосферному давлению от давления в 3 ат равно 1,6 мг/л, при переходе от 5 ат—3,2 мг/л. Удельный вес пены при снижении давления от 3 ат равно 0,215, а при снижении давления от 5 ат—0,126.

В опытах применялась доза сернокислого алюминия в пределах 30—50 мг/л.

При применении отработанной щелочи и наличии сатуратора эффект очистки достигал 83% при количестве остаточных нефтепродуктов 48 мг/л.

При использовании $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ в дозе 50 мг/л и при отстаивании в течение 60 мин. эффект снижения содержания нефтепродуктов достигал 74—97%, при дозе 25 мг/л—от 40 до 97,5%, при дозе 10 мг/л—от 78,5 до 95%.

Опыты применения для доочистки сточных вод метода флотирования показывают пока неустойчивые результаты.

Процесс флотации может быть улучшен следующим образом:

1) путем подбора пузырьков воздуха оптимальных размеров;
2) повышением прочности прилипания частиц нефти и коагулянта к пузырькам воздуха, а также подбором соответствующего вида коагулянта и его дозировкой;

3) повышением устойчивости пузырьков воздуха введением вспенивающих реагентов.

По материалам УфНИИ ДН [51], полученным на производственной флотационной установке производительностью 17 м³/час, при введении воздуха путем вдувания его через фильтросы:

1) время пребывания сточной воды во флотокамере при ее глубине $H=1,5$ м определено в 10—20 мин.;

2) доза коагулянта: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ —25 мг/л и SiO_2 —4 мг/л.

Давление воздуха под фильтросами—0,5—1,0 ат.

Размеры пузырьков воздуха 15—130 м.

Расход воздуха и эффект работы флотокамеры:

Расход воздуха, м ³ /час	Удалено нефтепродуктов, %
0,065	40
0,27	68
0,54	72

Всесоюзным Нефтегазовым научно-исследовательским институтом (ВНИИ) предложена флотационная установка ФВУ-ВНИИ-3, предназначенная для доочистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов на нефтезаводах, нефтепромыслах и нефтебазах. Сточные воды поступают на флотационную установку после их предварительной очистки в нефтеловушках.

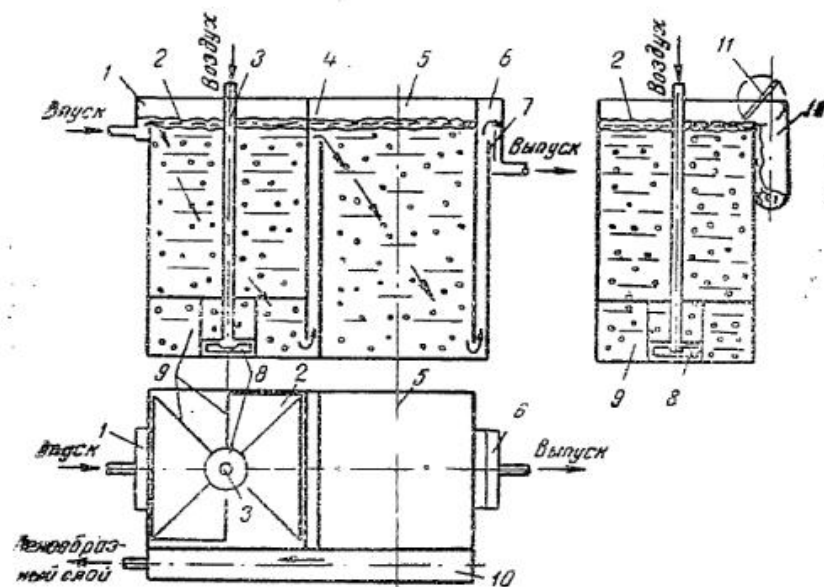
Работа флотационной установки ФВУ-ВНИИ-3 основана на способности мелких шариков нефтепродуктов прилипать к пузырькам тонкодиспергированного в сточной воде воздуха. Флотационные установки рекомендуется применять без введения в сточную воду коагулянта. Введение в сточную воду коагулянта может иметь место лишь в отдельных случаях, в зависимости от требований, предъявляемых к очищенной воде.

Схема флотационной установки ФВУ-ВНИИ-3 показана на фиг. 245.

Очищаемая сточная вода поступает во флотационную камеру 2 через приемный отсек 1 и удаляется из камеры через придонное окно перепускного отсека 4. Двигаясь сверху вниз, сточная вода встречает на своем пути пузырьки дисперсированного воздуха, адсорбирующего шарики нефтепродуктов и взвешенные частицы.

Дисперсирование воздуха осуществляется турбинкой 8 насосного типа. В качестве турбинки может быть использовано колесо центробежного насоса. При вращении турбинка засасывает воздух через трубу 3 и небольшое количество сточной воды через отверстия, устроенные в нижней части этой трубы. Выходящая из турбинки водо-воздушная смесь попадает в отбойники-успокоители 9. В успокоившейся воде происходит всплывание пузырьков воздуха и образование на поверхности воды пенообразного слоя, состоящего из нефтепродуктов, взвеси и воздуха. При помощи пеноснимателя 11 этот слой сбрасывается в отводящий лоток 10. Сточная вода из флота-

ционной камеры поступает через выпускной отсек 4 в отстойную камеру 5, где происходит полное удаление из воды пузырьков воздуха и остаточной нефти. Удаление очищенной воды из установки осуществляется через выпускную камеру 6, снабженную регулятором уровня 7.



Фиг. 245

Схема флотационной и отстойной камер

1—приемный отсек; 2—флотационная камера; 3—воздушная трубка; 4—перепускной отсек; 5—отстойная камера; 6—выпускная камера; 7—регулятор уровня воды во флотационной камере; 8—турбина насосного типа; 9—отбойники; 10—лоток для пены; 11—пеносниматель.

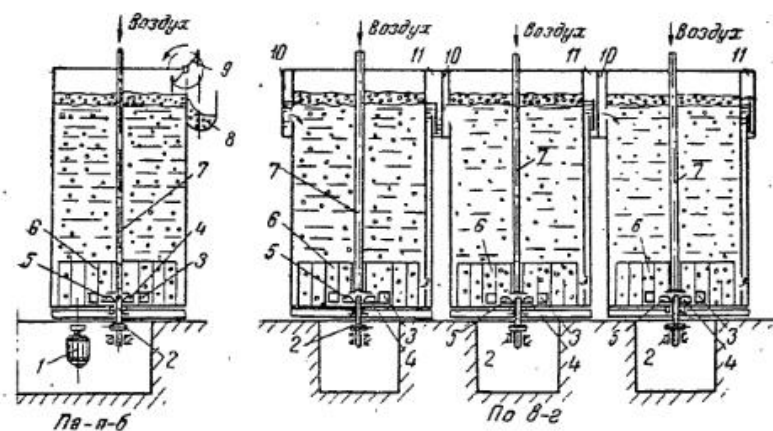
В определенных условиях возможно размещение в одной флотационной камере последовательно нескольких турбинок или устройство ряда последовательно работающих камер, как показано на фиг. 246.

Нефтяная пена по отводящему лотку направляется в разделочный резервуар 14, где происходит ее разрушение. Отделившиеся нефтепродукты направляются в сборный резервуар 13.

По проекту временных технических условий общий рабочий объем флотационных камер определяется по формуле

$$W = 0,025 \cdot Q \cdot t \text{ м}^3,$$

где Q —количество очищаемых сточных вод, $\text{м}^3/\text{час}$;
 t —продолжительность очистки, мин.



Фиг. 246

Схема трех параллельно работающих флотационных камер

1—электродвигатель с клиновидной ременной передачей; 2—сальниковое уплотнение; 3—статор; 4—турбина насосного типа; 5—отверстия в статоре для внутренней циркуляции воды; 6—отбойники; 7—воздушная труба; 8—лоток для приема пены; 9—лопастной пеносниматель; 10—впускной карман; 11—выпускной карман; 12—флотационная камера; 13—резервуар для нефти, выделившейся из воды; 14—резервуар для разрушения пены и отделения нефти; 15—насосный агрегат.

Продолжительность очистки t , для достижения содержания в очищенной воде не более 10 мг/л нефтепримесей, определяется в зависимости от окружной скорости турбинки u , следующими цифрами:

Окружная скорость турбинки u , м/сек	Продолжительность очистки t , мин.
12	30
16	20
20	15

Общая полезная поверхность флотационных камер

$$F = \frac{W}{h} \text{ м}^2,$$

где h —глубина флотационной камеры, принимаемая равной 2—4 м.

Полезная поверхность одной флотационной камеры f принимается равной от $(3D)^2$ до $(6D)^2$ м², где D —диаметр колеса турбинки, м.

Число параллельно работающих камер m равно $\frac{F}{f}$.

Количество сточной воды, засасываемой турбинкой

$$q_{\text{вд}} = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2gH} \text{ л/сек},$$

где μ —коэффициент расхода, равный—0,65;

ω —площадь отверстий, через которые сточная вода поступает на турбинку, м². Площадь отверстий ω подбирается опытным путем. Для предварительных расчетов площадь ω может быть принята равной 80—100 см².

H —давление, под которым сточная вода поступает на турбинку, м вод. ст.;

Это давление H определяется:

$$H = \gamma_{\text{а.вд}} \cdot h \text{ м вод. ст.},$$

где $\gamma_{\text{а.вд}}$ —удельный вес сточной воды, насыщенной воздухом, который может приниматься равным 0,67 от удельного веса сточной воды.

h —по предыдущему.

Количество воздуха, засасываемого турбинкой

$$q_{\text{вз}} = 0,278 \cdot C \cdot f \text{ л/сек},$$

где C —расход воздуха на единицу площади флотационной камеры, м³/м²час (40—50 м³/м²час).

f —по предыдущему.

Мощность на валу турбинки определяется уравнением:

$$N = \frac{\gamma_{\text{а.вд}} \cdot H_{\text{с}} \cdot (q_{\text{вд}} + q_{\text{вз}})}{102 \cdot \eta_{\text{т}}} \text{ кВт},$$

где $\eta_{\text{т}}$ —к. п. д. турбинки ($\sim 0,3$);

$H_{\text{с}}$ —статический напор, развиваемый турбинкой, определяемый по формуле

$$H_{\text{с}} = \gamma \cdot \frac{u^2}{2g} \text{ м вод. ст.},$$

где γ —коэффициент, принимаемый равным 0,2—0,3;

u —окружная скорость турбинки, м/сек.

Остальные обозначения—по предыдущему.

При необходимости коагулирование может производиться любым коагулянтом с учетом качества очищаемой воды. При использовании глинозема марки БМ последний необходимо освободить от примесей.

Устройства для приготовления и дозировки коагулянта принимаются обычного типа.

Скорости в трубопроводах принимаются:

а) при подаче и отводе сточной воды под напором 1—1,5 м/сек;

б) при подаче и отводе сточной воды самотеком 0,7—0,8 м/сек;

в) при отводе разрушившейся нефтяной пены—0,8—1,2 м/сек.

4. Доочистка сточных вод путем фильтрования через сепараторы и другие фильтры

Загрузкой для фильтров этого типа могут служить любые дешевые гидрофобные материалы с большой адсорбирующей поверхностью, например, сено, солома, чистая шелуха, опилки, стружки и пр.

При работе указанных фильтров возникают эксплуатационные затруднения, связанные с частой сменой загрузочного материала при большой площади фильтрования. Это приводит к заключению о непрактичности применения таких фильтров на нефтеперерабатывающих заводах и на крупных нефтепромыслах.

Как показали опыты УфНИИ ДН «сепараторы» фильтры могут быть успешно использованы лишь на мелких нефтепромысловых установках и на временных очистных установках при разведочно-эксплуатационном разбуривании площадей.

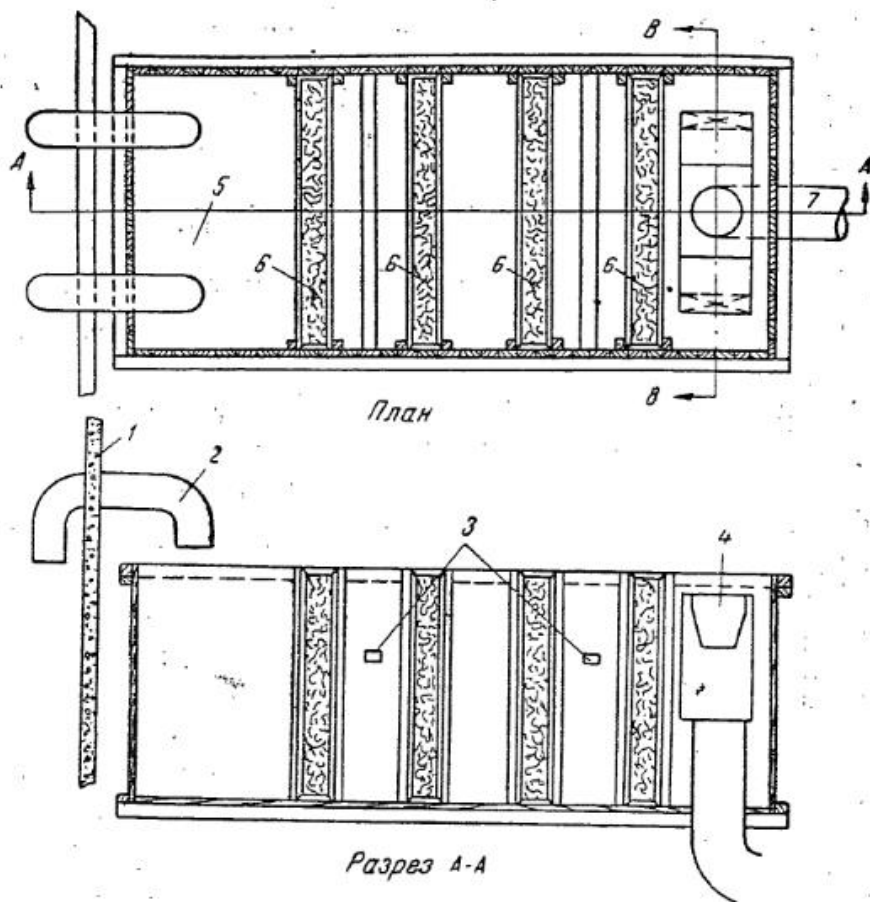
«Сепараторы» фильтры в конструктивном отношении подразделяются на следующие:

а) постоянные с производством загрузки-разгрузки без их демонтажа (применяются при расходе более 15 м³/мин);

б) съемные, с заменой заранее заготовленными секциями (матов) со свежим фильтрующим материалом (при расходе менее 15 м³/мин).

В зарубежной практике применяются маты (секции фильтра) шириной 1,25—2,0 м, высотой—выше глубины воды в головной емкости и толщиной—150—300 мм. Маты затягиваются металлической сеткой с квадратными ячейками размером 60 мм и устанавливаются в 3—4 ряда. Схема со съемными матами показана на фиг. 247.

Сточная вода через сифон 2, установленный в стенке 1 нефтеловушки, поступает в бассейн 5, где установлены съемные сепараторы 6. Профильтрованная вода сливается через трапециевидальный водослив 4 и отводится трубой 7.



Фиг. 247

Съемные фильтры со съемными матами

1—стенка нефтеловушки; 2—переливная труба; 3—распорные брусья; 4—трапециевидный водослив для замера воды; 5—бассейн с фильтрами; 6—съемные фильтры; 7—отводная труба.

При использовании в качестве загрузочного материала—сена плотность набивки его принимается равной $25\text{--}145 \text{ кг/м}^3$ (для степного сена— $65\text{--}70 \text{ кг/м}^3$).

При фильтровании горизонтальным током воды, при последовательном четырехрядном фильтре скорость фильтрования принимается равной $1,6 \text{ м/мин}$. Общая потеря напора составляет $0,25 \text{ м}$. При фильтровании вертикальным током воды скорость фильтрования составляет $0,135 \text{ м/мин}$.

В этих условиях эффективность фильтра при доочистке сточных вод достигает 70%. Смена фильтрующего материала, по данным зарубежной практики, производится после 30 суток работы при горизонтальном фильтровании.

Изменение скорости фильтрования в зависимости от изменения потерь напора показано в табл. 284.

Таблица 284

Общая потеря напора, м	Скорость фильтрования, м/мин	
	горизонтального	вертикального
0,075	0,85	0,060
0,150	1,20	0,085
0,230	1,50	0,105
0,300	1,75	0,120
0,380	1,95	0,135
0,460	2,15	0,150
0,535	2,30	0,160
0,610	2,45	0,170

По опытам ВНИИ ВОДГЕО при вертикальном фильтровании со скоростью $2,5 \text{ м/час}$ продолжительность работы фильтра из рисовой шелухи и сена без смены загрузочного материала определялась в $95\text{--}125$ часов. При этом снижение содержания нефтепродуктов в профильтрованных водах достигало $17\text{--}25 \text{ мг/л}$ против первоначального содержания $140\text{--}160 \text{ мг/л}$.

Согласно опытам УфНИИ ДН, фильтры из древесных стружек при плотности их набивки 120 кг/м^3 , влажности—22% и скорости вертикального фильтрования $6\text{--}7 \text{ м/час}$ снижали содержание нефтепродуктов в стоках $25\text{--}2500 \text{ мг/л}$ до $5\text{--}13 \text{ мг/л}$. Толщина фильтрующего слоя принималась равной $0,5\text{--}0,6 \text{ м}$, а слой воды над фильтром— 1 м .

Продолжительность работы фильтров до смены фильтрующего материала составляла $65\text{--}85$ час. при содержании нефтепродуктов в стоках до фильтрования $200\text{--}50 \text{ мг/л}$ и после— $10\text{--}15 \text{ мг/л}$.

Расход стружки составлял $0,3\text{--}0,6 \text{ кг}$ на 1 м^3 сточных вод. Стружка может быть использована затем как топливо.

§ 73. ДЕЭМУЛЬСАЦИЯ ЛОВУШЕЧНЫХ НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Одной из причин низкого эффекта работы нефтеловушек является поступление из канализационных систем вместе со сточными водами эмульсированных нефтепродуктов и образование нефтяной эмульсии в самих нефтеловушках. Эмульсированная нефть в нефтеловушке одного из бакинских нефтепромыслов показана на фиг. 248.

Влияние ловушечной нефтяной эмульсии на процесс очистки сточных вод в нефтеловушках сводится к следующему:

а) снижению качества ловушечного нефтепродукта и к затруднениям при его переработке;

б) снижению эффекта очистки в нефтеловушках, так как агломераты нефть—вода—взвеси могут иметь удельный вес, близкий к удельному весу среды;

в) затруднению сбора и перекачки ловушечного нефтепродукта вследствие резкого повышения его вязкости.



Фиг. 248

Нефтепромысловая нефтеловушка со слоем всплывшей эмульгированной нефти

Тип ловушечной нефтяной эмульсии. Ловушечная эмульсия, извлекаемая вместе со всплывшими нефтепродуктами, в основном является весьма стойкой трехфазной эмульсией нефтепродукт—вода—твердые механические примеси. Согласно исследованиям АзНИИ НП [33] ловушечная эмульсия бакинских заводов представляет собой эмульсию типа „нефть в воде“, стабилизированную механическими примесями.

Однако возможно также присутствие смешанной эмульсии „нефть в воде“ и „вода в нефти“.

Ловушечные эмульсии крайне разнообразны по своему составу. Последний зависит от происхождения и характера сточных вод, а также от условий отстаивания нефтепродуктов в нефтеловушках. Отмечается снижение содержания нефти в эмульсии к концу нефтеловушки за счет увеличения процент-

ного содержания воды и механических примесей. В табл. 285 приводятся данные о составе эмульсии на одном из восточных заводов. Удельный вес эмульсии может быть принят равным в среднем 0,96.

Таблица 285

Составные части эмульсии	Процентное содержание		
	I камера	II камера	среднее
Нефть	62,5—51,0	56,0—44,5	56,3
Вода	40,0—34,5	39,5—50,8	40,0
Механические примеси	3,1—3,84	4,6—3,8	3,7

Состав эмульсии на бакинских нефтеперерабатывающих заводах характеризуется следующими показателями: нефть—34—44%, вода—45—56%, механические примеси—2—13%.

По данным УфНИИ механические примеси в ловушечных эмульсиях восточных нефтезаводов имеют следующий примерный состав (в %):

SiO ₂ —14,4—22,3	MgO—3,5—5,5
CaO—27,3—35,6	R ₂ O ₃ —11,5—14,2.

В концевых камерах нефтеловушек наблюдаются более стойкие эмульсии. Это объясняется повышением содержания в этих камерах таких эмульсаторов, как карбонаты Ca, Mg и др.

При удлинении времени пребывания нефтепродуктов в нефтеловушках в эмульсиях увеличивается отношение $\frac{K_{\text{взл. впрм}}}{K_{\text{нефть}}}$.

По данным УфНИИ, среднее содержание ловушечной нефтяной эмульсии в нефтезаводских условиях составляет 0,40% от поступающих сточных вод, а при циркуляции эмульсии в системе заводской канализации—до 0,95%.

По данным АзНИИ НП, по бакинским нефтеперерабатывающим заводам количество эмульсированной ловушечной нефти составляет приблизительно 0,1—0,15% от поступающей воды и до 50% от общего количества извлеченной ловушечной нефти.

Обычная ловушечная эмульсия при ее нагреве до 80°C в течение 8 часов расслаивается на нефтепродукты, занимающие 12% объема, воду и механические примеси, занимающие 20% объема, и стойкие эмульсии, занимающие 68% объема.

Причинами образования нефтеловушечной эмульсии являются:

1) поступление нефтяной эмульсии из обессоливающих установок и дегидраторов перегонных установок при неполной деэмульсации сырой нефти, а также из сырьевых парков при зачистке резервуаров;

2) поступление в канализацию отработанных щелочных растворов, содержащих эмульсированную нефть, натровые мыла, нафтенных кислот, сульфокислот и пр.;

3) поступление в канализационную систему эмульгаторов — веществ, образующих с нефтепродуктами, содержащимися в сточных водах, стойкие эмульсии типа „нефть в воде“ (гидрофильные эмульгаторы) или „вода в нефти“ (гидрофобные эмульгаторы).

К числу гидрофобных эмульгаторов относятся асфальто-смолистые вещества, находящиеся в нефти и в тяжелых продуктах ее переработки, нафтенные кислоты и нафтенаты Са, Mg, Fe, Al, кристаллы парафина, сернистые металлы и др.

К гидрофильным эмульгаторам относятся нафтенаты К и Na, твердые по своему агрегатному состоянию и находящиеся в воде взвеси: глины, кремнезем, карбонаты и окислы металлов, кристаллики соли и др.;

4) поступление в канализационную систему минеральных взвешенных частиц, способствующих образованию стойких и трудно разделимых „трехфазных эмульсий“;

5) смешение в нефтепромысловых условиях жестких сточных вод со щелочными пластовыми водами, а также компрессорный способ добычи; в нефтезаводских условиях спуск в канализацию сточных вод, содержащих отработанные щелочи;

6) поступление в канализацию вод от промывки аппаратуры и инструментов моющими веществами и от промывки оборудования цехов по производству эмульсионных масел;

7) турбулентный характер движения сточных вод в канализационных каналах; повышенная турбулентность потока способствует увеличению содержания эмульсированных нефтепродуктов;

8) перекачка сточных вод, особенно центробежными насосами.]

По данным наблюдений [35] количество эмульсированного нефтепродукта в сточных водах (нефть—вода—механические примеси) после их перекачки центробежными насосами повышается до 3—4 раз, а общее количество механических примесей в эмульсии — на 25%.

Установки по деэмульсации ловушечных нефтепродуктов

Деэмульсация ловушечных нефтепродуктов может осуществляться:

а) механическими приемами (фильтрование, центрофугирование и пр.);

б) физическими приемами (нагрев, промывка горячей водой, разбавление, электрический способ и пр.);

в) химическими приемами (добавлением различных реагентов, деэмульсаторов и пр.);

Наиболее эффективным считается термохимический способ деэмульсации с применением реагентов.

Реагент подбирается путем лабораторных испытаний в зависимости от происхождения эмульсии, ее состава, перерабатываемого на заводе сырья и технологии процесса нефтепереработки.

Деэмульсаторами могут служить товарный контакт, аммиачные и кальцевые соли сульфокислот, силикат натрия (Na_2SiO_3), H_4C , отработанная серная кислота, полученная при производстве H_4C или после алкилирования, чистая серная кислота и др.

Установка УФНИИ по деэмульсации ловушечных нефтепродуктов [32]

В качестве деэмульсатора предложена отработанная (полученная при производстве H_4C или после алкилирования) или чистая серная кислота. Особенно рекомендуется пользоваться серной кислотой, полученной после алкилирования и содержащей примеси сульфокислот.

При деэмульсации в ловушечную эмульсию добавляется 2% серной кислоты (в пересчете на моногидрат) и 50% воды. При этом учитывается, что отработанная серная кислота, поступающая от сульфидирующих установок, имеет концентрацию 25—50%, от алкилирующих установок — 80—85%.

В результате добавления деэмульсатора при температуре нагрева смеси 80°C после 8 часов отстоя происходит разделение обрабатываемой эмульсии на три слоя сверху вниз:

а) первый слой — деэмульсированный нефтепродукт удельного веса 0,86 в количестве 40—50% от общего объема поступающей на установку эмульсии;

б) второй слой — остаточная эмульсия [(неразрушенная) — 30—40%];

в) третий слой — обводненные механические примеси — 20%, рН отстойной воды при этом держится в пределах 7,2—7,6, не спускаясь ниже 7 при увеличении дозы серной кислоты до 3,5%.

Неразрушенная остаточная эмульсия (количество которой равно 40% от поступающей) содержит: нефти — 62,9%; воды — 33,4% и механических примесей — 3,7%.

Технологическая схема деэмульсационной установки показана на фиг. 249.

Исходная нефтяная эмульсия из разделочных резервуаров нефтеловушек и остаточная (неразрушенная) эмульсия из разделочных резервуаров деэмульсационной установки направ-

ляются в буферную емкость *E-1*. Из буферной емкости эмульсия перекачивается паровым насосом *H-1* в смеситель *E-3*.

нефтепродукты — 62,9
вода — 33,4
механические примеси — 3,7
удельный вес эмульсии — 0,96

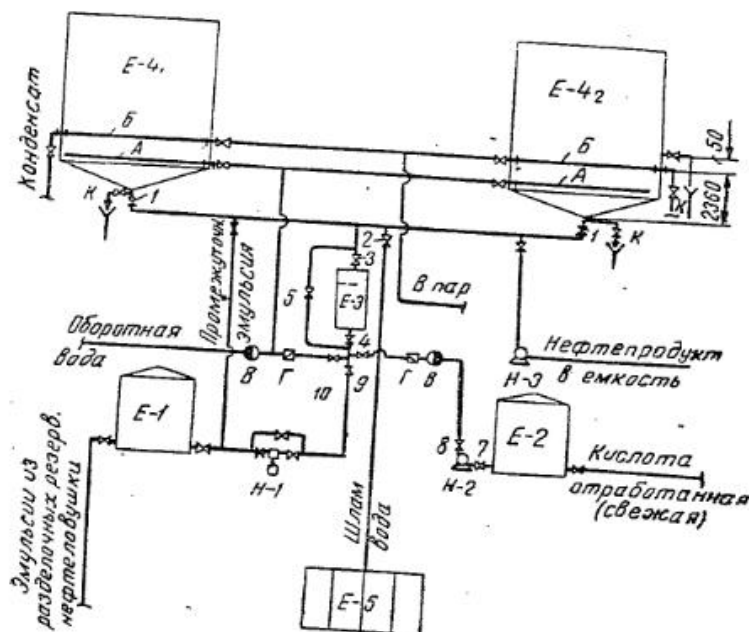
Таблица 286

Наименование слоев	Количество, %	Направление откачки
1. Слой нефтепродуктов	20	В емкость цеха подготовки сырья.
2. Слой неразрушенной (остаточной) эмульсии	18	Обратно в буферный резервуар <i>E-1</i>
3. Слой воды	42	В нефтеловушку.
4. Слой обводненных механических примесей	20	На иловые площадки.

Технологический режим установки показан в табл. 287.

Таблица 287

Показатели	Единица измерения	Численное значение
1. Температура эмульсии в буферной емкости <i>E-1</i>	°C	55—60
2. Время заполнения емкости <i>E-1</i>	часы	3
3. Время пребывания в емкости <i>E-1</i>	"	6
4. Время опорожнения емкости <i>E-1</i>	"	3
5. Коэффициент заполнения буферной емкости K_1	—	0,90
6. Количество воды, подаваемой в смеситель <i>E-3</i>	% (на эмульсию)	50
7. Температура воды, подаваемой в смеситель <i>E-3</i>	°C	40
8. Количество H_2SO_4 , подаваемой в смеситель <i>E-3</i>	% (в пересчете на моногидрат)	2
9. Температура конечная в разделочных резервуарах <i>E-4₁</i> и <i>E-4₂</i>	°C	80
10. Время заполнения разделочного резервуара	часы	3
11. Время подогревания эмульсии в разделочном резервуаре	"	10
12. Время отстаивания в разделочном резервуаре	"	8
13. Время опорожнения разделочного резервуара	"	3
14. Коэффициент заполнения разделочного резервуара K_2	—	0,9
15. Количество неразрушенной (остаточной) эмульсии	% (на нефтепродукты)	40



Фиг. 249

Установка (системы УФНИИ) по деэмульсации нефтеловушечных нефтепродуктов

E-1—буферная емкость для эмульсии; *E-2*—емкость для кислоты; *E-3*—смеситель; *E-4₁* и *E-4₂*—разделочные резервуары; *E-5*—шламовые площадки; *H-1*—паровые насосы для перекачки эмульсии; *H-2*—насосы для подачи кислоты.

Примечания. Задвижки 1—5 и 8—10 изготовляются из стали ЭЯ1-Т. 2. Аппараты *E-4₁*, *E-4₂* и *E-2* с внутренней стороны покрываются защитным слоем цементного торкрет-покрытия толщиной 50 мм.

Сюда же одновременно поступают: вода из оборотной системы водоснабжения с температурой 40° и отработанная серная кислота из сборной емкости *E-2*. Смеситель предусматривается с тремя перегородками, со скоростью движения смеси 1,5 м/сек. Из смесителя нефтяная эмульсия, разжижающая вода и серная кислота направляются в разделочные стальные (с антикоррозийной защитой) резервуары *E-4₁* и *E-4₂*. Здесь происходит деэмульсация нефти путем ее нагрева и отстаивания.

Огстоявшаяся в разделочных резервуарах смесь расслаивается как показано в табл. 286.

Неразрушенная остаточная нефтяная эмульсия характеризуется следующим составом (в %):

Полезный объем буферного резервуара определяется формулой

$$W_{б.р} = \frac{\alpha \cdot Q \cdot a \cdot \beta}{1000 \cdot \gamma_s} \text{ м}^3.$$

Полезный объем разделочного резервуара находят по формуле

$$W_{р.р} = \frac{\alpha \cdot Q \cdot a \cdot \beta}{1000 \cdot \gamma_s} (1 + n + m) \text{ м}^3,$$

где $\alpha=0,7$ —доля суточного количества ловушечной эмульсии, поступающая в буферный и разделочный резервуары (одновременный прием 50% суточного количества ловушечной эмульсии и 40% от этого количества неразрушенной (остаточной) эмульсии: $0,5 + 0,4 \cdot 0,5 = 0,70$);

Q —количество сточных вод, поступающих в нефтеловушку, $\text{м}^3/\text{сек}$;

a —количество эмульсированных нефтепродуктов в сточных водах, $\text{кг}/\text{м}^3$;

β —коэффициент обводненности эмульсированных нефтепродуктов, поступающих в буферную емкость ($\beta=1,4$);

γ_s —удельный вес нефтяной эмульсии ($\gamma_s=0,96$);

n —количество разжижающей воды, поступающей в разделочный резервуар на единицу объема эмульсии ($n=0,5$);

m —количество серной кислоты на единицу объема эмульсии ($m \approx 0,02$) (точнее 2% по весу эмульсии).

Установка АЗНИИ НП по деэмульсации ловушечных нефтепродуктов [34]

Установка этого типа предусматривает нагрев смеси в разделочных резервуарах до $85-90^\circ$ в присутствии (в качестве деэмульсатора) аммиачных или кальциевых солей сульфокислот.

Количество последних берется 2—3% от объема эмульсии. Одновременно добавляется неэмульсированная ловушечная нефть в отношении 1:1 на объем эмульсии.

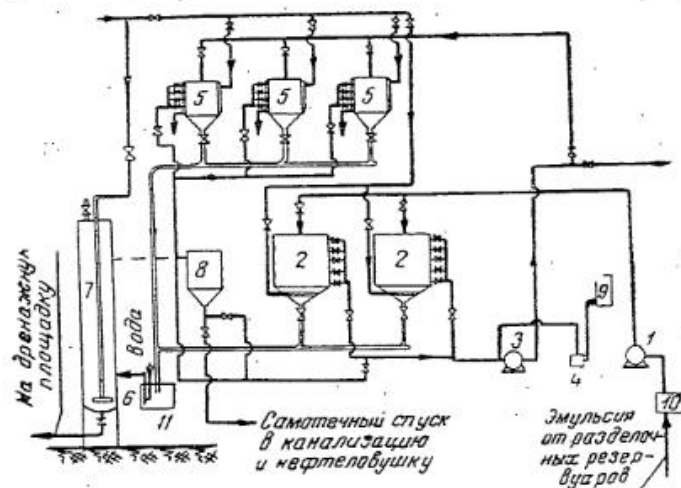
В качестве деэмульсаторов рекомендуются также окисленный соляр, НЧК, товарный контакт и др.

Эффективность того или иного эмульсатора должна предварительно проверяться лабораторным испытанием.

Предложенная АЗНИИ НП схема установки для деэмульсации ловушечных нефтепродуктов показана на фиг. 250.

Нефтяная эмульсия из разделочных резервуаров узлов нефтеудавливания 10 насосами 1 направляется в мерники 2 для

ее хранения. Из мерников эмульсия насосом 3 направляется в деэмульсаторы-мешалки 5, снабженные паровой рубашкой для нагрева эмульсии до $85-90^\circ \text{С}$.



Фиг. 250

Установка системы АЗНИИ НП по деэмульсации нефтепродуктов

1—насос для подачи эмульсии; 2—мерники для эмульсии; 3—насос для подачи эмульсии в деэмульсаторы; 4—насос-дозатор; 5—деэмульсаторы-мешалки; 6—подача обводненных осадков; 7—десорбционная колонна; 8—сборник для нефти; 9—мерник для деэмульсатора; 10—приемная емкость; 11—сборник обводненных осадков.

Деэмульсатор из мерников 9 насосом-дозатором 4 подается во всасывающую трубу насоса 3 и в смеси с эмульсией из мерников 2 направляется в деэмульсаторы-мешалки 5. Деэмульсированный нефтепродукт из мешалок 5 тем же насосом 3 направляется в топливные мерники. Мерники 2 для хранения эмульсии снабжены паровыми змеевиками.

Отстоявшийся обводненный осадок из резервуаров 2 и 5 направляется через сборную емкость 11 по трубе 6 в десорбционную колонну 7 для извлечения адсорбированной механическими примесями нефти. Десорбция осуществляется продувкой обводненных осадков паром; нефть скапливается в верхней части колонны и через сборник 8 отводится в нефтеловушку. Процесс деэмульсации завершается в течение 6 часов.

Деэмульсация фильтрованием

В зарубежной практике при деэмульсации трехфазных ловушечных эмульсий применяется фильтрование через „намывные фильтры“. Намывной фильтр представляет собой вращающийся барабан, обтянутый сеткой, на которую наносят слой диатомовой земли. Вращающийся барабан частично погру-

жается в фильтруемую эмульсию и фильтрование осуществляется под вакуумом, который создается внутри барабана. При фильтровании на слое диатомовой земли задерживаются частицы механических примесей. Разрушение эмульсии, прошедшей через фильтрующий слой, происходит вследствие удаления механических примесей и разрыва бронирующего слоя, покрывающего дисперсированные частицы. Профильтрованная эмульсия легко разрушается при последующем ее нагреве. Скорость и условия фильтрования определяются предварительными лабораторными исследованиями. Примерная скорость определяется в 80—250 л/м² час.

Осевший на поверхности намывного фильтра осадок срезается на определенную глубину при вращении барабана тонкой стальной пластинкой и удаляется с установки.

§ 74. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ СЕРОВОДОРОД

Сероводород—газ, достаточно хорошо растворимый в воде. Растворимость сероводорода в воде в зависимости от температуры показана в табл. 288 и на графике (фиг. 251).

Таблица 288

Температура, °C	Растворимость H ₂ S в воде	
	в объеме на 1 объем воды	в г на 100 г воды
0	4,621	0,699
10	3,362	0,505
20	2,554	0,380
30	2,014	0,295
40	1,642	0,233
50	1,376	0,156
80	0,506	0,076

Удельный вес сероводорода (к воздуху)—1,19. При содержании в воздухе сероводорода его органолептические свойства характеризуются следующими показателями:

появление запаха—при 0,0014—0,0023 мг/л;

значительный запах—при 0,004 мг/л;

тягостный запах—при 0,007—0,011 мг/л.

Согласно Н101—54 и ГОСТ 1324—47 содержание H₂S в воздухе производственных помещений не должно превышать 0,01 мг/л.

Для населенных пунктов максимальная разовая концентрация H₂S не должна превышать 0,00005 мг/л.

Сероводород быстро окисляется в воде за счет растворенного кислорода до сульфатов, тиосульфатов и элементарной серы.

Для удаления сероводорода из сточных вод барометри-

ческих конденсаторов при переработке сернистых нефтей при его содержании не свыше 10 мг/л УФНИИ рекомендует ограничиться только пропуском их через обычные охлаждающие вентиляторные градирни. При более высоких концентрациях H₂S (но не более 40—50 мг/л) рекомендуется устройство для выдуваемого из градирен воздуха высоких (до 50 м) вытяжных труб. С учетом частичного окисления H₂S в градирнях и влияния ветра содержание сероводорода в воздухе в этом случае не должно превышать пороговых концентраций.

Проверка концентрации сероводорода в окружающем воздухе может быть выполнена по формуле

$$C = \frac{n}{2\alpha \sigma r (x + \alpha r + 1,5 \frac{R_0 \cdot w_0}{\alpha \cdot \sigma} \lg \frac{r}{R_0})} \text{ г/м}^3,$$

где C—средняя концентрация H₂S на расстоянии r от места выброса, г/м³;

α —степень турбулентности воздуха, вызываемой ветром, которая принимается: для слабого ветра—0,15, для среднего—0,26, для сильного—0,50;

σ —скорость ветра, м/сек;

n—количество выбрасываемого газа, г/сек;

R₀—диаметр выбрасывающей трубы, м;

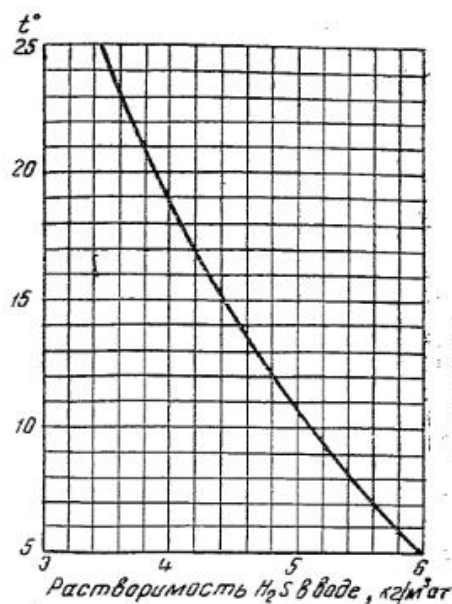
w₀—скорость выхода газа у отверстия трубы, м/сек;

r—расстояние от пункта, для которого производится расчет, до места выброса газа (градирни), м;

x—высота выброса газа над землей, м (высота градирни или вытяжной трубы).

Для начала зоны загрязнения, где концентрация сероводорода является максимальной, содержание его в воздухе определится

$$C_0 = \frac{n}{4\alpha^2 \sigma r_0^2} \text{ г/м}^3,$$



Фиг. 251

Растворимость сероводорода в воде в зависимости от температуры при парциальном давлении 1 ат

где r_0 —расстояние от места выброса газа (градирня) до начала зоны загрязнения, м. Значение r_0 определяется по формуле

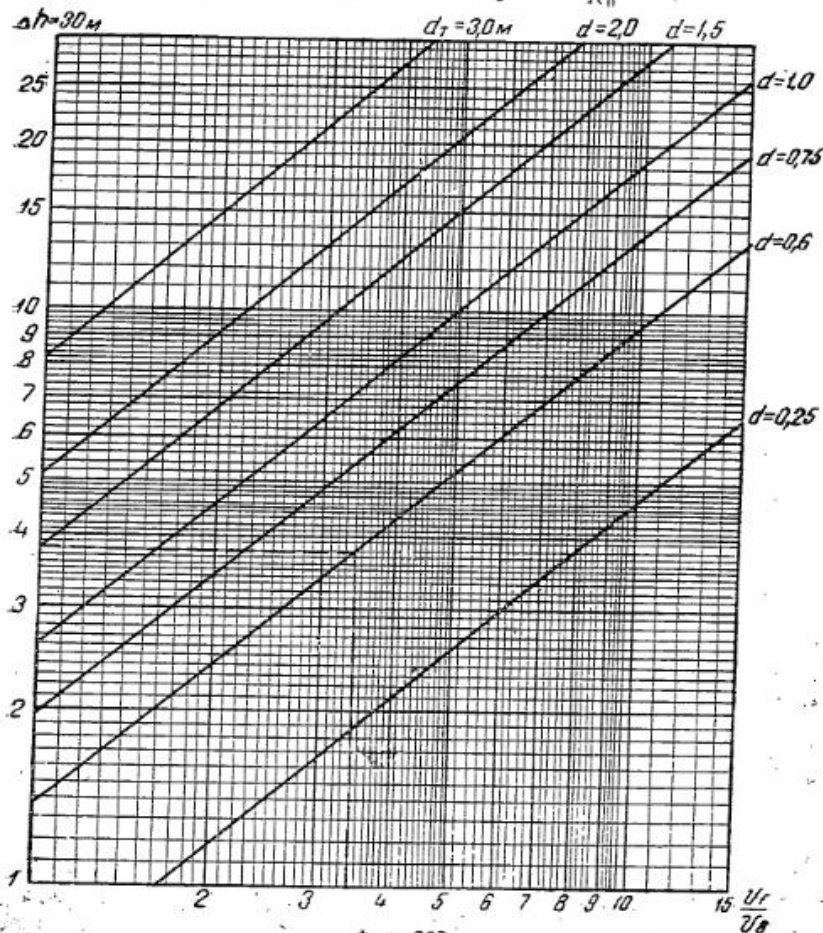
$$r_0 = \frac{x}{a} + 1,5 \frac{R_0 \cdot w_0}{a^2 \cdot v} \lg \alpha \frac{r'_{0-1}}{R_0} \text{ м,}$$

r_0 —определяется последовательным приближением. Для первого приближения принимается

$$r'_{0-1} = \frac{x}{a} + 3 \frac{R_0 w_0}{a^2 v} \text{ м.}$$

Для второго приближения

$$r'_{0-2} = \frac{x}{a} + 1,5 \frac{R_0 w_0}{a^2 \cdot v} \lg \alpha \frac{r'_{0-1}}{R_0}$$



Фиг. 252

Номограмма для определения высоты подъема смеси H_2S и воздуха

Определение загрязненности воздуха сероводородом в районе выпуска его в атмосферу может быть также выполнено по номограммам, показанным на фиг. 252 и 253 [37]:

1) определяется высота оси потока газов

$$Z = H + \Delta h,$$

где H —высота выбросной трубы или градирни, м;

Δh —высота подъема газовой смеси над устьем трубы или градирни, м; Δh —определяется по номограмме (фиг. 253); на номограмме d , диаметр трубы или градирни, $\frac{v_r}{v_a}$ —отношение скорости выхода газовой

смеси к скорости ветра;

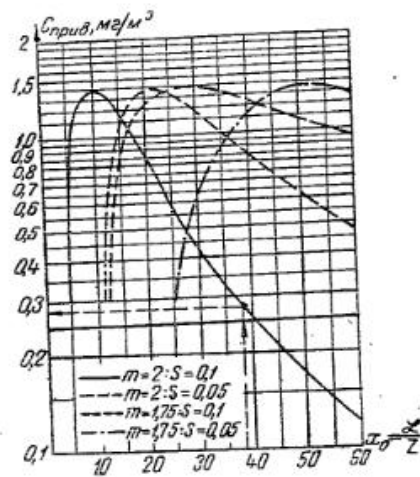
2) по номограмме (фиг. 253) определяется приведенное значение концентрации сероводорода в точке, находящейся на расстоянии L от места выпуска газа. На номограмме это расстояние выражено относительной удаленностью $x_0 = \frac{L}{Z}$.

Коэффициент m выражает влияние распределения температур в приземных слоях воздуха и практически может быть принят равным 2 для летнего и 1,75 для зимнего периода времени.

Коэффициент S характеризует поверхность территорий и принимается: а) для гладкой или слегка пересеченной, заросшей травой местности—0,027—0,0832 (в среднем 0,05), б) для застроенной поверхности—0,01—0,2 (в заводских условиях—0,1);

3) полученное по номограмме значение концентрации сероводорода $C_{прив}$ $мг/м^3$ является приведенным к условиям, что сероводород выпускается в количестве 100 $кг/час$ на высоте $Z=50$ м и при скорости ветра $v_a=1$ $м/сек$. Фактическая концентрация сероводорода в заданной точке определяется по формуле

$$C_{факт} = \frac{C_{прив} \cdot 25 \cdot Q_{факт}}{v_{факт} \cdot Z_{факт}^2} \text{ мг/м}^3,$$



Фиг. 253

Номограмма для определения концентрации сероводорода в воздухе

где $Q_{\text{факт}}$ — заданный выброс сероводорода в атмосферу, кг/час;
 $Z_{\text{факт}}$ — высота оси газовоздушного потока над поверхностью земли, равная $H + \Delta h$ м;
 $v_{\text{факт}}$ — заданная скорость ветра, м/сек.

Придерживаясь того же порядка расчета, по номограмме (фиг. 253) может быть определено значение $C_{\text{мкс}}$ при известном расстоянии точки максимальной концентрации сероводорода от места выброса газа.

При содержании сероводорода в концентрациях, превышающих 40—50 мг/л, обязательно устройство для его окисления. Окисление сероводорода может осуществляться в аэрационных бассейнах, построенных по типу аэротенков для хозяйственно-бытовых сточных вод.

Аэрационные бассейны рекомендуется устраивать перекрытыми глубиной 2 м. При вдувании воздуха через фильтры время продувки определяется в 20—30 мин. при расходе воздуха 5—8 м³/м³ при концентрации в сточных водах H₂S до 200 мг/л. При концентрации H₂S от 200 до 500 мг/л время продувки должно быть повышено до 45 мин., а при концентрации свыше 500 мг/л — до 1 часа и более. При этом количество расходуемого воздуха повышается до 10—17 м³ на 1 м³ сточных вод.

В аэрационных бассейнах, по экспериментальным данным, окисляется до 60—65% H₂S, остается в воде — до 5% и уносится воздухом — 25%.

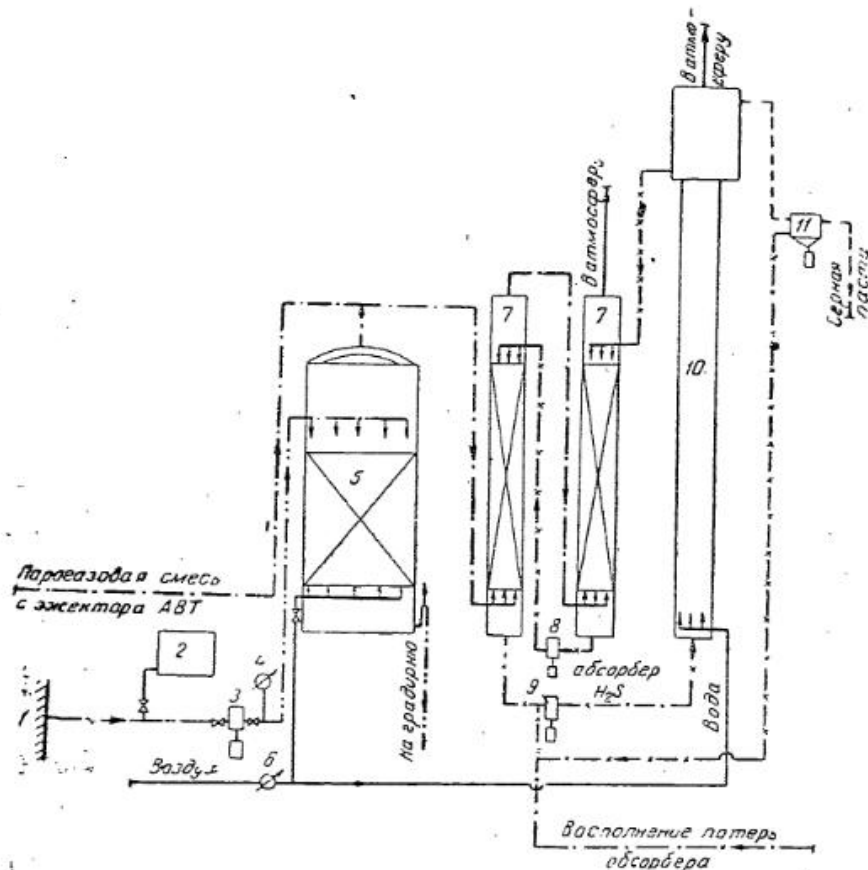
При больших концентрациях H₂S воздух из-под перекрытия аэробассейна должен удаляться по трубопроводам и направляться в скрубберы. Здесь он должен промываться едким натром для очистки воздуха от H₂S перед его выбросом в атмосферу. Для снижения расхода воздуха на 15—20% в средней части аэробассейна в его верхней части устанавливаются погруженные в воду корзины со стальными опилками.

Однако этот способ удаления из воздуха сероводорода требует безвозвратной затраты большого количества едкого натра, что затрудняет его практическое применение. Ниже приводятся другие способы очистки воздуха от сероводорода, предусматривающие регенерацию абсорбера.

В процессе аэрации окисление сероводорода частично происходит до элементарной S, которая получается в виде мелкодисперсной взвеси и требует отстаивания в вертикальных отстойниках с восходящей скоростью не более 0,5 мм/сек и в некоторых случаях фильтрации.

Временными техническими условиями на проектирование аэрационно-окислительной установки, разработанными институтом БашНИИ (июнь 1957 г., фиг. 254) рекомендуется производить очистку сероводородных вод нефтеперерабатывающих заводов путем их продувки воздухом в насадочных, аэрационно-окислительных колоннах 5.

Сточные воды, поступающие на аэрационно-окислительную установку, подвергаются предварительной очистке в нефтеловушках 1 с расчетным временем пребывания в них не менее двух часов.



Фиг. 254

Принципиальная технологическая схема аэрационно-окислительной установки для H₂S (УФНИИ)

Условные обозначения: — воздух; — — — — — воздух с H₂S;
 — — — — — сточная вода; — — — — — серная пена и паста;
 —X—X—X абсорбер.

1 — нефтеловушка; 2 — бак для серной кислоты с дозатором; 3 — насос для подачи сточных вод; 4, 6 — регистрирующие и регулирующие приборы; 7 — абсорберы; 8, 9 — насосы; 10 — регенератор; 11 — вакуум-фильтр.

Для перевода практически всего сероводорода в свободное состояние сточные воды, согласно табл. 289, подкисляются отработанной серной кислотой до величины pH-6.

После выдувания сероводорода pH сточных вод повышается до 7—7,5. Обработанная вода становится не коррозионной и

может быть использована в оборотной системе водоснабжения завода.

Таблица 289

pH	5	6	7	7,5	8	9	10
Содержание сероводорода в свободном состоянии к его общему количеству	100	95	64	40	15	2,5	0,35

Отдувка сероводорода осуществляется в тонком пленочном слое в насадочной колонне, заполненной кольцами Рашига, которые располагаются на дырчатой тарелке. Дырчатая тарелка одновременно является распределителем воздуха. Вместо колец Рашига может применяться деревянная насадка.

Распределение поступающей очищаемой воды в колонне рекомендуется производить при помощи деревянных коробчатых желобов.

В результате подкисления и продувки воздуха часть сероводорода окисляется до элементарной серы и уходит с очищенной водой, а другая часть выносятся с продувочным воздухом. Для типовых нефтеперерабатывающих заводов, работающих на сернистых нефтях, содержание сероводорода в продувочном воздухе составляет 5—25 г/м³. Обессеривание продувочного воздуха рекомендуется осуществлять мышьяково-содовым методом в абсорберах.

Аэрационно-окислительная колонна рассчитывается по техническим показателям, приведенным в табл. 290.

Поверхность насадки в аэрационно-окислительной колонне определяется по формуле

$$F = \frac{g}{K \cdot \Delta C_{\text{ср}}} \text{ м}^2,$$

где g —количество удаляемого из очищаемой воды сероводорода, кг/час;

K —общий коэффициент десорбции, м/час;

$\Delta C_{\text{ср}}$ —средняя движущая сила процесса десорбции, выраженная в кг/м³.

Средняя движущая сила процесса десорбции определяется по формуле

$$\Delta C_{\text{ср}} = \frac{[(C_{\text{вх}} - C_{\text{р.вх}}) - C_{\text{вых}}]}{2,31 \lg \frac{C_{\text{вх}} - C_{\text{р.вх}}}{C_{\text{вых}}}} \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3,$$

где $C_{\text{вх}}$ и $C_{\text{вых}}$ —концентрация сероводорода в сточных водах у входа в дегазатор и на выходе из него, г/м³;

$C_{\text{р.вх}}$ —равновесная концентрация сероводорода на входе в дегазатор, г/м³.

Таблица 290

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
1	2	3
1. Содержание сероводорода в воде, поступающей на аэрацию	г/м ³	50—250 в среднем 100
2. Плотность орошения аэрационной колонны	м ³ /м ² час	50
3. Расход продувочного воздуха на аэрацию воды	м ³ /м ³	6
4. Степень удаления сероводорода из воды.	%	95
5. Степень окисления сероводорода на инертной насадке	% (от удаленного при аэрации)	40
6. Рабочая температура воды	°C	25
7. Дозировка серной кислоты (в расчете на моногидрат)	г/м ³	70—100 (расчетная 100)
8. Величина pH аэрируемой воды после подкисления (до аэрации)	—	6
9. Величина pH барометрической воды после аэрации	—	7—7,5
10. Количество свободного сероводорода при pH-6	%	97,6
11. Количество свободного сероводорода в очищенной воде при pH-7,5		40,0
12. Общее давление в колонне	атм	1,0
13. Содержание сероводорода в продувочном воздухе	г/м ³	5—25 (в среднем 10)
14. Рекомендуемые в качестве насадки кислотоупорные кольца Рашига	мм	50×50×5

Для упрощения расчета средняя движущая сила процесса десорбции с достаточной точностью может быть исчислена по формуле

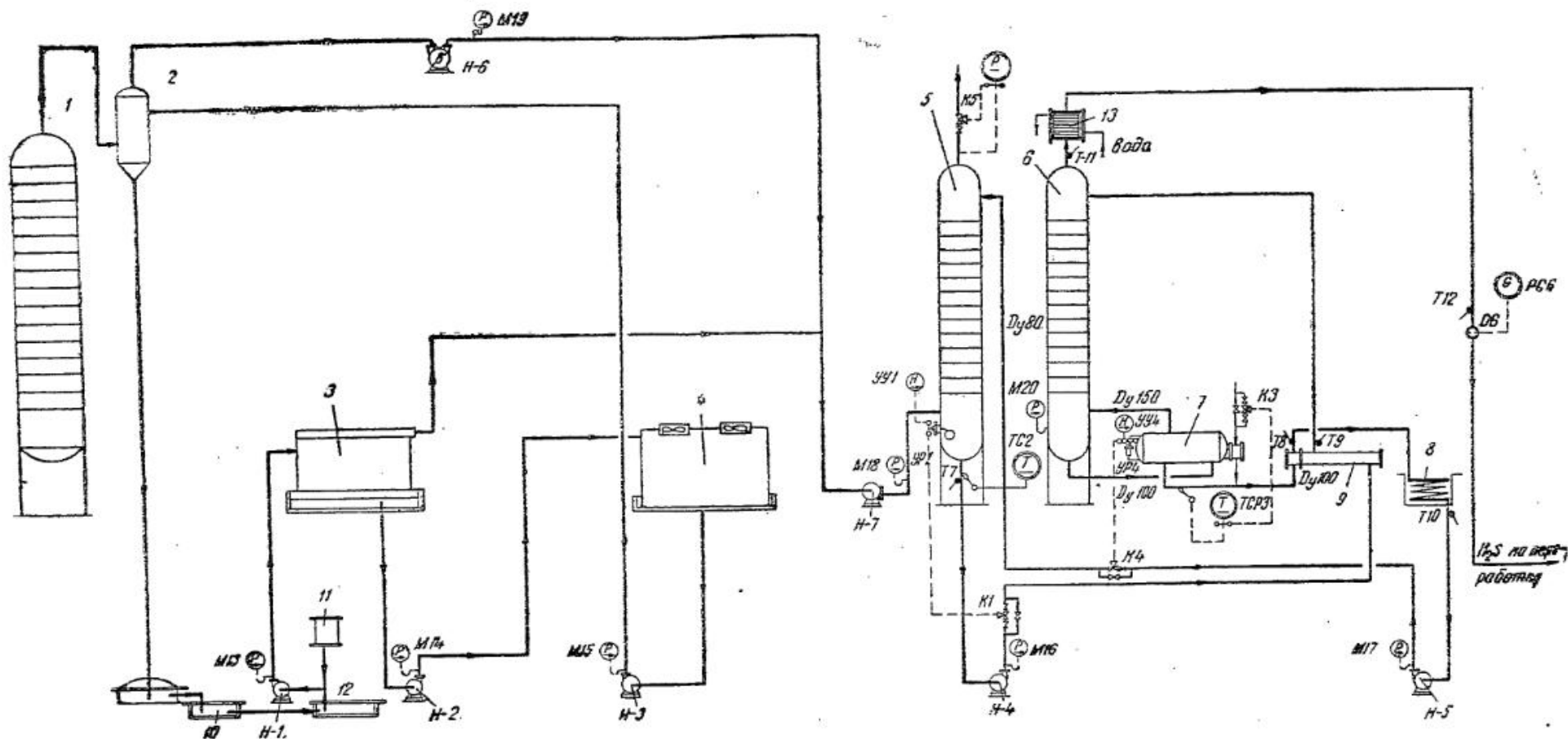
$$\Delta C_{\text{ср}} = \frac{C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}}}{2,441 \lg \frac{C_{\text{вх}}}{C_{\text{вых}}}} \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3.$$

Значение $\Delta C_{\text{ср}}$ в зависимости от начального содержания сероводорода в воде $C_{\text{вх}}$ при остаточном его содержании $C_{\text{вых}}=0,1$ г/м³ может быть определено по графику на фиг. 255.

Количество удаляемого из воды сероводорода определяется по формуле

$$g = \frac{q_{\text{час}} (C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}})}{1000} \text{ кг/час},$$

где $q_{\text{час}}$ —расход дегазируемой воды, м³/час.



Фиг. 257

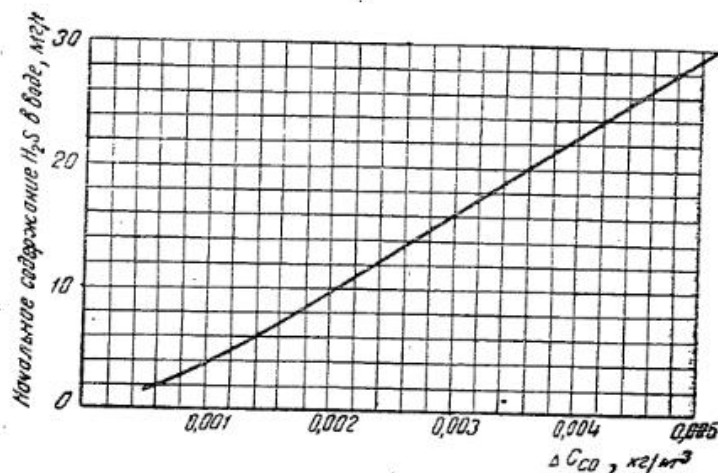
Схема установки «Гипроазнефть» для извлечения сероводорода из газов АВТ из сточных вод от барометрических конденсаторов
 1 — атмосферно-вакуумная трубчатка; 2 — барометрический конденсатор; 3 — дегазатор; 4 — вентиляционная градирня; 5 — абсорбер; 6 — реактиватор; 7 — рибойлер; 8 — холодильник; 9 — теплообменник; 10 — нефтеедделитель; 11 — дозатор серной кислоты; 12 — смеситель-подкислитель; 13 — холодильник для сероводорода.

Общий коэффициент десорбции K , выраженный в м/час, подсчитывается по формуле

$$K = \frac{K_r \cdot 760}{H}$$

где H —растворимость сероводорода в воде при данной температуре и парциальном давлении, равном 1 ат, кг/м³ ат. Растворимость $\text{лH}_2\text{S}$ в воде в зависимости от температуры при давлении 1 ат может быть определена по табл. 283 или графику на фиг. 251.

K_r —общий коэффициент десорбции, выраженный в кг/м² час мм рт. ст. Величина этого коэффициента зависит от размера и характера насадки, плотности орошения, фактической скорости движения газов, коэффициента кинематической вязкости и др. показателей.



Фиг. 255

Кривая зависимости $\Delta C_{ср}$ от начального содержания H_2S в сточной воде

При принятых расчетно-технических показателях (табл. 290) общий коэффициент десорбции K_r может быть принят равным 0,010 кг/м² час мм рт. ст.

При рабочей температуре очищаемой воды 25°С

$$K = \frac{K_r \cdot 760}{H} = \frac{0,01 \cdot 760}{3,465} = 2,19 \text{ м/час.}$$

Объем насадки

$$W_{\text{нас}} = \frac{F}{f} \cdot \text{м}^3,$$

где f —удельная поверхность колец Рашига, равная при принятом их размере $50 \times 50 \times 5 \text{ мм}$, 108 м²/м³.

Высота насадки

$$h = \frac{W_{\text{нас}}}{\Omega} \cdot \text{м},$$

где Ω —площадь сечения колонны, м²;

$$\Omega = \frac{q_{\text{час}}}{P_0},$$

где P_0 —принятая плотность орошения, м³/м² час.

На выходе из колонны предусматривается каплеотбойное устройство. Материал колонны—сталь 3; внутренняя ее поверхность защищена антикоррозионным покрытием.

На установке предусматриваются:

- емкости для сбора и хранения отработанной кислоты—2 шт.;
- регистрирующий и регулирующий рН-метр типа СП-рН-2, конструкции СКБ-6 МНП СССР—4 шт.;
- центробежные насосы для подачи воды—3 шт. и кислоты—6 шт.

Продувочный воздух из аэрационно-окислительной колонны 5, насыщенный сероводородом, направляется в две последовательно соединенные абсорбционные колонны 7. В те же колонны непосредственно направляется и парогазовая смесь от эжекторов вакуумных колонн АВТ.

В абсорберах производится обессеривание продувочного воздуха мышьяково-содовым методом, который может обеспечить содержание сероводорода в очищенном воздухе до 0,01 г/м³. Из абсорбера очищенный продувочный воздух выпускается в атмосферу, а насыщенный сероводородом мышьяково-содовый раствор направляется в регенераторы 10.

Основные расчетные показатели установки для абсорбции сероводорода и регенерации абсорбента приведены в табл. 291.

Поверхность насадки в абсорбере может быть определена по формуле [37]:

$$F = \frac{2,3 \cdot V \cdot \lg \frac{C_{\text{вх}}}{C_{\text{вых}}}}{K} \cdot \text{м}^2,$$

где $C_{\text{вх}}$ и $C_{\text{вых}}$ —начальная и конечная концентрация H_2S в очищаемом воздухе, г/м³;

V —объем очищаемого воздуха, м³/час;

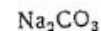
K —коэффициент поглощения (абсорбции), выраженный в г на м² насадки в час при среднегеометрической разности концентраций H_2S во входящем и выходящем воздухе в 1 г/м³ воздуха.

Наименование показателя

Единица измерения

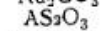
Значение

1. Концентрация поглотительного раствора:



г/л

8—15



г/л

5—10

2. Температура процесса

°C

35—40

3. Интенсивность орошения в абсорбере

л/м³ газа

10—15

4. Скорость движения газо-воздушной смеси в абсорбере

м/сек

до 0,6—1,0

5. Время пребывания в регенераторе

мин.

35—40

6. Расход воздуха в регенераторе

м³/кг серы

7—6,5

7. Плотность воздушного дутья в регенераторе

м³/м³ час

150

8. Поглощение H_2S из газа

%

95—99

9. Выход серы

% (к поглощению)

90—98

Величина коэффициента десорбции K устанавливается экспериментально. Для предварительных расчетов значение K может быть принято равным 5 г/м^2 насадки в час [37].

Обычные размеры скрубберов-абсорберов: диаметр—4—6 м, высота—25—35 м.

Регенераторы 10 рекомендуется применять системы Гофмана-Аронова или НИИ „Газоочистка“ с подачей воздуха в регенератор через тангенциальные сопла, вызывающие завихрения и спиральное движение воздуха вверх. Внутри регенерационной колонны предусматриваются 10—15 сит с невысоким слоем насадки из керамических колец. Обычные размеры колонны-регенератора: диаметр 1,6—2 м, высота—30—50 м.

Всплывающая в регенераторе серосодержащая пена направляется на вакуумфильтры для получения товарной серной пасты.

Схема установки по отдувке сероводорода и регенерации серы показана на фиг. 256.

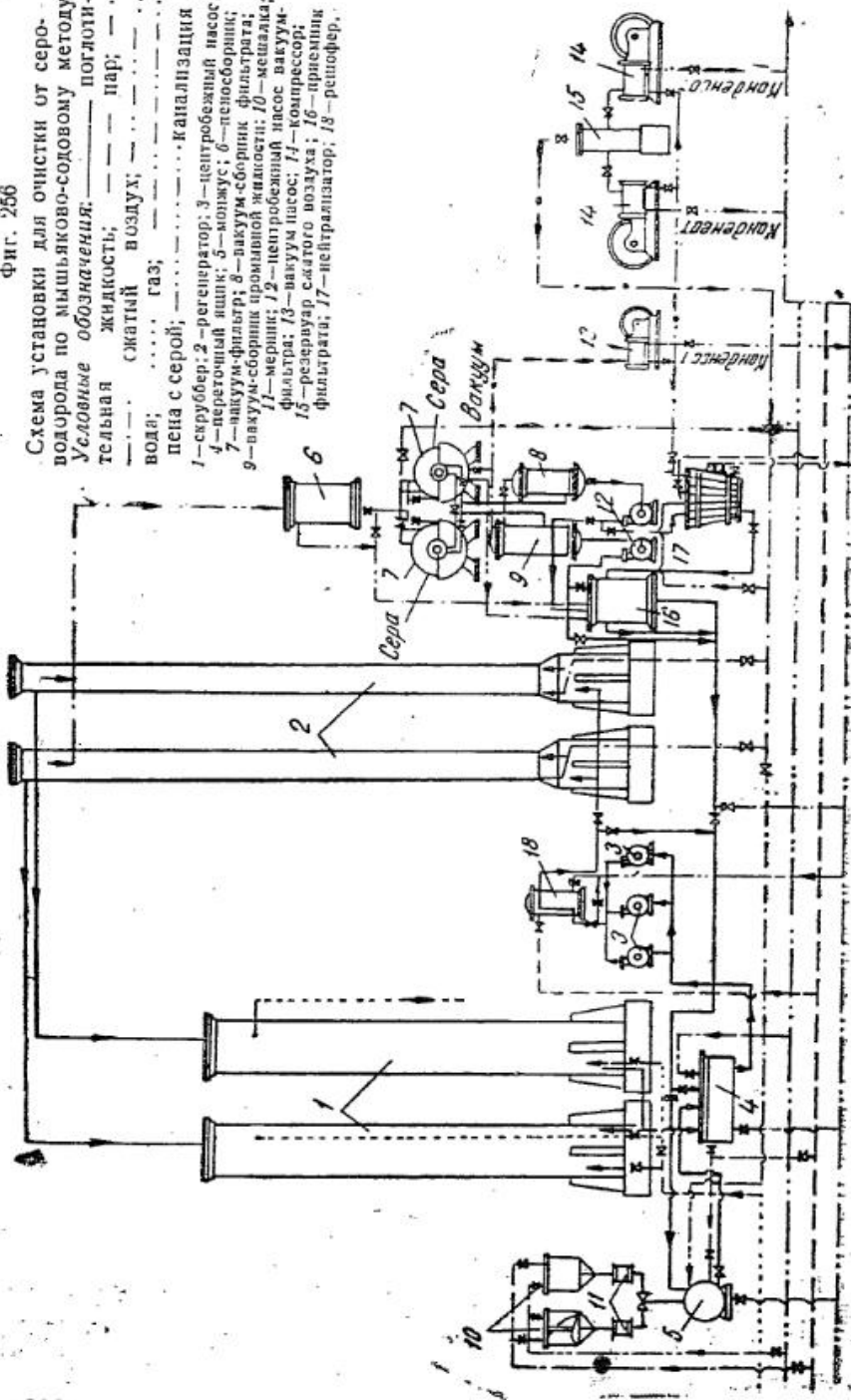
Институтом „Гипроазнефть“ разработана установка (фиг. 257) для извлечения сероводорода с последующей его утилизацией из газов, образующихся на атмосферно-вакуумных трубчатках и из сточных вод барометрических конденсаторов.

Сточная вода из барометрического конденсатора 2 направляется в нефтеотделитель 10 и далее в смеситель 12. В последний для подкисления до pH-6 добавляется серная кислота из дозатора 11. Подкисленная сточная вода из смесителя 12 насосом Н-1 марки 12НДС подается в дегазатор 3. Здесь происходит отдувка сероводорода воздухом, отсасываемым вместе с сероводородом газодувкой Н-7 типа 101-11-2.

Схема установки для очистки от сероводорода по мышьяково-содовому методу

Условные обозначения: — поглотительная жидкость; — пар; — вода; — газ; — канализация

1—скруббер; 2—регенератор; 3—центробежный насос; 4—переточный шик; 5—монжус; 6—пересборник; 7—вакуум-фильтр; 8—вакуум-сборник; 9—вакуум-сборник промывной жидкости; 10—мешалка; 11—мерник; 12—центробежный насос вакуум-фильтра; 13—вакуум насос; 14—компрессор; 15—резервуар сапунга воздуха; 16—приемник; 17—нейтрализатор; 18—рециркулятор.



Сточная вода, свободная от сероводорода, забирается насосом *H-2* типа 12НДС из дегазатора 3 и направляется для охлаждения в четырехсекционную вентиляционную градирню 4. Из нее вода после охлаждения насосом *H-3* типа 12НДС направляется в барометрический конденсатор, замыкая цикл водооборота.

Воздух, обогащенный сероводородом, направляется газодувкой *H-7* в абсорбер 5. В тот же абсорбер газодувкой *H-7* направляются газы, обогащенные сероводородом, отсасываемые воздуходувкой *H-6* из верхней части вакуумной колонны. В верхнюю часть тарелочного абсорбера 5 направляется раствор диэтанолamina, который, стекая вниз навстречу вдуваемым газу и воздуху, поглощает содержащийся в них сероводород. Освобожденный от сероводорода газ выпускается в атмосферу. Обогащенный сероводородом диэтанолamin из абсорбера 5 насосом *H-4* типа 2,5-B-1,8 направляется через теплообменник 9 в реактиватор 6. В теплообменнике 9 производится нагрев использованного диэтанолamina до температуры 110—120°C. При этой температуре в реактиваторе, являющемся колонкой с тарелками, происходит регенерация диэтанолamina. Выделяющийся сероводород, охлажденный в холодильнике 13, направляется на переработку (получение H_2SO_4 , регенерация серы и др.). Освобожденный от сероводорода горячий диэтанолamin направляется, как теплоноситель, в рубойлер 7 и теплообменник 9. После охлаждения его в холодильнике 8 диэтанолamin вновь закачивается насосом *H-5* типа 2,5-B-1,8 в абсорбер 5 по замкнутому циклу. В теплообменнике 9 горячий регенерированный диэтанолamin, как теплоноситель, нагревает насыщенный сероводородом диэтанолamin, направляемый из абсорбера 5 в регенератор 6.

В рубойлере 7 тот же горячий регенерированный диэтанолamin подогревается и направляется в регенератор для поддержания в нем температуры.

Для предупреждения явления окисления диэтанолamina намечаются мероприятия по его ингибированию или кондиционированию под вакуумом (на схеме не показаны).

По схеме, разработанной Гипроспецнефтью, отдувку сероводорода из сточных вод барометрических конденсаторов рекомендуется осуществлять в скрубберах, выполненных по следующим расчетным параметрам:

- 1) количество вводимого воздуха $18Q_p$ (Q_p —расход сточных вод, $m^3/час$);
- 2) скорость воздуха в скруббере—1 $m/сек$;
- 3) интенсивность орошения—170 $m^3/m^2\ час$;
- 4) насадки реечные в 4 яруса по 18 рядов;
- 5) высота скруббера—24 m .

Содержание сероводорода в окружающем воздухе при этом контролируется по расчету, приведенному выше.

В нефтепромысловых условиях десорбция сероводорода из сточной воды может быть достигнута продувкой ее в десорбционной колонне нефтяным газом, неочищенным или очищенным от сероводорода [39].

При подкислении сточной воды до pH-5, подаче в десорбционную колонну неочищенного газа в количестве 40:1 к сточной воде и при времени контакта 60 мин. количество сероводорода снижается на 96%. То же снижение сероводорода может быть получено при применении очищенного нефтяного газа в количестве 30:1. Скорость движения сточной воды в первом случае равна 33 $см/мин$, во втором—100 $см/мин$.

При этом способе очистки сточной воды от сероводорода исключается ее загрязнение взвешенными частицами элементарной серы.

§ 75. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ СЕРНИСТЫЕ ЩЕЛОКА

Сернисто-щелочные сточные воды, содержащие в значительном количестве связанный сероводород (гидросульфид натрия и меркаптиды натрия) и свободные щелочи, могут оказать отрицательное влияние на условия отвода и очистки общезаводских сточных вод (см. § 40).

По рекомендуемой схеме канализаций нефтеперерабатывающих заводов сернисто-щелочные сточные воды собираются и отводятся по отдельной канализационной сети (2-я сеть второй канализационной системы).

После очистки от легких нефтепродуктов в нефтеловушках с двухчасовой продолжительностью отстаивания сернисто-щелочная сточная вода направляется в коллекторы от установок по подготовке нефти. По этим коллекторам стоки идут в пруды дополнительного отстоя, затем на установку по доочистке от нефтепродуктов и в буферные пруды.

Сточные воды от замедленного дистиллятов и газовых фракций выпускаются в канализационную систему периодически значительными порциями (залпами). Залповые выпуски должны быть заменены выпуском сточных вод с постоянным расходом, путем устройства перед нефтеловушкой регулирующей камеры.

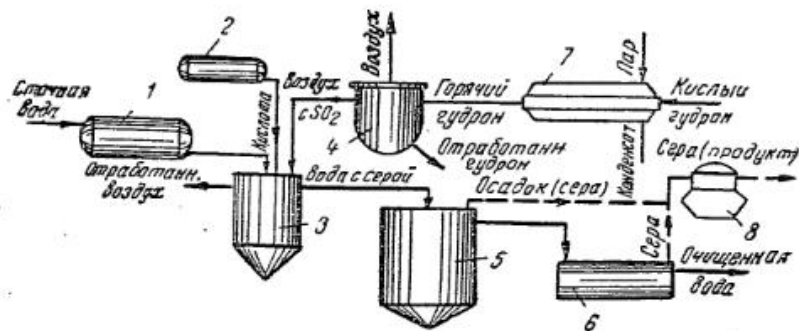
Приемы отдельной очистки и обезвреживания сернисто-щелочной сточной воды недостаточно разработаны для возможности их широкого практического применения.

Намечаются лишь некоторые возможности очистки ее смеси с другими стоками, как это описывается ниже.

Очистка сернисто-щелочной сточной воды в смеси с хозяйственно-бытовой сточной водой производится на биологических фильтрах и в аэротенках. При этом содержание сульфидов в пересчете на серу в указанной смеси, по опытным данным,

не должно превышать 40—60 мг/л. Это соответствует разжижению 1 г сернисто-щелочной на 100 г хозяйственно-бытовой сточной воды для установок зашлакачивания дистиллятов и 1 г на 1000 г—для установок газоочистки [40]. При расчетах окислительная мощность биофильтра должна быть принята равной 500—600 г по БПК₂₀ на 1 м³ его объема в сутки.

Обезвреживание сернисто-щелочной сточной воды достигается также продувкой ее сернистым газом (SO₂), получаемым при регенерации кислого гудрона методом термического его разложения. Щелочная вода после удаления из нее нефтепродуктов подкисляется отработанной серной кислотой и затем продувается сернистым ангидридом. В результате получаются сернокислый Na и элементарная сера. При подкислении сернисто-щелочной сточной воды выделяется также H₂S, поэтому продуваемые газы должны направляться в высокую трубу или печь для сжигания. Схема обезвреживания сернисто-щелочной сточной воды сернистым газом показана на фиг. 258 [41].



Фиг. 258

Схема обезвреживания сернисто-щелочной воды сернистым газом

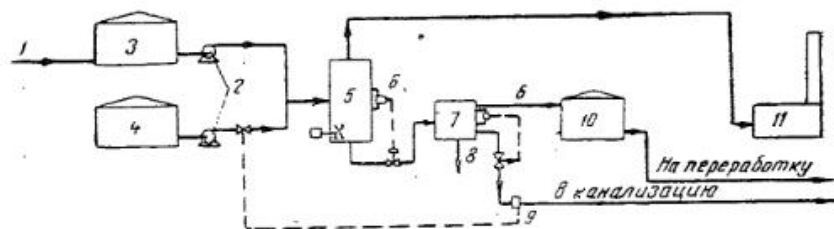
1—сборная емкость для сточных вод; 2—резервуар для серной кислоты; 3—реактор; 4—азаратор; 5—отстойник для элементарной серы; 6—фильтр; 7—теплообменник; 8—очистка серы.

По этой схеме кислый гудрон из теплообменника 7 (нагреваемый паром при температуре 179°C) с температурой 125°C поступает в азаратор 4. Здесь гудрон продувается в течение 15 мин. воздухом в объеме 25—30 л на 1 кг гудрона. Воздух выдувает 2—4% SO₂ по несущему гудрону. Газовая смесь направляется снизу вверх в реактор 3 с насадками из колец Рашига, где она встречает движущийся сверху вниз поток сернисто-щелочных сточных вод, подкисленных 40%-ным раствором отработанной серной кислоты. Кислота поступает в реактор 3 из резервуара 2, а сточная вода из сборной емкости 1. Отработанная сточная вода поступает в отстойник 5 вертикального типа для отстаивания от частиц элементарной серы и затем, если к тому возникает необходимость, на фильтр 6. Скорость

движения газа в реакторе не должна превышать 0,1 м/сек при высоте реактора 2,5 м.

Вертикальная скорость движения сточной воды в отстойнике принимается 0,3 м/сек, а продолжительность отстаивания—1 час. При этом эффект отстоя достигает 80—85%. Скорость фильтрования через фильтр принимается равной 8—9 м/час. Сероводород, образующийся в реакторе, в результате реакции сульфидов с серной кислотой вместе с воздухом направляется в печь для сжигания.

Обезвреживание отработанной щелочной сточной воды после удаления нефтепродуктов достигается путем нейтрализации ее отработанной серной кислотой. Схема нейтрализационной установки показана на фиг. 259.



Фиг. 259

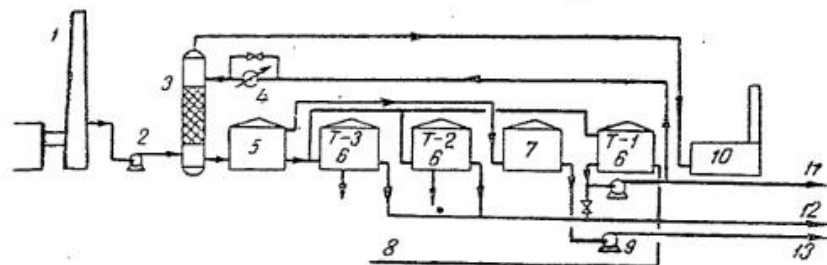
Схема нейтрализации щелочной сточной воды отработанной серной кислотой

1—сточная вода из установки; 2—насосы; 3—емкость для щелочи; 4—емкость для кислоты; 5—нейтрализатор; 6—регулятор уровня; 7—отстойник; 8—спуск осадка; 9—pH-метр; 10—сборник для фенольных продуктов; 11—печь для сжигания сероводородных газов.

По этой схеме щелочная и кислотная сточные воды подаются насосами 2 из соответствующих резервуаров 3 и 4 в нейтрализатор 5, где происходит их перемешивание посредством барботажного воздуха. В нейтрализаторе поддерживается температура 70—85°C. Смесь с pH, доведенной до 5, спускается в отстойник 7, а из него в канализационную систему. Обильно выделяющийся при реакции нейтрализации сероводород вместе с воздухом направляется в печь 11 для сжигания или в абсорберы для последующей утилизации. Фенольные продукты направляются из отстойника в емкость 10.

В зарубежной практике применяется также нейтрализация отработанных щелочей дымовым газом после удаления из них нефтепродуктов. При обработке сточной воды дымовым газом происходит нейтрализация щелочей с образованием карбонатов и бикарбонатов Na. Одновременно при повышенной температуре протекает реакция окисления сульфидов и меркаптидов до сульфатов и тиосульфатов. Остаточные сульфиды и меркаптаны могут быть окислены в буферных прудах и в водоеме. Схема нейтрализации отработанной щелочной сточной воды дымовым газом показана на фиг. 260.

Дымовой газ из котельной газодувкой 2 направляется в колонну 3 с насадками. Оработанная щелочь из емкости Т-1 6 насосом откачивается в ту же насадочную колонну 3, откуда она после обработки поступает в сепаратор 5. Газ, содержащий H_2S , из насадочной колонны 3 направляется в печь 10 для сжигания. Сточная вода из сепаратора 5, через накопительные емкости Т-3 и Т-2 6 вновь возвращается в емкость



Фиг. 260

Схема нейтрализации щелочной воды дымовым газом

1—дымовая труба; 2—газодувка; 3—скрубберная колонна; 4—мерник; 5—сепаратор с нагревателем; 6—емкости для щелочи; 7—емкость для фенолов; 8—спуск отработанной щелочи; 9—насос; 10—сжигание газов из скруббера; 11—отвод щелочи на повторное использование; 12—в канализацию; 13—на утилизацию или обезвреживание.

Т-1 6, откуда она повторно направляется в колонну 3. Циркуляция щелочной воды в этой системе происходит до полной карбонизации щелочи. Температура циркулирующей жидкости поддерживается в пределах $55^{\circ}C$. В емкостях Т-3 6 происходит перед выпуском обезвреженной сточной воды ее известкование и отстаивание образующихся карбонатов кальция. Осадок выгружается из емкостей и направляется в отвал. Для усиления окисления сульфидов при повторной подаче в колонну щелочная вода подогревается до $80^{\circ}C$.

Установка работает периодически, обрабатывая отдельные порции отработанных щелочных сточных вод. Фенольные соединения и нефтепродукты собираются в емкости 7.

В целях снижения расхода щелочей и уменьшения количества сбрасываемых сернисто-щелочных сточных вод УфНИИ НП [32] предложена установка для регенерации отработанных щелочей.

Регенерация щелочей осуществляется продувкой их воздухом и паром при температуре $100-102^{\circ}C$. При этой продувке гидросульфиды натрия превращаются в $NaOH$, $Na_2S_2O_3$, $NaHSO_3$ и элементарную серу, а меркаптиты ($RSNa$) в $RSSR$, RSH и $NaOH$. Выпадение в раствор мелкодисперсной серы заставляет фильтровать регенерированный раствор, во избежание загрязнения им дистиллятов.

Смесь отработанных сточных вод от зашлакачивания бензинов и сжиженных газовых фракций (в соотношении 1:1) зака-

чивается в емкость, снабженную змеевиком для нагрева жидкости до $100-102^{\circ}C$ и приспособлениями для продувки паром и воздухом. В процессе продувки добавлением воды или свежей щелочи поддерживается постоянная концентрация смеси в емкости. Отработанные воздух и пар направляются в трубу высотой 6—8 м. Общая продолжительность продувки принимается 36 часов. Так как в процессе продувки паром происходит снижение концентрации щелочи, то после окончания операции производят упарку раствора до начальной концентрации ($175-180 г/л$). Полезная емкость регенерации куба принимается не более $40 м^3$ при 75% заполнения. Расход пара при емкости куба $40 м^3$ составляет 10—12 кг/час, а воздуха 2,3—3 кг/час на $1 м^3$ обрабатываемых щелочных сточных вод.

После регенерации щелочной раствор направляется на фильтры с высотой слоя песка 1,5 м и гравийного слоя 15—20 см.

Как показали опыты, после фильтрования 10—12 объемов сточной воды через 1 объем фильтра возникает необходимость смены песчаной загрузки свежим песком, что значительно повышает стоимость регенерации щелочи. Скорость фильтрования принимается равной [32]

$$v_{\phi} = 0,87 \frac{P}{\mu h} \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час},$$

где P —разность давления в концах капилляра фильтра в кг/м² (принимается 2 м вод. ст.);

h —высота загрузки фильтра, м;

μ —абсолютная вязкость, кг сек/м² ($\mu=1,65-1,10$ сантипуаз).

Регенерированный раствор направляется на повторное однократное или двукратное использование, после чего он сбрасывается в канализацию.

§ 76. НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ КИСЛЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Кислые сточные воды возникают на нефтеперерабатывающих заводах при сернокислотной обработке нефтепродуктов, при производстве серной кислоты, в результате утечек из сальников насосов, при налге и сливе цистерн, при регенерации кислого гудрона и др. процессах.

По принятой схеме канализации нефтеперерабатывающего завода кислые сточные воды от установок по сернокислотной обработке нефтепродуктов направляются в регулируемую емкость. Из последней стоки равномерной струей отводятся в канализацию установок по подготовке нефти. В смеси со сточными водами от ЭЛОУ сернокислые воды направляются в общие ловушки и на дальнейшую очистку. Кислые сточные воды от

цехов по производству серной кислоты, свободные от примесей нефтепродуктов, направляются на нейтрализационные установки, откуда отводятся в буферные пруды.

В тех случаях, когда щелочность сточных вод от установок по подготовке нефти окажется недостаточной для нейтрализации кислых сточных вод, последние подвергаются предварительной обработке в нейтрализационной установке.

Специальные наблюдения, поставленные АзНИИ НП, показали, что выделение нефти из кислых сточных вод предпочтительнее осуществлять до нейтрализации в ловушках с кислотонепроницаемой изоляцией.

Специальные нейтрализационные установки для нефтесодержащих сточных вод не разработаны.

В необходимых случаях рекомендуется пользоваться общими приемами нейтрализации кислых сточных вод, принятыми в различных отраслях промышленности (см. ниже).

1. Реагентный способ нейтрализации кислых сточных вод

В качестве химических реагентов для нейтрализации кислых сточных вод могут применяться:

- 1) гидрат окиси Ca в виде пушонки или известкового молока;
- 2) едкий натр или кальцинированная сода;
- 3) углекислый кальций в виде известняков, мела, мрамора или доломита ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$).

Расход количества химически чистых реагентов в г, потребных для нейтрализации 1 г кислоты, приведен в табл. 292.

Таблица 292

Наименование кислоты	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	NaOH	Na_2CO_3	CaCO_3	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
Серная кислота	0,755	0,816	1,080	1,020	0,940
Сернистая кислота	0,900	0,975	1,290	—	—
Соляная кислота	1,010	1,100	1,450	1,370	1,290

Едкий натр и кальцинированная сода применяются в тех случаях, когда они являются отбросами производства.

Товарные химреагенты содержат неактивные примеси в количествах: в известняках—4—9%, меле—4%, мраморе—0,14%, доломите—55%, что должно быть учтено при расчете нейтрализационной установки.

При нейтрализации серной кислоты кальциевыми солями образуется плохо растворимый CaSO_4 в количестве:

а) при нейтрализации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и CaCO_3 на 1 г серной кислоты—1,39 г плохо растворимой CaSO_4 и выделяется 0,45 г CO_2 ;

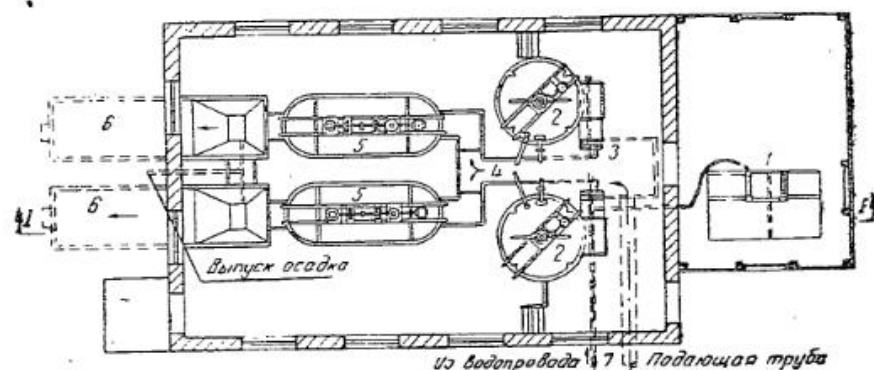
б) при нейтрализации доломитом $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ — на 1 г серной кислоты—0,695 г CaSO_4 , 0,612 г MgSO_4 и 0,45 г CO_2 .

При нейтрализации едким натром на 1 г серной кислоты образуется 1,45 г Na_2SO_4 .

Растворимость гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) в воде приводится ниже.

Температура, °C	0	10	18	20	25	30	40
Растворимость гипса, г/л	1,44	1,90	2,02	2,03	2,08	2,10	2,11

Схема реагентной нейтрализационной установки показана на фиг. 261.



Фиг. 261

Нейтрализация кислой сточной воды реагентным методом

1—яма для гашения извести; 2—растворные баки; 3—дозировочные сифоны; 4—смеситель; 5—контактный резервуар; 6—шламоотстойники; 7—подача сточной воды.

Сточные воды перед поступлением на нейтрализационную установку должны пройти усреднитель, объем которого принимается равным 3—8-часовому притоку сточных вод.

Гашеная известь из ямы 1 для ее гашения направляется в два, работающих попеременно, растворных бака 2, снабженных мешалками. В растворных баках концентрация раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$ доводится до 5—10%. Объем каждого бака рассчитывается на 12-часовой расход известкового молока. Из растворного бака известковое молоко дозирующим сифоном 3 подается в смеситель 4, в который поступает также сточная вода. Смесь сточной жидкости и химического реагента поступает в контактный бассейн 5, где происходит перемешивание пропеллерными мешалками в течение 15—25 мин.

Из контактного бассейна сточная жидкость направляется в шламоотстойники 6, где происходит выпадение гипса и др. механических примесей. Продолжительность отстаивания принимается равной 1—2 часа при скорости отстаивания в горизонтальных отстойниках—5—10 мм/сек, в вертикальных—0,5—1,0 мм/сек. Осадок, образующийся в отстойниках, имеет высокую влажность (до 99,0%) и медленно уплотняется. Из отстойника осадок направляется на дренированные шламовые площадки с загрузкой слоем 1—1,5 м/год.

В табл. 298 приведены расчетные параметры реагентной нейтрализационной установки, проектируемой институтом „Гипронефтезавод“ для очистки сточных вод от установок химической переработки парафинов.

2. Нейтрализация методом фильтрования

При нейтрализации сернокислотных сточных вод с концентрацией кислоты до 0,5—0,6%, но не выше 0,8% успешно могут быть использованы доломитовые фильтры.

Обычно применяется конструкция фильтров с вертикальным движением сточной жидкости (сверху вниз). В этом случае производится загрузка доломитом крупностью 4—6 см, уменьшающейся в процессе нейтрализации кислоты.

На предприятиях черной металлургии при нейтрализации сернокислотных травильных вод через доломитовые фильтры скорость фильтрования принимается 0,6—0,9 м/час, а высота фильтра—1,5—2 м. Периодически производится промывка фильтра обратным током воды.

Более удобными являются для сернокислотной сточной воды фильтры-нейтрализаторы с горизонтальным ее движением (фиг. 262).

Фильтр представляет собой резервуар прямоугольной формы, разделенный вертикальными перегородками, попеременно недоходящими до противоположной стенки, что заставляет сточную воду двигаться по извилистому пути. Пространство между перегородками на пути движения сточной воды закладывается съемными корзинами (пакетами) размерами 1×1×0,5 м, загруженными доломитом.

Время контакта сточной воды с доломитом рекомендуется вычислять по формуле [41]

$$t = \frac{K \cdot d^{1.5}}{\sqrt{v}} \cdot \lg C_0 \text{ мин.},$$

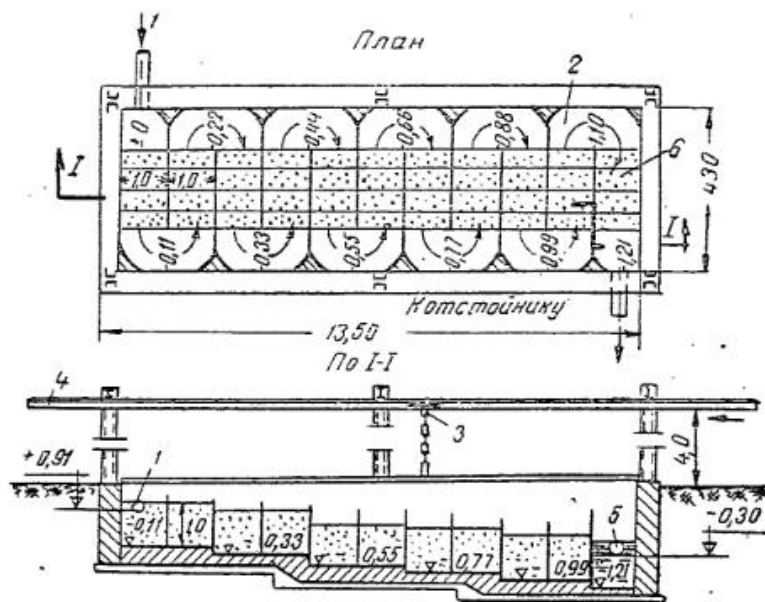
где K —коэффициент, принимаемый равным для подмосковного доломита—1,87, для уральского—3,96;

d —диаметр зерен загрузки (от 4 до 6 см), см;

v —скорость фильтрования, см/сек;

C_0 —концентрация серной кислоты, выраженная в см³ 1/1N щелочи на 1 л сточной воды.

При пересчете следует принимать 1 см³ 1/1N раствора, равным 0,049 г серной кислоты.



Фиг. 262

Нейтрализация кислой воды методом горизонтального фильтрования

1—водяца сточной воды; 2—коридоры; 3—тележка-тельфер; 4—монорельс; 5—отвод обработанной сточной воды; 6—съемные корзины с доломитом.

Длина пути фильтрования через доломитовую загрузку

$$L = \frac{v \cdot t \cdot 60}{100} \text{ м.}$$

Площадь поперечного сечения фильтра

$$F = h \cdot b = \frac{q}{v} \text{ м}^2,$$

где b —ширина коридора между перегородками, равная ширине корзины (пакета) с загрузочным материалом, м;

q —количество сточной воды, м³/сек;

v —скорость фильтрования, см/сек;

h —высота фильтра (1 м).

Потери напора на 1 пог. м фильтра определяются по формуле

$$\Delta z = \frac{v^2}{d \cdot S \cdot P^2},$$

где S —коэффициент, равный $\left(20 - \frac{14}{d}\right)$;

P —порозность загрузки, равная 0,35—0,45.

Остальные обозначения—по предыдущему.

Количество доломита в кг/сут, расходуемого в процессе нейтрализации, определяется из расчета

$$M = n \cdot Q \cdot m,$$

где n —процент серной кислоты в сточных водах;

Q —количество нейтрализуемой сточной воды, м³/сут;

m —расход доломита в килограммах на 1 м³ сернокислотной сточной воды при 1%-ной концентрации кислоты (табл. 293).

Таблица 293

Расход химически чистого реагента в килограммах на м³ сточной воды, содержащей 1% кислоты

Реагент	Химическая формула	Кислота		
		H ₂ SO ₄	HCl	HNO ₃
Известняк и мрамор	CaCO ₃	10,1	13,8	8,0
Доломит	CaMg(CO ₃) ₂	9,4	12,7	7,3

При отсутствии данных лабораторного анализа количество инертных примесей принимается: для известняка—5—10% и для доломита—55%.

Учитывая невозможность 100%-ного использования для нейтрализации материала загрузки, полученный расход реагента M должен быть принят с поправочным коэффициентом 1,5.

Объемный вес мрамора, известняка и доломита при упрощенных расчетах принимается равным 1800 кг/м³ в рыхлом теле.

3. Нейтрализация кислых и щелочных сточных вод смешением

Смешение кислых и щелочных сточных вод производится в резервуарах-смесителях, причем pH смеси доводится до 5. Перемешивание сточных вод производится при помощи барботажа воздухом или паром при температуре 70—80°С. После смешения и нейтрализации сточная вода направляется для осаждения взвешенных веществ в отстойники или спускается в производственную канализацию.

В тех случаях, когда в щелочной сточной воде присутствуют сульфиды, гидросульфиды и меркаптаны, при смешении с кислой сточной водой происходит интенсивное выделение сероводорода. Поэтому в данных условиях нейтрализация должна осуществляться в закрытых емкостях и сопровождаться отдувкой сероводорода с последующим обезвреживанием выделяющегося воздуха приемами, указанными в § 74.

§ 77. ОЧИСТКА И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Сточные воды нефтеперерабатывающих заводов, содержащие фенолы и крезолы, ввиду высокой токсичности этих продуктов должны находиться под особым контролем.

Фенольные сточные воды нефтеперерабатывающих заводов не подлежат сбросу в заводскую канализационную систему и должны быть собраны и обезврежены отдельно.

Обезвреживание фенольных сточных вод может осуществляться нижеописываемыми методами.

1. Метод экстрагирования

Сточные воды, содержащие фенолы и крезолы в количестве более 1 г/л (после освобождения от нефтепродуктов), подвергаются обесфеноливанью путем экстрагирования бензолом, трикрезилфосфатом, фенолосольваном или другими экстрагентами.

Сущность процесса заключается в:

- 1) перемешивании фенольной воды с экстрагентом;
- 2) отстаивании с извлечением насыщенного фенолом экстрагента;
- 3) регенерации экстрагента путем отмывки кислых примесей;
- 4) обработке щелочью для осаждения фенолята натрия.

Эффект обесфеноливания сточной воды зависит от присущего каждому экстрагенту значения коэффициента распределения K , который определяет отношение концентрации фенолов в экстрагенте и в сточных водах после завершения процесса экстракции.

Характеристика различных экстрагентов при температуре 20—22°С при начальной концентрации фенола до 5 г/л приведена в табл. 294.

Из экстрагентов широкое распространение получили фенолосольван и трикрезилфосфат, обладающие высоким коэффициентом распределения K , высокой температурой кипения при низкой растворимости в воде. Это приводит к небольшому их расходу на единицу обрабатываемой сточной воды (10—

15%) и к потерям, не превышающим 50—60 г на 1 м³ объема очищаемой воды.

Таблица 294

Экстрагенты	Коэффициент распределения, K	Удельный вес	Температура кипения, °C	Расход экстрагента в % к объему сточных вод
Бензол	2,2	0,88	80	150—250
Трикрезилфосфат	28	1,17	350	10—15
Феносольван	50	0,86—0,88	105—145	7—15
Этилацетон	36	0,90	77	—
Диэтиловый эфир	17	0,72	38	—
Изопропиловый эфир	45	0,62	96	—
Бутилкаголь	19	0,82	118	15—25

При отстаивании насыщенный фенолом трикрезилфосфат, обладающий удельным весом большим единицы, собирается в нижней части отстойника.

Очистка сточной воды от фенола может осуществляться:

- 1) однократной или многократной ее обработкой свежим экстрагентом—периодическая экстракция;
- 2) многократной обработкой по принципу противотока—непрерывная экстракция.

При непрерывной и многократной экстракции процесс обесфеноливания выражается формулой [41]

$$C = \frac{C_0(b \cdot K - 1)}{(b \cdot K)^{n+1} - 1},$$

где C_0 —начальное содержание фенола в сточной воде, г/л;

C —содержание фенолов в сточной воде после экстракции, г/л;

b —удельный расход экстрагента в л на 1 л сточной воды на одну экстракцию;

n —число экстракций;

K —коэффициент распределения (по табл. 294).

По этой формуле, по заданным значениям C , C_0 и n , может быть определен удельный расход экстрагента b или по значениям C_0 , n и b —содержание фенолов в сточной воде после экстракции.

Очистка сточных вод трикрезилфосфатом осуществляется по следующей схеме.

Сточная вода, освобожденная от нефтепродуктов, подкисляется серной кислотой для перевода фенолятов в фенолы (с расходом кислоты порядка 3 кг на 1 м³ обрабатываемой жид-

кости). Подкисленная вода направляется на экстракцию в смеситель, оборудованный мешалкой с числом оборотов 320 в мин.

Контакт фенольной воды с экстрагентом в смесителе продолжается 10 мин. Сточная вода подвергается 2—3-кратной обработке экстрагентом. Из смесителя жидкость направляется в отстойники вертикального типа, где в течение до 1 часа происходит отстаивание насыщенного фенолом трикрезилфосфата при вертикальной скорости 0,5 м/сек.

Насыщенный фенолом экстрагент направляется в емкости на защелачивание, где производится его промывка 10—20%-ным раствором едкого натра. Расход чистой щелочи составляет 0,40—0,45 кг на 1 кг экстрагированного фенола.

Время обработки экстрагента в щелочных емкостях составляет 6—10 мин. При обработке щелочью фенолы переходят в феноляты натрия. Промывка экстрагента щелочью производится трехкратно по принципу противотока.

Осаждение фенолятов натрия производится в вертикальных отстойниках с продолжительностью отстоя 1,5—2 часа при скорости осаждения 0,35 м/сек. Из отстойника феноляты направляются на упаривание и в товарный склад.

Обесфеноленная вода направляется для доочистки на песчаные фильтры со скоростью фильтрования 20—22 м/час с подачей воды снизу вверх. Высота фильтрующего слоя принимается равной 1,5 м. Межпромывочный период принимается равным 200 часам.

Метод экстракции трикрезилфосфатом и феносольваном рентабелен при содержании фенолов в сточной воде более 0,8—1 г/л. Этим методом практически достигается эффект очистки 75—80% (в лабораторных условиях—до 90—96%).

2. Обесфеноливание сточных вод методом эвапорации

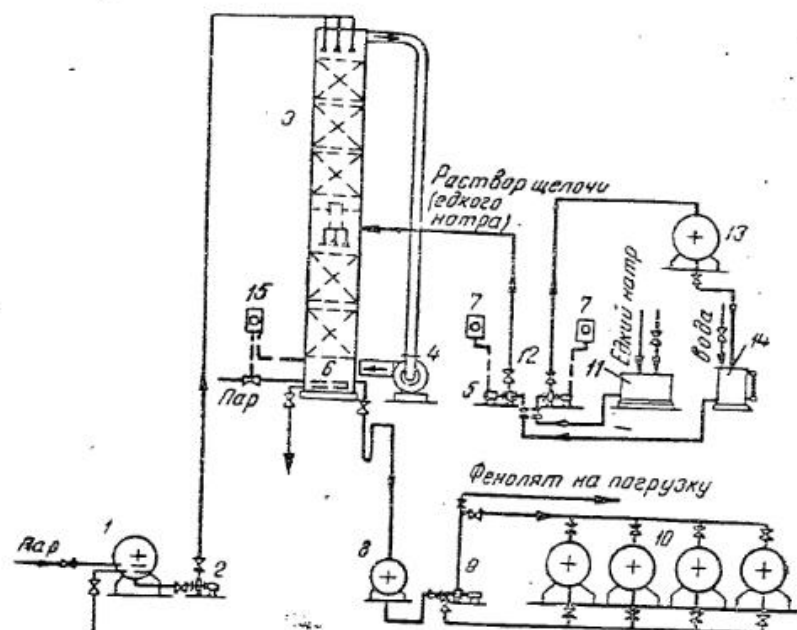
Извлечение фенолов из сточных вод по этому методу производится отгонкой их водяным паром. Для извлечения фенолов пар, насыщенный фенолами, обрабатывается 13—20%-ным раствором едкого натра, который образует феноляты натрия.

Схема установки для обесфеноливания сточной воды от фенолов методом эвапорации, предложенным институтом „Гипрококс“, показана на фиг. 263 [42].

Фенольная сточная вода, предварительно освобожденная от нефтепродуктов и подогретая в течение часа в емкости 1, насосом 2 подается для обесфеноливания в верхнюю часть скруббера 3. Здесь происходит разбрызгивание сточной воды и орошение ею трехъярусных деревянных насадок. Навстречу стекающей сточной воде из нижней части скруббера подается острый водяной пар, температура которого на выходе должна быть

равна 105° . Пар увлекает фенолы из сточной воды и обесфеноленная вода из верхней половины скруббера отводится в емкость очищенной воды.

Водяной пар, насыщенный фенолом, отсасывается вентилятором 4 из верхней точки скруббера и подается в его ниж-



Фиг. 263

Обесфеноливание сточной воды методом эвaporation

1—сборник для сточной воды с подогревом, 2—насос, 3—скруббер, 4—вентилятор, 5—насос для подачи щелочи, 6—змеевик, 7—автоматический включатель, 8—емкость для фенолятов, 9—насос, 10—резервуары для хранения фенолятов, 11—бак для приготовления раствора NaOH, 12—насос для едкого натра, 13—сборник раствора едкого натра, 14—мерник.

нюю часть. Навстречу поднимающемуся водяному пару с фенолом стекает раствор NaOH, который периодически разбрызгивается в верхней части нижней половины скруббера и свежими порциями смачивает коксовую загрузку колонны. Подача едкого натра производится насосом 5, периодичность подачи регулируется автоматом 7. Для нагрева раствора едкого натра в низ скруббера 6 подается пар, регулируемый прибором 15.

Образующийся раствор фенолятов натрия отводится из нижней части скруббера в резервуар 8. Из него этот раствор насосом 9 перекачивается в емкости хранения 10 или для загрузки, как товарного продукта.

Раствор едкого натра готовится в растворном баке 11, откуда насосом 12 подается в сборную емкость 13. В мернике 14 производится разбавление раствора до требуемой концентрации.

Эффект очистки зависит от начальной концентрации фенола и может достигать 80—85%. Расход чистой щелочи равен 1,3 кг на 1 кг извлекаемого фенола. Концентрация раствора щелочи принимается равной 10%.

Расход циркулирующего пара с температурой 105° равен 2000 м^3 на $1 \text{ м}^3/\text{час}$ сточной воды. Скорость движения пара в скруббере— $1,2 \text{ м/сек}$. Объем деревянной насадки в скруббере принимается равным $0,0022 \text{ м}^3$ на $1 \text{ м}^3/\text{час}$ циркулирующего пара. Объем насадки в нижней части скруббера (окс, металлические спирали и др.) принимается равным $0,00173 \text{ м}^3$ на $1 \text{ м}^3/\text{час}$ циркулирующего пара. Максимальное давление пара в колонне не превышает $1,25 \text{ атм}$ [42].

3. Обесфеноливание сточных вод на биофильтрах

При очистке фенольных сточных вод на биологических фильтрах в смеси с хозяйственно-бытовыми сточными водами концентрация смеси по фенолу не должна превышать 180 мг/л при содержании хозяйственно-бытовых вод в количестве не менее 15%. Для интенсификации биодеятельности бактерий полезно вносить в очищаемые сточные воды соли азота, фосфора и калия (смесь NPK) в виде фосфатаммония, фосфорнокислого и азотнокислого калия, дозы которых устанавливаются лабораторными испытаниями.

Нагрузка на биофильтры принимается: по фенолу— 80 г/м^3 объема фильтра, по сточным водам— $0,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$. Содержание фенолов в очищенных сточных водах снижается до $1—3 \text{ мг/л}$.

Конструкция биофильтров аналогична принятой в практике очистки хозяйственно-фекальных сточных вод.

4. Обесфеноливание сточных вод в аэротенках

Очистка сточных вод от примеси фенола может быть успешно осуществлена методом биоокисления в аэротенках в смеси с хозяйственно-бытовыми сточными водами. При необходимости в качестве питательной среды добавляется смесь NPK (количество суперфосфата определяется в $0,3 \text{ кг}$ на 1 м^3 сточных вод).

Окислительная мощность аэротенка может быть доведена до 700 г/сут , нагрузка по объему сточной воды—до $4 \text{ м}^3/\text{м}^3$ объема аэротенка в сутки. Количество активного ила принимается по обычной норме равным 40—50% от объема сточной воды или $3,5 \text{ г/л}$ —по сухому веществу.

Общее содержание фенола в смеси очищаемых сточных вод не должно превышать 150 мг/л.

Продолжительность аэрации принимается равной 6—10 час. при ее интенсивности 5—8 м³/м² поверхности аэротенка в час.

Количество воздуха принимается 20—40 м³/час на 1 м³ сточной воды. Общее БПК₂₀ смеси не должно превышать 800 мг/л.

Эффект очистки в аэротенках достигает 87% по бромлирующим веществам и 98%—по летучим фенолам [43].

По некоторым практическим данным расход воздуха на 1 кг фенола составлял 80—100 м³ при продолжительности аэрации 7—11 часов. При начальном содержании фенола 100—150 мг/л сточной воды остаточная концентрация после биочистки определялась в 0,35—4,15 мг/л [44].

Очистка от фенола биологическим методом может оказаться успешной при условии:

1) тщательного предварительного удаления из сточных вод нефтепродуктов, которые могут загрязнять активный или биопленку;

2) удаления из сточных вод сероводорода и других сульфидов, интенсивно поглощающих кислород;

3) поддержания pH на уровне 7—9.

Установка для биочистки фенольных вод должна состоять из:

1) смесителя (куда поступают производственные фенольные, хозяйственно-бытовые и в нужном количестве для разжижения чистые воды), емкостью равной 30-минутному расходу. Смешение производится вдуванием воздуха через фильтры;

2) аэротенков коммунального типа, снабженных разбрызгивателями для гашения пены;

3) вторичных отстойников с продолжительностью отстоя 1,5 час.

Очистка фенольных сточных вод в смеси с хозяйственно-бытовыми сточными водами может быть осуществлена на полях фильтрации, устроенных по образцу применяемых для очистки городских сточных вод.

Допустимая нагрузка на поля фильтрации указана в табл. 295.

Таблица 295

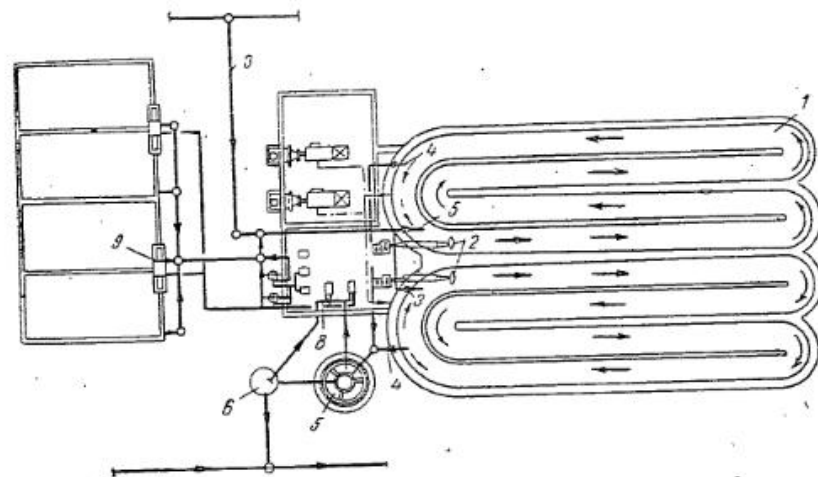
Характер грунтов	Суточная нагрузка, м ³ /сут/га	Максимальное содержание фенолов, мг/л
Глинистые	25	300
Суглинистые	50	150
Супесчаные	75	100
Песчаные	100	75

5. Обесфеноливание сточных вод биохимическим способом по схеме „Гипрококса“

Биохимический метод основан на использовании для очистки фенольных сточных вод особых фенолразрушающих бактерий. Получение этой группы бактерий достигается путем их длительного культивирования в фенольной среде в аэробных условиях.

Сточные воды должны предварительно тщательно очищаться от нефтепродуктов и механических примесей (в нефтеловушках и путем фильтрования).

По схеме (фиг. 264), предложенной „Гипрококсом“ [45], отстаивавшаяся вода по трубе 3 направляется в аэробассейны 1, устроенные по типу циркуляционных галерей. Сюда же вносятся фенолразрушающие бактерии и в качестве питательной среды, в количестве 0,2—0,5 кг/м³, суперфосфат. Движение сточной воды в галереях, создаваемое пропеллерными насосами 2, происходит со скоростью 0,1 м/сек. Воздух подается турбовоздуходувками 7.



Фиг. 264

Установка „Гипрококса“ для биологической очистки фенольных сточных вод

1—циркуляционные галереи; 2—пропеллерные насосы; 3—подача неочищенной воды; 4—отвод очищенной воды; 5—вторичный отстойник; 6—резервуар обесфеноленной воды; 7—турбовоздуходувки; 8—насосы для перекачки ила; 9—иловые площадки.

Обесфеноленная вода выводится из циркуляционной галереи по трубам 4 в объеме, равном притоку сточных вод на очистную установку. Остальная вода в объеме, равном 100-

кратному объему поступающих сточных вод, продолжает циркулировать в аэрационном бассейне, соответственно разжижая поступающие фенольные воды.

Обесфенольная вода из аэрационного бассейна направляется во вторичные отстойники 5 вертикального типа с продолжительностью отстоя 1—2 часа. Осевший осадок направляется насосами 8 на иловые площадки 9, а обесфеноленная вода в резервуар 6.

Образование и развитие молодых генераций фенотрушающих бактерий происходит в циркуляционных бассейнах.

По данным наблюдений сточная вода с содержанием от 1000 до 2500 мг/л фенолов очищается до их содержания в выходящей сточной воде от 0,4 до 2,5 мг/л.

§ 78. ОЧИСТКА ЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ УСТАНОВОК ЦЕХА ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ СПИРТОВ

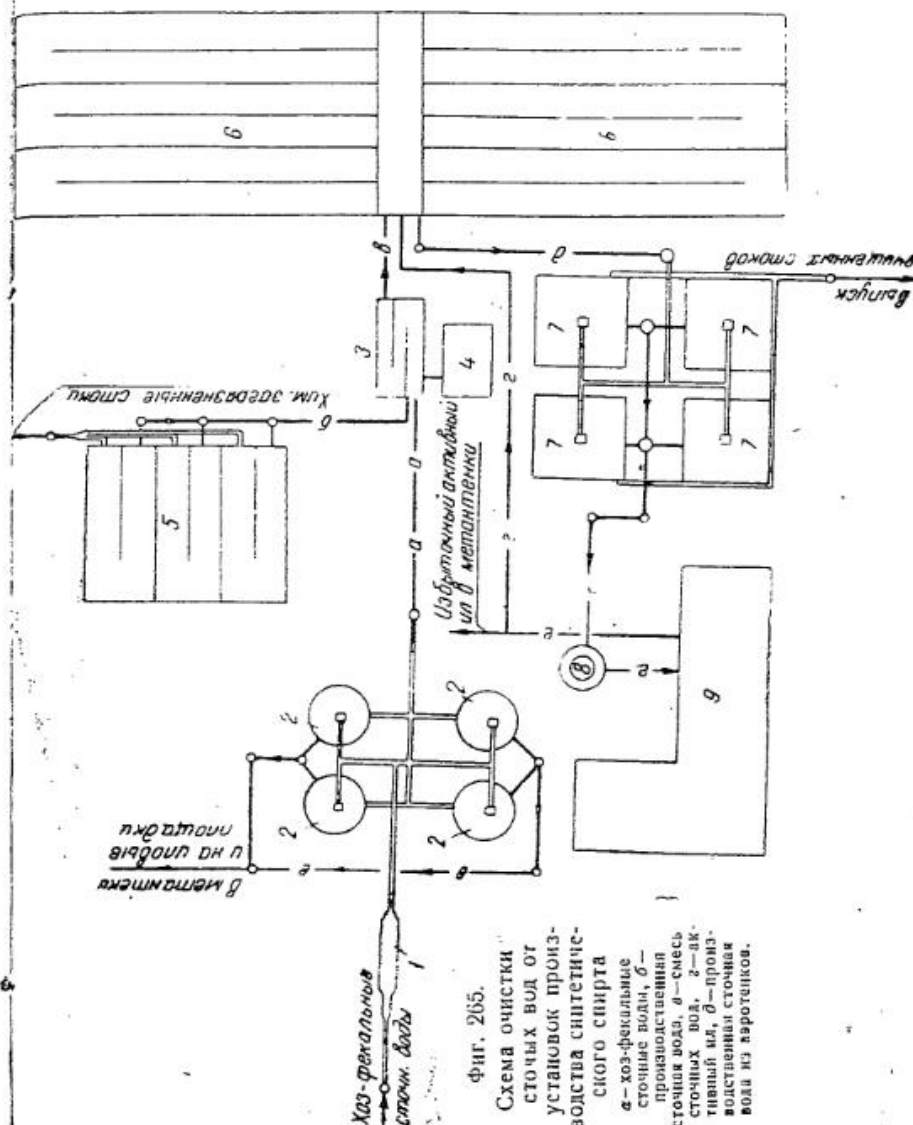
Загрязнителями сточных вод от установок по производству синтетического спирта являются: стироль, альдегиды, кетоны, эфирные масла, соли органических кислот, этиловый спирт и др. продукты.

Для очистки этих сточных вод рекомендуются приемы биохимического окисления. Схема очистной установки показана на фиг. 265.

Химически загрязненные сточные воды цеха поступают в аэрационный бассейн 5. В нем вода подвергается продувке воздухом через фильтры. После предварительной аэрации вода поступает в смеситель 3. В него направляется также хозяйственно-фекальная сточная вода, прошедшая предварительную механическую очистку в песколовках 1 и отстойниках 2. После смешения (путем вдувания воздуха) смесь хозяйственно-фекальной и производственной сточной воды направляется в двухкоридорные аэротенки 6. Здесь происходит ее пролувка воздухом с активным илом, подаваемым насосами по трубопроводу 2.

Биохимически очищенная сточная вода направляется во вторичные отстойники вертикального типа 7, а из этих отстойников в буферный пруд. Активный ил из отстойников 7 по трубопроводу 2 направляется в приемную емкость 8. Из этой емкости он перекачивается насосами, установленными в компрессорной станции 9, в аэротенки. Избыточный активный ил направляется в метантенки и из них на иловые площадки (на фиг. не показаны).

В отсутствие хозяйственно-фекальных сточных вод или при недостаточном их количестве к производственным сточным водам для питания бактерий добавляются растворы суперфосфата и хлористого аммония. Приготовление обоих реагентов производится в помещении 4 реагентного хозяйства.



фиг. 265.

Расчет аэротенков производится по формулам, принятым при расчете аэротенков для очистки хозяйственно-фекальных сточных вод:

1) удельный расход воздуха $D = \frac{2a}{KH}$, $\text{м}^3/\text{м}^3$ сточных вод;

2) количество вдуваемого воздуха

$$W_{\text{воз}} = Q \cdot D \text{ м}^3/\text{час};$$

3) площадь аэротенков $F = \frac{W_{\text{воз}}}{I}$ м^2 ;

4) объем аэротенков

$$W_{\text{аэр}} = F \cdot H \text{ м}^3;$$

5) время продувки

$$t = \frac{W_{\text{аэр}}}{Q} \text{ часов},$$

где Q —расход смеси хозяйственно-фекальных и производственных сточных вод, $\text{м}^3/\text{час}$;

a —биохимическая потребность в кислороде смеси сточных вод, $\text{г}/\text{м}^3$;

Таблица 296

Показатели	Единица измерения	Численные значения
Время предварительной аэрации	Часы	2
Расход воздуха на предварительную аэрацию	$\text{м}^3/\text{м}^3$ сточных вод	20
Размеры сечения аэрационной установки	$H \times B \text{ м}^2$	$2 \times 4,2 = 8,4$
Продолжительность смешения	мин.	5
Расход воздуха на смешение	$\text{м}^3/\text{час}$ на 1 м^2 зеркала	3
Размеры сечения коридора аэротенка	$H \times B \text{ м}^2$	$3 \times 4,5 = 13,5$
Интенсивность аэрации I	$\text{м}^3/\text{члс}$ на 1 м^2 зеркала	4,42 при 10°C
Начальное БПК ₂₀ смеси сточных вод	$\text{мг}/\text{л}$ или $\text{г}/\text{м}^3$	240
Продолжительность отстоя во вторичных отстойниках	часы	1
Скорость движения воды в отстойнике	$\text{мм}/\text{сек}$	0,4
Объем активного ила	В % от расхода сточных вод	45

K —коэффициент использования воздуха: для фильтров

$K = 12$, для дырчатых труб— $K = 6$;

H —глубина слоя воды в аэротенке, м ;

I —интенсивность аэрации, $\text{м}^3/\text{час}$ на 1 м^2 площади аэротенка.

Численные значения показателей установки (фиг. 265), предложенные Институтом „Гипроспецнефть“, приведены в табл. 296.

Для гашения пены, образующейся на поверхности аэротенка, предусматривается устройство брызгалок вдоль бортов коридоров, с расходом воды $2,5 \text{ м}^3/\text{час}$ на м^2 площади зеркала воды.

В отсутствие хозяйственно-фекальных сточных вод (или при их недостатке) подпитывание активного ила производится суперфосфатом в количестве $30 \text{ г}/\text{м}^3$ сточных вод с содержанием P_2O_5 в количестве 14% и хлористым аммонием— $15 \text{ г}/\text{м}^3$ сточных вод, с содержанием 95% чистой соли.

Очистка сточных вод от пиролиза этановых и пропановых фракций

Сточные воды от установок цеха пиролиза этановых и пропановых фракций газа (для получения этилена, служащего исходным продуктом для производства синтетического спирта), характеризуются показателями, приведенными в табл. 297.

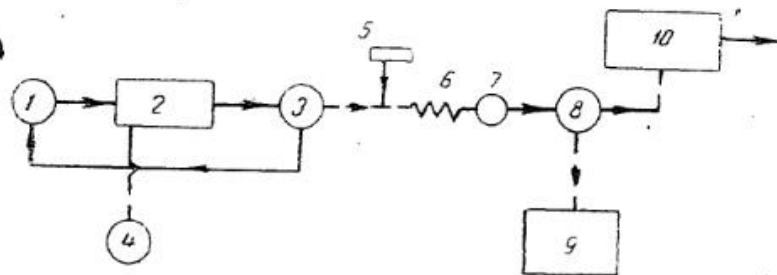
Таблица 297

Показатель загрязнения	Единица измерения	Концентрация
Взвешенные вещества	$\text{мг}/\text{л}$	30
Непредельные углеводороды (в газособразной форме)	$\text{мл}/\text{л}$	15—37
Смоли	$\text{г}/\text{л}$	0,5—2
из них: тонущие	%	60
взвешенные и всплывающие.	%	40
БПК ₅	$\text{мг}/\text{л}$	380
ХПК (химическая потребность в кислороде)	"	487
pH	"	8,2
Температура	$^\circ\text{C}$	45—50
Количество сточных вод	$\text{м}^3/\text{т}$ (сырья)	45

Кроме того, один раз в смену в течение 20—30 мин. от установки спускается 20%-ный раствор щелочи от промывки газа при наличии в нем сероводорода.

Для очистки сточных вод от установок цеха пиролиза газов ВНИИ ВОДГЕО рекомендует [46] схему сооружений, показанную на фиг. 266.

Сточные воды от скрубберов 1 поступают в смолоотстойники 2, которые конструируются и рассчитываются как типовая нефтеловушка с расчетной скоростью не более 5 мм/сек. временем отстаивания 2 часа и глубиной слоя воды — 1—1,5 м.



Фиг. 266

Схема очистных сооружений для сточных вод цеха пиролиза заводов синтетического спирта

1—скруббер; 2—смолоотстойник; 3—градирия; 4—резервуар для смол; 5—реакгентное хозяйство; 6—смеситель; 7—камера реакции; 8—отстойник; 9—обезвоживающая площадка; 10—установка для биологической очистки.

В отстойнике устраиваются вращающиеся сборные трубы для смол, но без скребкового механизма; уклон дна (против течения) принимается не менее 0,02. Смола спускается в резервуар 4. Для доочистки от смол сточные воды после охлаждения в градирии 3 направляются в смеситель 6, куда поступает раствор коагулянта из установки реакгентного хозяйства 5. В качестве коагулянта используются $Al_2(SO_4)_3$ в количестве 160 мг/л с CaO (25 мг/л) или $FeSO_4$ (50 мг/л) с CaO (75 мг/л). После камеры реакции 7, сточные воды направляются в отстойник 8. Осадок из отстойников в количестве 0,7—1,2% от расхода сточных вод при влажности 93—95% направляется в шламонакопители 9.

Из отстойников сточные воды для окисления содержащейся в них органики направляются в аэрационные бассейны 10 и продуваются воздухом через фильтры в течение 15 мин. (при расходе воздуха 0,75 м³/мин на 1 м³ сточных вод). Эффект снижения БПК достигает 90%. Сточная вода после коагулирования, отстаивания и смешения с хозяйственно-фекальными сточными водами может быть так же направлена на установку для биологической очистки.

79. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ УСТАНОВОК ЦЕХА СИНТЕТИЧЕСКИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Состав сточных вод от установок производства синтетических жирных кислот и приемы их очистки недостаточно изучены.

По данным института „Гипронефтезавод“ эти сточные воды содержат большое количество органики и характеризуются следующими показателями:

а) от установок по переработке твердых парафинов БПК₅—15700 мг/л и содержанием серной кислоты в количестве 3 г/л;

б) от установок по переработке мягких парафинов БПК₅—600 мг/л и содержанием органических кислот в количестве 2,7 г/л.

Приведенные показатели подлежат проверке и уточнению.

Комплекс очистных сооружений институт „Гипронефтезавод“ принимает в следующем составе:

- 1) жирословители;
- 2) регулирующие резервуары;
- 3) станции нейтрализации;
- 4) биоокислители с установками для смешивания с хозяйственно-фекальными сточными водами или для подпитывания активного ила солями фосфора, азота и кальция.

Т а б л и ц а 298

Расчетные показатели	Единица измерения	Численное значение показателя	Состав оборудования
Емкость склада—время хранения	сутки	30	2 скрепера 0,5 м³, известегасилки ЮЗ-3М
Слой реагента на складе	м	3	—
Растворные баки—время хранения	часы	2	2 шт. с мешалками, расходомер. Насос НГП-2 для подачи раствора в расходомер
Крепость раствора	%	5	—
Контактный резервуар, время контакта	мин.	20—30	—
Отстойники—время отстаивания	часы	2	Для удаления осадков 2 насоса НФ2½, автоматический скребковый механизм
Скорость отстаивания	мм/сек	3	
Влажность осадка	%	95	
Удельный вес гипса	—	2,2	—
Объем осадка:			
а) стоки от твердых парафинов	м³/м³ сточн. вод	0,048	—
б) стоки от мягких парафинов		0,026	—

Жируловители проектируются по типу горизонтальных отстойников глубиной 1,8—2 м и с отношением ширины к длине $B:L=1:4$. В качестве жируловителей могут быть применены также типовые нефтеловушки с двухчасовым временем отстаивания.

Для проектирования станции нейтрализации „Гипронефтезаводом“ рекомендуются расчетные показатели, приведенные в табл. 298.

Нейтрализация сточных вод от цеха мягких и твердых парафинов осуществляется товарной известью состава: CaO —70%, CaCO_3 —15%, инертные примеси—15%.

Средний молекулярный вес жирных кислот (в стоках мягких парафинов)— C_1 — C_4 принимается равным—134.

Осадок из отстойников направляется в шламонакопитель. Расчет последнего производится по следующим нормам: время накопления ила—5 лет; влажность ила в накопителях—55%.

высота заполнения илонакопителя—3 м.

Последующую биохимическую доочистку сточных вод рекомендуется осуществлять в аэротенках с активным илом. Конструкция и расчет их принимаются идентичными аэротенкам для очистки хозяйственно-фекальных сточных вод.

§ 80. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЭТИЛИРУЮЩИХ УСТАНОВОК

Для повышения антидетонационных свойств бензина к ним добавляется этиловая жидкость, состоящая из тетраэтилсвинца с примесью галлоидоорганических соединений. Этиловая жидкость ядовита, поэтому сточные воды этилирующих установок не допускаются к спуску в заводскую канализацию и подлежат обезвреживанию на месте их образования.

Количество сточных вод, содержащих тетраэтилсвинец, очень невелико. Эти сточные воды возникают вследствие неплотности фланцевых соединений, арматуры, сальников насосов и др. аварийных утечек. Содержание тетраэтилсвинца в сточных водах колеблется в пределах от следов до 3,6 мг/л.

Извлечение тетраэтилсвинца из сточных вод может быть достигнуто химическими и физическими методами.

Химический метод сводится к окислению тетраэтилсвинца хлорной известью или двуокисью марганца, активированного 5% соляной кислоты.

По исследованиям АзНИИ НП хлорная известь, содержащая 29,5% активного хлора, при контакте в течение 60 минут обезвреживает 80—90% тетраэтилсвинца. Тот же эффект наблюдается после 20-минутного контакта с двуокисью марганца (пиролюзит) с примесью 5% H_2SO_4 .

Физический метод осуществляется путем экстракции с применением в качестве экстрагента чистого бензина. Указанный метод очистки получил преимущественное применение.

Схема типовой установки по обезвреживанию сточных вод, содержащих тетраэтилсвинец, предложенная институтом Гипронефтезавод, показана на фиг. 267.

Типовая установка рассчитана на обезвреживание 10 м³ сточных вод за 16 часов работы.

Удаление тетраэтилсвинца происходит путем трехкратной его экстракции авто- и авиабензином.

Результаты экстракции при начальной концентрации ТЭСа, равной 100 мг/л, приведены в табл. 299.

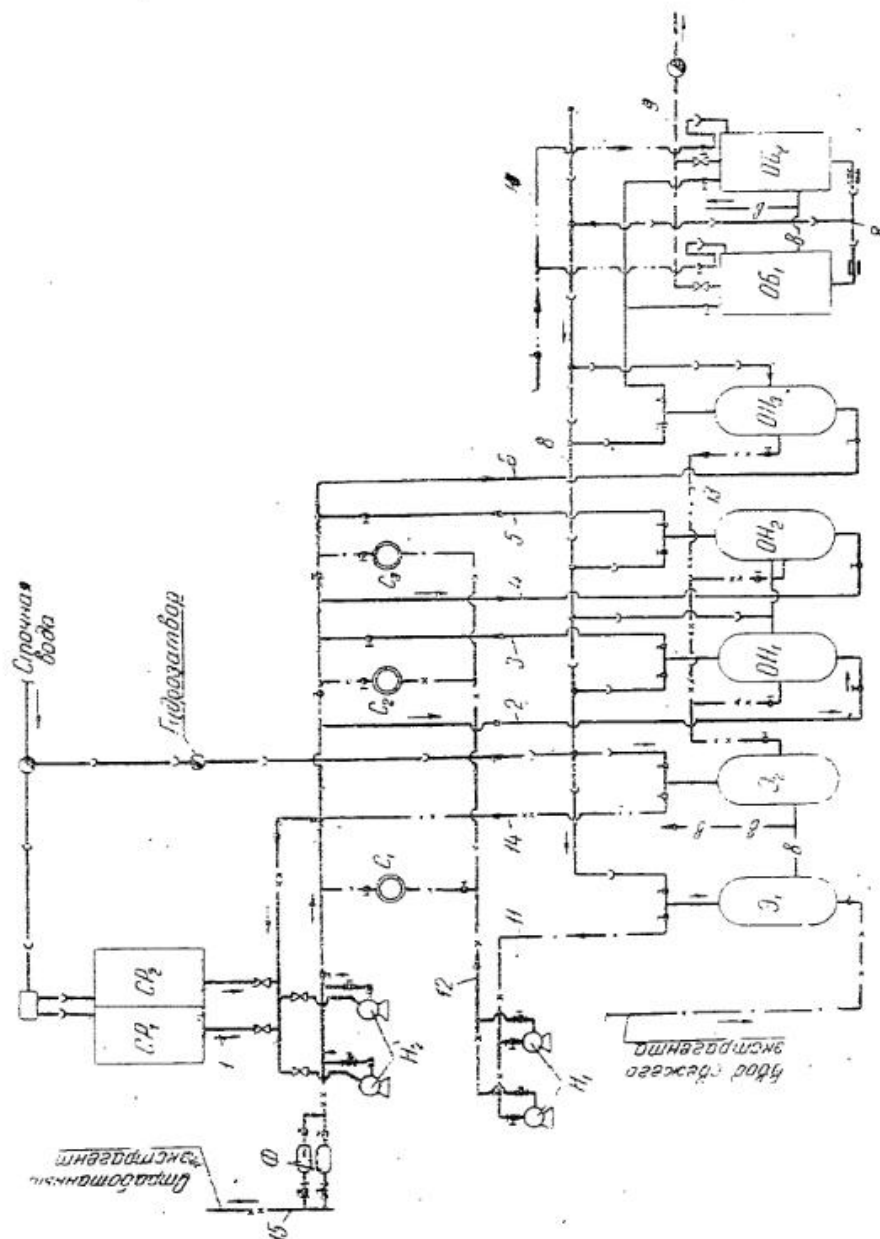
Т а б л и ц а 299

Экстрагент	Отношение экстрагента к сточной воде	Содержание ТЭСа в сточных водах, мг/л		
		1 экстракция	2 экстракция	3 экстракция
Автобензин	1:25	0,5	0,0025	0,00012
	1:50	1	0,01	0,0001
Авиабензин	1:25	0,33	0,011	0,000004
	1:50	0,7	0,05	0,00003

Очистка сточных вод осуществляется следующим образом.

Сточная вода из сборных резервуаров CP_1 и CP_2 забирается по всасывающему трубопроводу 1 насосами Н-2 и по трубе 2 направляется в напорный отстойник OH_1 . Свежий экстрагент (авиационный бензин) по трубе 11 засасывается насосами Н-1 из резервуара $\mathcal{E}_1$ и по трубе 12 направляется через расходомер C_1 в линию 2, где происходит его смешение с очищаемой сточной водой. Из отстойника OH_1 сточная вода по трубам 3 и 4 направляется на вторую экстракцию в отстойник OH_2 ; в трубе 4 происходит смешение сточных вод с новой порцией свежего экстрагента, который подается насосами Н-1 через расходомер C_2 . Отработанный экстрагент из отстойника OH_1 по трубе 8 направляется в сборный резервуар $\mathcal{E}_2$. После второй экстракции вода по трубам 5 и 6 с порцией свежего экстрагента, поступающего через расходомер C_3 в трубу 6, направляется на третью экстракцию, а использованный экстрагент отводится в резервуар $\mathcal{E}_2$.

После трехкратной экстракции сточная вода подвергается статическому отстою от остатков экстрагента попеременно в отстойниках OB_1 и OB_2 (куда она направляется по трубе 7). После отстоя очищенная вода спускается в канализацию, а отделившийся экстрагент по трубе 8 направляется в резервуар $\mathcal{E}_2$. Отработанный экстрагент откачивается насосом Н-2 из



Фиг. 267

Схема установок по обезвреживанию сточных вод, содержащих тетраэтилен (Гидроаэроб)

СР₁ и СР₂—сборные резервуары для очищенной воды; ОН₁, ОН₂ и ОН₃—напорные отстойники для 1, 2 и 3 экстракций; ОБ₁ и ОБ₂—отстойники для статического отстоя; Э₁ и Э₂—емкости для свежего экстрагента; Э₃—емкость для отработанного экстрагента; Ф—фильтры для отработанного экстрагента; Н₁—поршневые дозирующие насосы; Н₂—вращающиеся дозирующие насосы; Н₃—вращающиеся дозирующие насосы; Н₄—вращающиеся дозирующие насосы; 1—трубопровод для подачи экстрагента; 2—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 3—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 4—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 5—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 6—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 7—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 8—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 9—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 10—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 11—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 12—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 13—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 14—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента; 15—трубопровод для подачи смеси воды и экстрагента.

резервуара Э₂ по всасывающей трубе 14 и напорной 15 через фильтры в сырьевые резервуары завода.

Сбор экстрагента из отстойников ОБ₁ и ОБ₂ осуществляется путем добавки воды по трубе 10 через воронки; выпуск обезвреженной воды осуществляется по трубе 9. Свежий экстрагент из емкости Э₁ подается по трубе 11 к насосам Н₁ и перекачивается ими в трубопровод 12. Отработанный экстрагент из отстойников ОН₁, ОН₂ и ОН₃ по трубе 13 направляется в сборник Э₂.

На каждую экстракцию затрачивается 4% авиабензина (отношение бензина к воде 1 : 25).

Постоянное соотношение между сточной жидкостью и экстрагентом достигается путем применения вихревых самовсасывающих и дозирующих насосов РПН-1-30 и СВН-80.

Напорные отстойники (3 шт.) рассчитываются на 8-часовой отстой, безнапорные — на 10–20 часов статического отстоя.

Размеры установок в м и характеристика насосов приведены в табл. 300.

Таблица 300

Наименование установок	Размеры или характеристика
1. Горизонтальные стальные емкости для экстрагента: свежего Э ₁ и отработанного—Э ₂ :	
диаметр	1
длина	2,5
2. Напорные стальные отстойники ОН ₁ , ОН ₂ , ОН ₃ :	
диаметр	1
длина	2,5
3. Безнапорные стальные отстойники ОБ ₁ и ОБ ₂ :	
размеры в плане	1,5×2,6
высота	1,7
4. Вихревой самовсасывающий насос СВН-80	$q=2,5-4 \text{ м}^3/\text{час}$, $H=79 \text{ м}$, $n=1475 \text{ об/мин}$, $N=15 \text{ кВт}$ (1 рабочий, 1 запасной)
5. Поршневой дозирующий насос РПН-1-30	$q=0-1500 \text{ л/сек}$, H —до 150 м, $n=1450 \text{ об/мин}$, $N=2,3 \text{ кВт}$ (1 рабочий, 1 запасной)

§ 81. ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ КИСЛОГО ГУДРОНА

Кислые гудроны образуются в процессе сернокислотной очистки нефтепродуктов в количестве 1—1,5% к количеству очищаемых бензина и керосина, 8—12% — к количеству легких смазочных масел и 15—30% — к количеству вязких масел.

Кислые гудроны разнообразны по своему составу, характеризуются высокой вязкостью и содержат значительное количество серной кислоты. Это количество достигает 45—75% от веса гудрона при очистке бензина и керосина, 30—45% при очистке легких масел и 15—32% — при очистке вязких масел.

Кислые гудроны не рекомендуется спускать в заводскую канализационную сеть, так как они могут вызвать закупорку трубопроводов и каналов, образовать стабильные эмульсии, ухудшить качество отводимых сточных вод и усложнить работу нефтеловушек.

Нельзя также непосредственно выпускать кислые гудроны в водоемы.

Задачи обезвреживания и утилизации кислого гудрона встречают значительные технические трудности и до сих пор не получили своего удовлетворительного разрешения.

Из рекомендуемых приемов утилизации и обезвреживания кислого гудрона могут быть отмечены следующие способы.

1. Гидролиз кислого гудрона

Гидролиз кислого гудрона осуществляется путем его нагрева острым паром в присутствии воды. В процессе гидролиза происходит разложение сульфоновых и других кислотных компонентов и образование слоев слабой серной кислоты и кислотно-масляных продуктов. После расслаивания смолистый кислотно-масляный слой сжигается в топке в смеси с мазутом, а раствор серной кислоты направляется: 1) на выпарку и получение торговой серной кислоты, 2) на растворение концентрированной серной кислоты, употребляемой при кислотной очистке нефтепродуктов, и 3) на нейтрализацию щелочных сточных вод или на установку по разрушению ловушечных эмульсий.

2. Обезвреживание кислого гудрона термическим способом

Обезвреживание кислого гудрона с регенерацией и использованием серной кислоты может быть достигнуто путем разложения его при нагреве до температуры 150° С и выше. При этом нагреве кислый гудрон разлагается с образованием — небольшого количества неконденсирующихся газов, нефтепродукта и кокса.

Газы с установки термического разложения кислого гудрона, содержащие преимущественно сернистый ангидрид (SO_2), могут быть направлены на установку по обезвреживанию сернисто-щелочных сточных вод (см. § 75) или на установку для контактного окисления сернистого ангидрида до SO_3 . Газы могут направляться также на установку по раскислению сернистого ангидрида до элементарной серы путем каталитической реакции с сероводородным газом, который выдувается на установках по очистке сернисто-кислых сточных вод.

Нагрев кислого гудрона производится путем его смешения с горячим коксом или нагревом в смеси с коксом, газом или мазутом.

При нагреве горячим коксом кислый гудрон подается над слоем сжигаемого кокса при противотоке воздуха. В этом случае достигается регенерация 90% по содержанию серы в гудроне. Выделяющийся газ содержит 7—8% SO_2 и пригоден для нейтрализации сернистых щелоков и получения элементарной серы.

При нагреве смеси кислого гудрона и кокса в печи или реторте газом или мазутом получается регенерация 86% по содержанию серы в гудроне, а количество SO_2 в газе достигает 60—75%. При этой концентрации сернистый ангидрид может быть направлен на установки для получения серной кислоты.

При смешении гудрона с раскаленным в отдельной печи коксом регенерация по сере достигает 25%, причем в выделяющемся газе содержится 60—75% SO_2 . Газ направляется на установки для получения серной кислоты.

Объем резервуара, м ³	Диаметр	Полезная глубина	Расстояние от уровня жидкости до перекрытия
10	2,9	1,5	0,5
25	4,0	2,0	0,5
50	5,0	2,5	0,5
100	6,0	3,0	0,5

ГЛАВА XVII

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА
НА ОЧИСТНЫХ УСТАНОВКАХ§ 82. НЕФТЕСБОРНЫЕ РАЗДЕЛОЧНЫЕ
РЕЗЕРВУАРЫ

1. Нефлесборные резервуары

Необходимый объем нефлесборного резервуара у нефтеловушки определяется по графику или таблице притока и откачки ловушечной нефти по часам суток. Форма такой таблицы показана ниже (табл. 301)

Таблица 301

Часы суток	Приток, м ³		Откачка, м ³		Регулирующая емкость резервуара, м ³	Производительность насоса, м ³ /час
	по часам	суммарный	по часам	суммарный		
0—1	—	—	—	—	—	—
1—2	—	—	—	—	—	—

При определении количества поступающей в нефлесборный резервуар ловушечной нефти, следует учитывать увеличение этого объема до 40%, вызванное неизбежным захватом вместе с нефтью части воды при переливе ее в приемный желоб.

В практике проектирования объемы нефлесборных резервуаров принимаются в 10, 25, 50 и 100 м³, габаритные размеры которых принимаются по табл. 302. Первые два типа, как правило, применяются в нефтепромысловых условиях, вторые — на нефтеперерабатывающих заводах.

Резервуары проектируются из бутовой кладки, бетона или железобетона, заглубленными в землю для самотечного спуска нефти из нефлесборного желоба ловушки, и перекрываются съемными железобетонными плитами.

Резервуары оборудуются: а) подающими трубами, б) заборными трубами и в) устройством для подогрева нефтепродукта.

Подогрев ловушечной нефти в нефтезаводских условиях производится паром. Температура нагрева 60—70°C. В нефтепромысловых условиях в случае отсутствия вблизи пара применяются также и электронагреватели. При этом в качестве промежуточного теплоносителя используют воду, которая нагревается до 80°C в электробойлерах. Непосредственный обогрев нефти электронагревателями не допускается.

Примерное устройство нефлесборного резервуара показано на фиг. 268.

Расход тепла на подогрев нефтепродуктов определяется следующим расчетом.

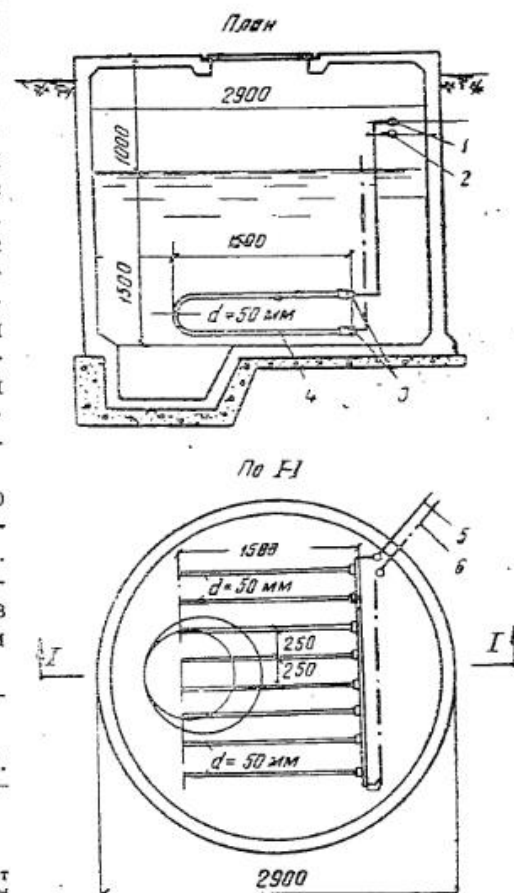
Расход тепла на подогрев нефти

$$Q_t = g \cdot c (t_1^n - t_2^n) \text{ ккал/час.}$$

Фиг. 268

Устройство нефлесборного резервуара

1 и 5 — подающие трубы $d=38$ мм от подогревателя; 2 и 6 — обратные трубы $d=38$ мм к подогревателю; 3 — коллектор $d=75$ мм; 4 — сеть змеевика



Потери тепла в нефтесборном резервуаре с поверхности нефти

$$Q_2 = f_1 \cdot \kappa_1 (t^n - t_{\text{воз}}) \text{ ккал/час.}$$

Потери тепла через боковые стенки резервуара

$$Q_3 = f_2 \cdot \kappa_2 (t_1^n - t_{\text{зем}}) \text{ ккал/час.}$$

В этих формулах:

- c —теплоемкость ловушечной нефти с водой;
- κ_1 —коэффициент теплопередачи от зеркала продукта под перекрытием в воздух—1,5 ккал/м² 1°С;
- κ_2 —то же от боковых стен в грунт—5 ккал/м² 1°С;
- g —количество подогреваемой нефти, кг/час;
- f_1 —площадь резервуара в плане;
- f_2 —площадь боковых стен и дна;
- t_2^n —температура поступающей нефти;
- t_1^n —температура нагрева нефти;

$t_{\text{воз}}$ и $t_{\text{зем}}$ —температура наружного воздуха и почвы.

Общее количество необходимого тепла определится

$$Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3) 1,25 \text{ ккал/час,}$$

где 1,25—коэффициент, учитывающий потери в трубопроводе и неучтенные потери.

2. Разделочные резервуары

В разделочных резервуарах путем отстаивания и нагревания происходит разделение уловленной нефти на чистый нефтепродукт, эмульсированную нефть и воду с осадками.

Количество устанавливаемых разделочных резервуаров не менее двух. Размеры типовых сварных вертикальных разделочных резервуаров показаны в табл. 303.

Емкость каждого резервуара рассчитывается на прием трехсуточного объема улавливаемых ловушечных нефтепродуктов.

Продолжительность разделки нефти не должна превышать трех суток. Она складывается из следующих операций:

- 1) нагревания нефтепродукта до 70°С и отстаивания при этой температуре;
- 2) остывания нефтепродукта до 50—60°С;
- 3) спуска воды;
- 4) откачки нефтяной эмульсии и нефти.

Общая продолжительность цикла работы разделочного резервуара не должна превышать шести суток, в том числе трех суток на наполнение емкости.

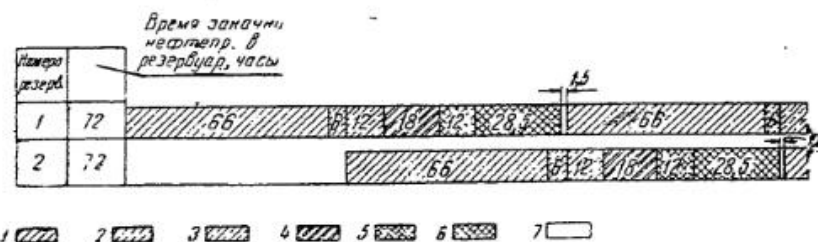
На фиг. 269 показан примерный график работы двух разделочных резервуаров. Разделочные резервуары (фиг. 270)

оборудуются предохранительными и дыхательными клапанами, сифонным краном, прибором для замера уровней, огнем предохранителем, хлопушкой и проч.

Таблица 303

Номинальная емкость, м ³	Размеры, мм			Вес, кг		
	высота внутреннего диаметра	высота цилиндрической части	высота поддона кровли	резервуара	лестницы	общий
100	4740	5910	118	4364	616	4980
200	6630	5910	166	7680	616	7636
300	7590	7370	190	5602	1034	10636
400	8540	7370	213	11144	1034	12178
700	10440	8840	261	16556	1201	17797
1000	12370	8840	310	22128	1201	23329
2000	15250	11740	380	39431	1466	40897
3000	16060	11740	478	58959	1467	60426
5000	22880	11740	572	86790	1465	88255

Автоматический регулятор (узел А) состоит из двух уравновешенных клапанов, подвешенных на одном стержне, закрепленном металлическими прокладками к резиновой диафрагме регулятора. Регулятор устанавливается на спускной линии из резервуара.

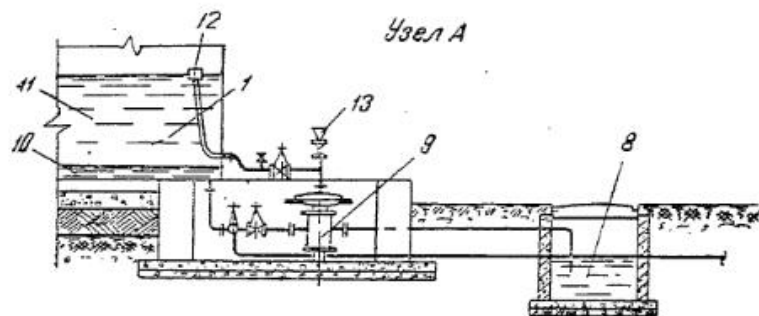
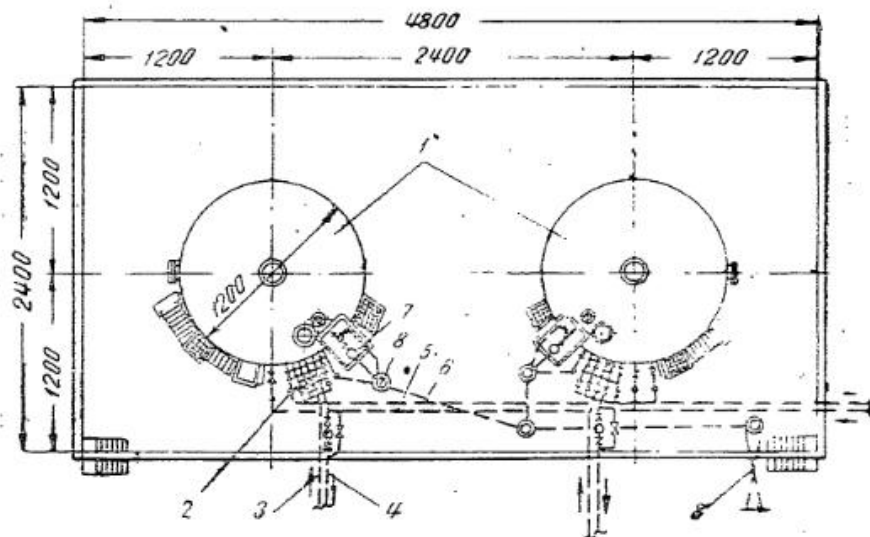
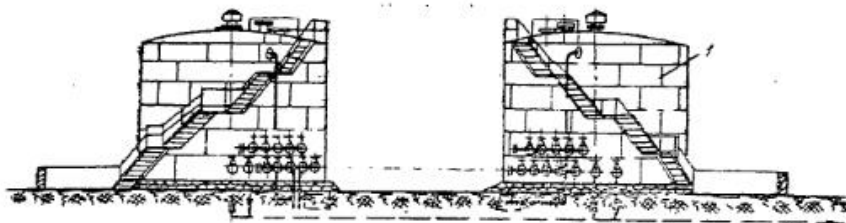


Фиг. 269

График работы разделочных резервуаров (в часах)

1—заполнение обводненными нефтепродуктами; 2—заполнение с одновременным повышением температуры; 3—отстаивание при повышении температуры до 70°С; 4—отстаивание при температуре 70°С; 5—отстаивание при охлаждении от 70°С; 6—спуск воды и откачка нефтепродуктов; 7—осмотр и профилактика.

При наличии в резервуаре воды на нижнюю плоскость диафрагмы давит столб воды и нефтепродуктов, а на верхнюю плоскость диафрагмы—только вес столба нефтепродукта. В этих



Фиг. 270

Разделочные резервуары и их оборудование

1—разделочный резервуар; 2—присоединения трубопроводов; 3—паропровод; 4—трубопровод для конденсата; 5—трубопровод для подачи ловущей нефти; 6—трубопровод для отвода эмульсированной и обогащенной нефти; 7—узел А (показан отдельно); 8—гидрозатвор; 9—автоматический регулятор системы «Гипроизнефть»; 10—слой воды; 11—слой отстаивающегося нефтепродукта; 12—поплавок; 13—воронка для заправки регулятора.

условиях спаренный клапан поднимается и открывает отверстие для спуска воды с осадками. По удалении воды верхнее и нижнее давления на клапан уравниваются и выход воды прекращается.

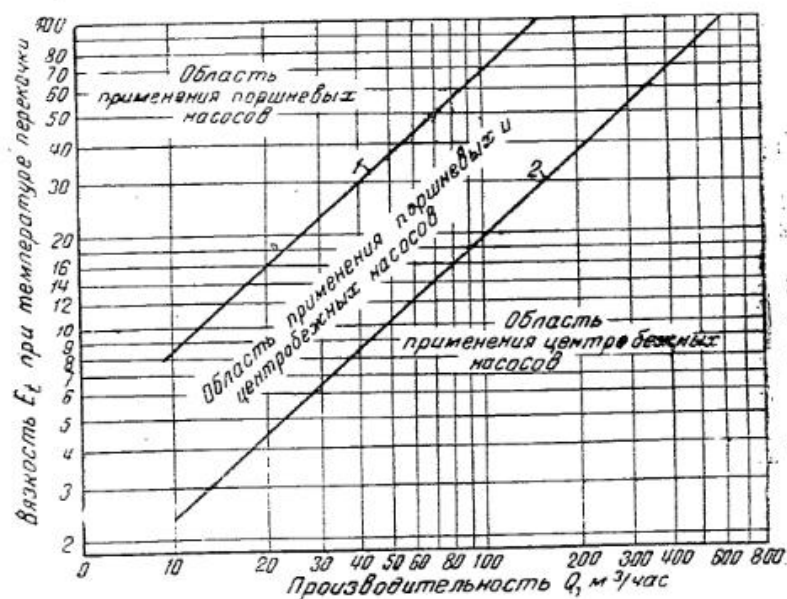
§ 83. НЕФТЯНЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ В УЗЛАХ НЕФТЕУЛАВЛИВАНИЯ

Нефтяные насосные станции предназначены для периодической откачки уловленных нефтепродуктов из нефтесборных резервуаров в разделочные и из разделочных резервуаров в резервуарные парки или на демульсационные установки. Те же насосные используются для откачки нефти и воды из аварийных емкостей.

Для перекачки нефти, собранной в узлах нефтеулавливания, могут быть использованы:

- 1) центробежные насосы;
- 2) приводные поршневые насосы;
- 3) паровые поршневые насосы.

Области применения центробежных и поршневых насосов в зависимости от расхода и вязкости нефтепродуктов приведены на фиг. 271.

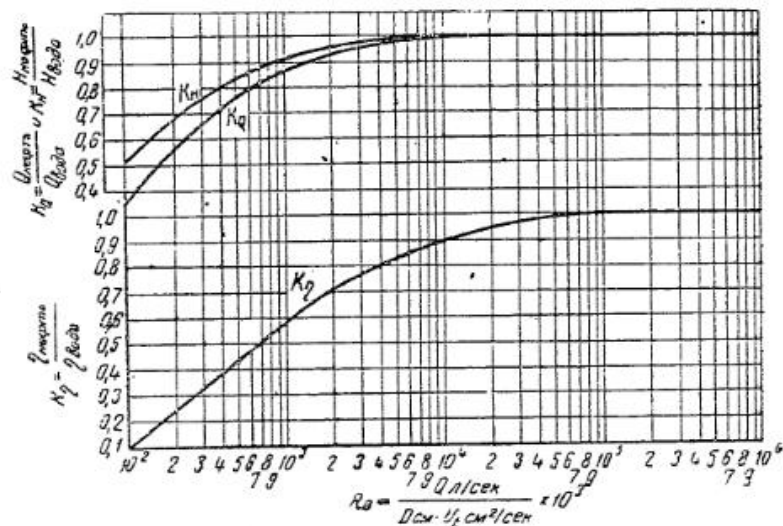


Фиг. 271

График областей применения центробежных и поршневых насосов

Целесообразность применения поршневых или центробежных насосов определяется положением точки пересечения заданных значений расхода и вязкости.

При перекачке вязких жидкостей характеристики центробежных насосов существенно изменяются, что вызывает необходимость введения в эти характеристики поправочных коэффициентов.



Фиг. 272

График пересчета характеристик водяных насосов для вязких жидкостей

Гипронефтемашем для значений расходов (Q), напоров (H) и к. п. д. (η) предложены графики поправочных коэффициентов. Один из таких графиков показан на фиг. 272. На графике приведены величины:

$$K_Q = \frac{Q_{\text{нефть}}}{Q_{\text{вода}}}, \quad K_H = \frac{H_{\text{нефть}}}{H_{\text{вода}}}, \quad K_\eta = \frac{\eta_{\text{нефть}}}{\eta_{\text{вода}}}.$$

Они построены как функция числа Рейнольдса, выраженного через эквивалентный диаметр колеса насоса:

$$Re = \frac{Q_{\text{норм}}}{D_{\text{экв}} \nu} \cdot 10^3,$$

где $Q_{\text{норм}}$ — производительность насоса на воду при максимальном к. п. д., л/сек;

ν — кинематическая вязкость продукта, см²/сек;

$D_{\text{экв}}$ — эквивалентный диаметр колеса насоса в см, который определяется по формуле:

$$D_{\text{экв}} = \sqrt[4]{4 D_2 \cdot b_2 \cdot K} \text{ см},$$

где D_2 — внешний диаметр колеса насоса, см;

b_2 — ширина лопатки рабочего колеса, см;

K — коэффициент сужения сечения рабочего колеса лопатками на выходе

$$K = \frac{t_2 - \delta_2}{t_2},$$

где t_2 — шаг лопатки на внешнем диаметре рабочего колеса, см;

δ_2 — толщина лопатки на внешней окружности рабочего колеса, см.

Приближенно во всех случаях можно принимать $K=0,90$.

Пересчет характеристик насосов, составленных для воды, на характеристики для вязких жидкостей по предложенным Гипронефтемашем графикам предполагает следующее:

1) точки, соответствующие данному к. п. д. при постоянном числе оборотов для жидкостей различных вязкостей, изменяются по закону $n_s = \text{const}$;

2) коэффициенты K_Q , K_H и K_η практически могут быть приняты постоянными при значениях Q от 0,8 до 1,2 $Q_{\text{норм}}$;

3) напор H_0 при $Q=0$ остается неизменным для жидкостей любой вязкости.

Определив по графикам на фиг. 272 значения K_Q , K_H и K_η , можно подсчитать точки характеристик работы насосов на вязких жидкостях:

$$Q_{\text{нефть}} = K_Q \cdot Q_{\text{вода}}; \quad H_{\text{нефть}} = K_H \cdot H_{\text{вода}};$$

$$\eta_{\text{нефть}} = K_\eta \cdot \eta_{\text{вода}}.$$

При подборе центробежных насосов для перекачки нефтепродуктов следует:

1) отдавать предпочтение центробежным насосам без направляющих аппаратов для уменьшения потерь;

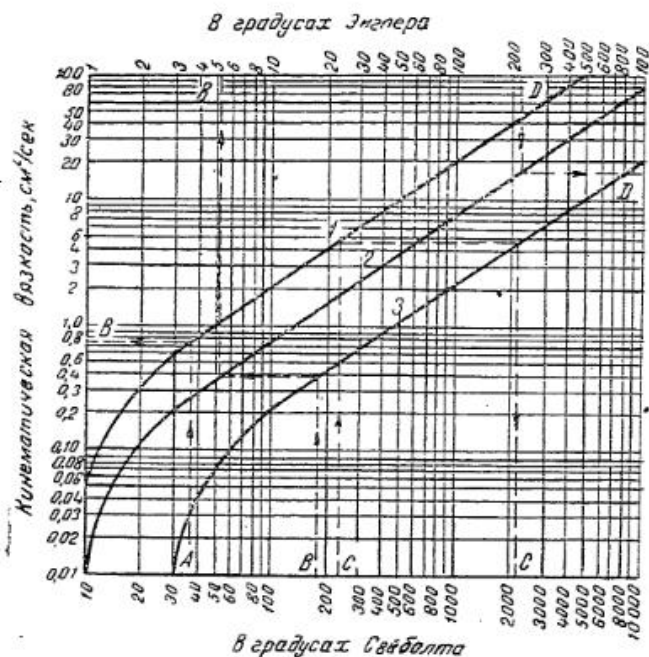
2) применять центробежные насосы с высоким коэффициентом быстроходности;

3) применять центробежные насосы с крутопадающей характеристикой $Q-H$, так как в этом случае обеспечивается более устойчивая работа насоса при изменении вязкости нефти.

Определение кинематической вязкости нефти в °Е производится по формуле

$$\nu = 0,0731^\circ\text{Е} + \frac{0,0631}{^\circ\text{Е}}, \text{ см}^2/\text{сек}.$$

Пересчет градусов Энглера, а также градусов Сейболта в кинематическую вязкость, выраженную в $\text{см}^2/\text{сек}$, можно производить при помощи графика, приведенного на фиг. 273.



Фиг. 273

График для пересчета градусов Энглера в значения кинематической вязкости и в градусы Сейболта

1—кривая перерасчета вязкости в градусах Энглера в градусы Сейболт-фурула; 2—то же в кинематическую вязкость; 3—то же в градусы Сейболт-универсальный.

Для перевода вязкости в градусах Энглера в кинематическую вязкость в $\text{см}^2/\text{сек}$ следует пользоваться кривой 2, в градусы Сейболт-фурула—кривой 1, Сейболт-универсальный—кривой 3.

Изменение кинематической вязкости нефтей, а также других продуктов различного удельного веса, в зависимости от изменения температуры, показано на графиках фиг. 274.

Показатели вязкости различных ловушечных нефтепродуктов остаются (по данным практики) неустановленными.

Эмульсированные или частично эмульсированные ловушечные нефтепродукты характеризуются значительно повышенной вязкостью. Исследования, произведенные ЦНИЛами нефтепромысловых управлений МНП Азербайджанской ССР по вязкости эмульсированных ловушечных нефтепродуктов и их удельному весу, приведены в табл. 304.



Фиг. 274

Изменение кинематической вязкости в зависимости от температуры для воды, нефтей и нефтепродуктов

По данным АзНИИ НП ловушечные нефтяные эмульсии характеризуются показателями вязкости, приведенными в табл. 305.

Наиболее приемлемыми для перекачки ловушечной нефти являются поршневые насосы, так как повышение вязкости ловушечной нефти до $50 \text{ см}^2/\text{сек}$ оказывает несущественное влияние на к. п. д. насоса. Однако поршневые насосы более громоздки и неудобны в эксплуатации.

В табл. 306 приведены технические данные для приводных поршневых насосов при перекачке нефти при температурах от 60 до 100°C , а в табл. 307—аналогичные данные для паровых поршневых насосов.

Таблица 304

Место отбора проб	Вязкость в сантипуазах и удельный вес ловушечной нефти при температурах											
	1°		3°		5°		10°		15°		16,3°	
	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ
„Кировнефть“, 3 промысел	2680	—	—	—	1750	—	—	—	622	—	—	—
То же, 2 про- мысел	2710	—	—	—	1480	—	957	—	—	—	582	—
„Бузовнянефть“	504	0,926	423	0,925	—	—	205	0,921	—	—	—	—
Локбатан	1178	0,939	1030	0,938	—	—	—	—	—	—	—	—
Ясамальская до- лина	4900	0,976	4500	0,974	—	—	2760	0,971*	—	—	—	—
„Орджоникидзе- нефть“, 3 про- мысел	850	—	—	—	415	—	165	—	—	—	—	—
По МНП Азерб- байджана (среднее)	2710	—	—	—	1380	—	984	—	—	—	—	—
По Бакинским НПЗ (среднее)	1225— —840	—	—	—	663— —655	—	550— —427	—	—	—	—	—

* При температуре 7° С.

Таблица 305

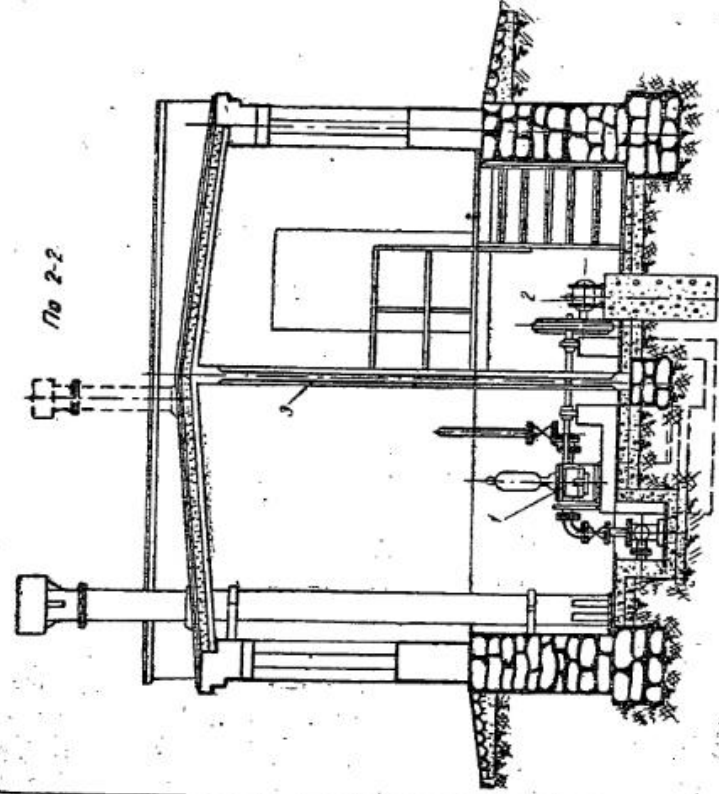
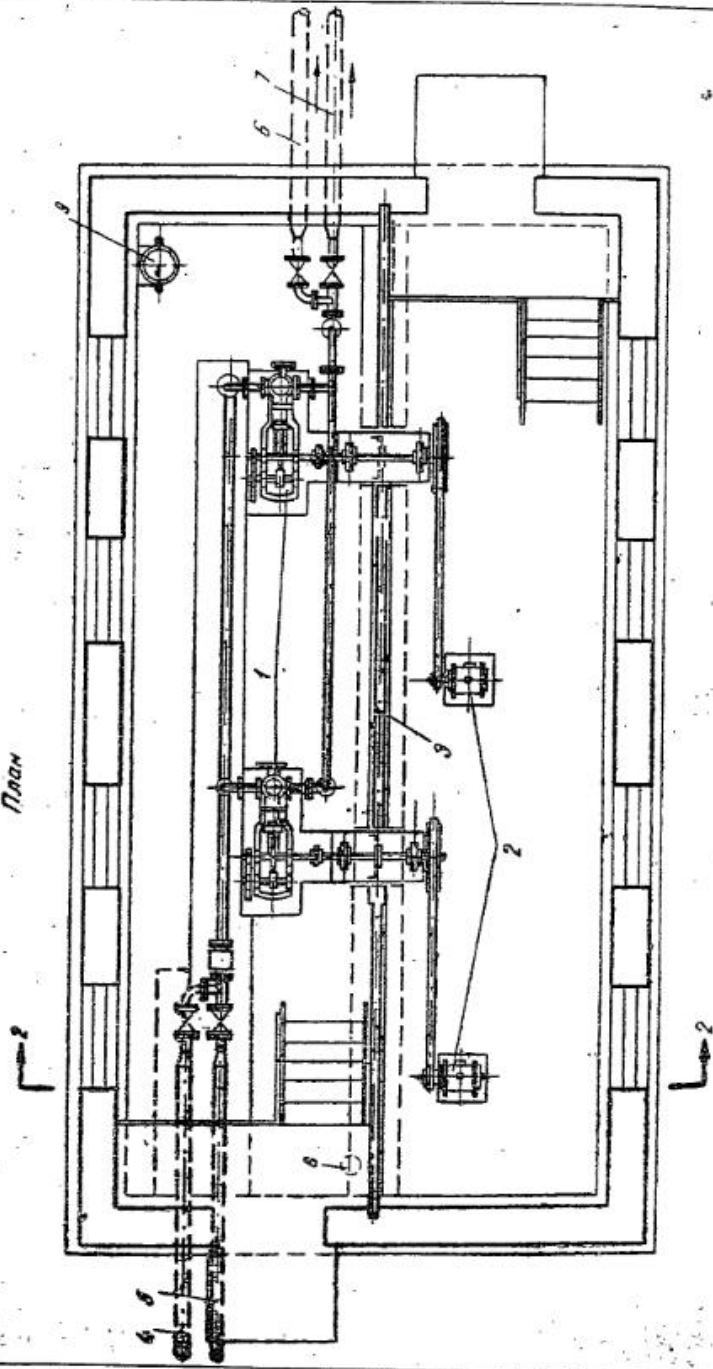
Место отбора проб	Эмульсия из головной камеры		Эмульсия из концевой камеры		Нефть	
	ВУ°Е ₅₀		ВУ°Е ₅₀		ВУ°Е ₅₀	
	ВУ°Е ₅₀	сантипуазы 50°	ВУ°Е ₅₀	сантипуазы 50°	ВУ°Е ₅₀	сантипуазы 50°
Нефтеловушка № 4 БНЗ им. Сталина	3,67	25,3	10,72	77,6	1,49	6,8
Центральная нефтеловушка БНЗ им. Андреева	11,04	82,8	12,47	90,1	1,98	11,5
Нефтеловушка БНЗ им. В. Стурца	25,83	188,3	41,06	300,0	6,81	48,8

Таблица 306

Приводные поршневые насосы

Марка насоса	Характер перекачиваемой жидкости	Максимальная производительность, м³/час	Давление, кг/м²	Завод-изготовитель
РПН2-500	Нефтепродукты некоррозионные при температуре до 80° С	0,007	500	Нальчикский машиностроительный завод Главнефтемаша
РПН2-100	"	0,07	100	"
РПН2-50	"	0,14	50	"
РПН2-65	"	0,75	65	"
РПН2-30	"	0,75	30	"
РПН2-65	"	1,5	30	"
РПН1-30	"	1,5	15	"
РПН2-30	"	1,5	30	"
РПН2-30	"	3	15	"
РПН2-10	"	5	10	"
РПНК2-30	Особо коррозионные продукты при температуре до 60° С	1,5	30	"
РПНК2-30	"	3	15	"
РПНК2-10	Кислоты и коррозионные нефтепродукты, при температуре до 60° С	5	10	Завод экспериментальных машин. Москва.
НП3-30	Сахарные сиропы и др. жидкости	3	3	Барский машиностроительный завод.
Т-18/140	Вода до 105° С.	4—18	140	Лебедянский машиностроительный завод.
НП-10/16	Известковое молоко и др. жидкости.	4,9—16,3	8,3—5,0	Барский машиностроительный завод.
ОП-13	"	13	10	Лаптевский завод.
К-12	Холодная вода в стационарных условиях.	16	3	Ирбитский авторемонтный завод.
СНТ-30	Вода, загрязненная нефть и густая жидкость	30	22	Лаптевский завод.
НП-2	Вода, нефть, нейтральная жидкость до 100° С	49	7	Нальчикский машиностроительный завод.
НТ-45	Нефть.	162	60	Завод „Борец“. Москва

План



По 2-2

Фиг. 275

Заглубленная нефтяная насосная станция
в узле нефтеудавливания с приводными скаль-
чатыми поршневыми насосами

1—приводной скальчатый насос; 2—электроподогреватель
объемного типа; 3—перегородка с сапунными уплот-
нителями; 4—всплывающая труба из нефтесборного
резервуара; 5—всплывающая труба из раздаточного резер-
вуара; 6—нагнетательная труба в раздаточный резервуар;
7—нагнетательная труба в резервуарный пар; 8—вытяж-
ная труба из верхних слоев; 9—вытяжная труба
из нижних слоев.

Таблица 307

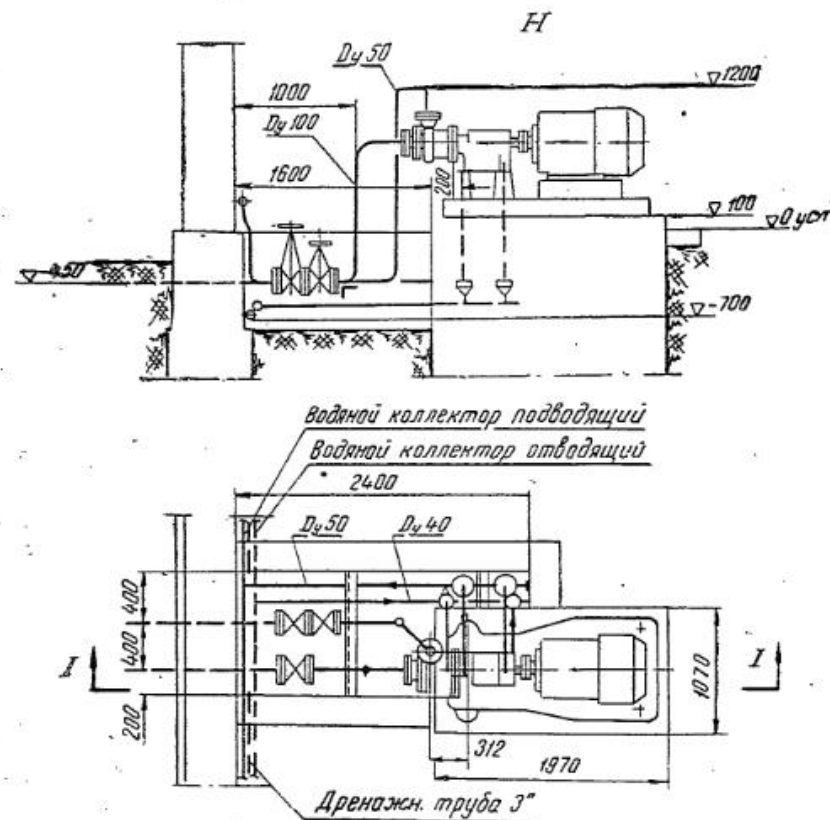
Паровые поршневые насосы

Марка насоса	Характер перекачиваемой жидкости	Производительность, м³/час	Давление, кг/см²	Завод-изготовитель
БНП	Вода, нефтепродукты, нейтральная жидкость при температуре до 6 °С	0,25—0,75	12	Нальчикский машиностроительный завод
ПНП-12а	Вода, нефтепродукты до 100°С	0,9—2	20	Свевский насосный завод
ПНП-12а	"	0,9—2	22,5	"
ПНП-4	"	2,1—6	4	"
ПНП-5 I	"	2,3—5,8	22,5	"
ПНП-5 II	"	2,3—5,8	20	"
ПНП-3	Вода и нефтепродукты при температуре до 100°С	5,5—14	20	"
46ГМ	"	5,5—14	20	"
ПНП-1	"	10,0—26	20	"
ПНП-11	"	10,0—25	4	"
ПНП-9	"	11,5—29	4	"
ПНП-7	"	26,0—58	8	"
ПНП-8	"	55,0—138	4	"
ПНП-250	"	250	10	"
ПНП-2М	Вода, бензин, нефтепродукты	53	8	"
НПС-1	Нефтепродукты, вода при температуре до 60°С	1	120	Завод „Борец“
ГУН-1	Гудрон при температуре от 50 до 100°С, нефтепродукты до 100°С	14—28	46	Завод „Борец“
К-500	Сырые нефти, светлые и темные нефтепродукты, масла до 100°С	500	до 14	"
Б-2	Нефтепродукты, вода при температуре до 100°С	7—14	12	Нальчикский завод
НПН-6	Нефть, нефтепродукты, воды до 60°С	13—25	20	Завод им XI год. Октября. Туапсе
В-3	Вода и нефть при температуре до 100°С	15—30	12	Чуфоровский завод
В-4	"	36—60	10	"
НПН-7У	Некоррозионные нефтепродукты и нейтральные жидкости при температуре до 60°С	35—65	20	Завод им. Петровского. Пос. Новогрудский Сталинской обл.
4ПН, НПН-7)				

В качестве двигателей при нефтяных насосах наиболее приемлемыми являются электромоторы взрывобезопасного типа.

При использовании электромоторов обычного типа необходимо их устанавливать в отдельном помещении, изолированном от помещения для насосов. Вал, соединяющий насос с электромотором в месте его прохода через разделяющую стенку, снабжается сальниковым уплотнением.

На фиг. 275, 276 и 277 показаны типовые монтажи насосов станций в узлах нефтеуправливания.

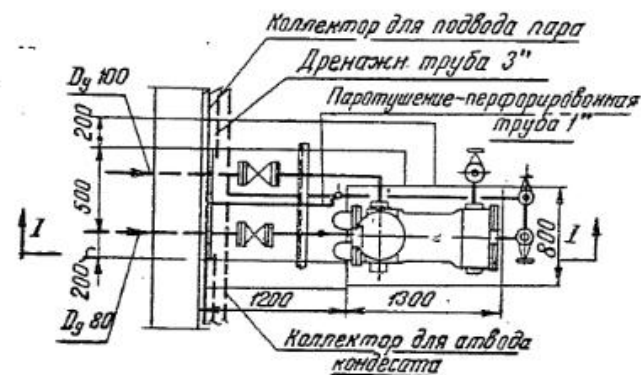
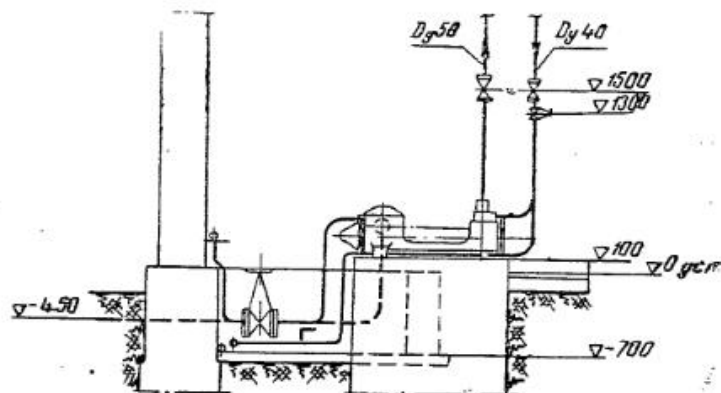


Фиг. 276

Типовой монтаж части нефтяной насосной станции с центробежными электронасосами в узле нефтеуправливания

Производительность насосов определяется по графику работы разделочных резервуаров, пример которого показан на фиг. 269.

По I-I



Фиг. 277

Типовой монтаж части нефтяной насосной станции с поршневыми скальчатыми насосами в узле нефтеуправливания

§ 84. РАСЧЕТ НЕФТЕПРОВОДОВ НЕФТЕЛОВУЩЕЧНЫХ НАСОСНЫХ

Расчет нефтепроводов в узлах нефтеуправливания производится по формуле

$$h_w = \lambda \frac{L}{D_n} \cdot \frac{v^2}{2g} \text{ м,}$$

где h_w —потери напора, м нефт. ст.;

L —длина нефтепровода, м;

D_n —внутренний диаметр нефтепровода, м;

λ —коэффициент гидравлических потерь.

Коэффициент λ принимается:

а) для ламинарного режима при $Re \leq 2320$

$$\lambda = \frac{64}{Re},$$

где Re —число Рейнольдса $= \frac{v \cdot D_n}{\nu}$;

ν —кинематическая вязкость, $см^2/сек.$;

б) для турбулентного режима в „гладких“ трубах—по формуле Всесоюзного теплотехнического института им. Дзержинского

$$\lambda = \frac{1,01}{(\lg Re)^{0,25}},$$

по формуле Блазиуса

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$$

или по формуле А. Д. Альтшуля

$$\lambda = 0,1 \left(\frac{\kappa}{D_n} + \frac{100}{Re} \right)^{0,25},$$

где κ —абсолютная поверхность, мм;
 D_n в мм.

Вводя в формулу [потерь значение $Re = \frac{v \cdot D_n}{\nu}$ и заменив

значение скорости v расходом Q из выражения $v = \frac{4Q}{\pi D_n^2}$, полу-

чим расчетную формулу вида:

для условий ламинарного движения

$$h_w = 115 \frac{Q \cdot \nu}{D_n^4} \cdot 10^{-6},$$

для условий турбулентного движения в „гладких“ трубах (по формуле Блазиуса)

$$h_w = 172 \frac{Q^{1,75} \cdot \nu^{0,25}}{D_n^{4,75}} \cdot 10^{-8}.$$

В этих формулах принимаются: расход Q в $м^3/час$, кинематическая вязкость ν в $см^2/сек$, диаметр трубы D_n в м, h_w в м нефт. ст., длина трубопровода 1000 м.

Труба должна считаться „гладкой“ при значении $Re > 2320$ и $< \left(120 \frac{D_n}{\kappa} \right)^{1,125}$, где D_n в мм и κ —абсолютная шероховатость, значения которой принимаются по табл. 308.

Таблица 308

Материал труб	Состояние труб	Абсолютная шероховатость k , мм
1. Тянутые трубы из меди, свинца, алюминия и др. цветных металлов, пластмасс и пр.	Новые, технически гладкие	до 0,003, ср. 0,0015
2. Бесшовные стальные трубы	а) новые, чистые	0,01—0,05, ср. 0,02
	б) после нескольких лет эксплуатации	0,2—0,5
3. Сварные стальные трубы	а) новые, чистые, хорошо выполненные стыки	0,03—0,1, ср. 0,05
	б) недолго бывшие в употреблении, очищенные после коррозии	0,08—0,2, ср. 0,15
	в) умеренно заржавленные	0,3—0,7, ср. 0,5
	г) старые, заржавевшие	0,8—1,5, ср. 1
4. Клепаные стальные трубы	а) легко клепаные	0,5—3, до 9
5. Чугунные трубы	б) сильно клепаные	до 9
	а) новые асфальтированные	0,05—0,15, ср. 0,12
	б) новые черные	0,2—0,5, ср. 0,3
	в) обыкновенные волопроводные, бывшие в употреблении	0,5—1,5, ср. 1
	г) старые заржавленные с отложениями	1—2
6. Асбестоцементные трубы	новые	до 0,1, ср. 0,03
7. Шланги	а) прорезиненные изнутри	0,2—0,3, ср. 0,25
	б) пенные, льняные	0,5—0,8, ср. 0,65

Наивыгоднейший диаметр нефтепровода может быть определен по формулам:
для ламинарного движения

$$D_n = 0,01 \sqrt[5,5]{\frac{Q^2 \cdot \gamma}{\eta} (332 \cdot c \cdot k_1 + \pi k_2)};$$

для турбулентного движения в „гладких“ трубах

$$D_n = \frac{1}{122,5} \sqrt[6,25]{\frac{Q^{2,75} \cdot \gamma^{0,25}}{\eta} (332 \cdot c \cdot k_1 + \pi k_2)},$$

где Q — производительность насоса (количество перекачиваемого нефтепродукта), $\text{м}^3/\text{час}$;
 γ — кинематическая вязкость, $\text{см}^2/\text{сек}$;
 γ — удельный вес нефтепродукта;

η — к. п. д. насоса;

c — количество часов работы насоса в сутки;

k_1 — стоимость 1 $\text{квт}/\text{час}$ электроэнергии, руб.;

k_2 — стоимость квт установленной мощности в год, руб.;

π — количество насосных агрегатов с резервом.

Гидравлический расчет нефтепроводов для перекачки ловушечных нефтепродуктов производится по табл. 309.

Пример пользования таблицей 309

По заданному значению расчетного расхода $Q \text{ м}^3/\text{час}$ и подобранному диаметру D_n по таблице определяется скорость $v \text{ см}/\text{сек}$ и далее, по значению кинематической вязкости перекачиваемого нефтепродукта $\nu \text{ см}^2/\text{сек}$, число Рейнольдса

$$Re = \frac{v \text{ см}/\text{сек} \cdot D_n \text{ см}}{\nu \text{ см}^2/\text{сек}},$$

которое определяет режим движения. Полученное по таблице значение потерь в метрах столба перекачиваемой жидкости, отнесенное к вязкости $\nu = 1 \text{ см}^2/\text{сек}$, для данного нефтепродукта умножается:

а) при ламинарном режиме движения на кинематическую вязкость этого нефтепродукта ν ;

б) при турбулентном режиме движения (в „гладких“ трубах) на $\nu^{0,25}$.

Подсчет значения $\nu^{0,25}$ выполняется по вспомогательной табл. 310.

Расчет потерь напора в нефтепроводах может быть также выполнен по номограмме, показанной на фиг. 278 [47].

Номограмма составлена: для ламинарных условий движения жидкости по значению

$$\lambda = \frac{64}{Re};$$

для турбулентных условий движения по формуле, предложенной А. Д. Альтшулем

$$\lambda = 0,1 \left(\frac{k}{D_n} + \frac{100}{Re} \right)^{0,25},$$

где D_n — внутренний диаметр трубопровода, мм;

k — абсолютная (зернистая) шероховатость, мм, которая может быть определена по табл. 308.

Гидравлические параметры нефтепроводов
 Q м³/час; v м/сек; h_w лям и h_w турб. м для $\gamma=1$ см²/сек на 1000 м

Параметры при $\gamma=1$ см ² /сек	$D=3''$ (75 мм)			$D=4''$ (100 мм)			$D=5''$ (125 мм)			$D=6''$ (150 мм)			$D=8''$ (200 мм)		
	v	h_w		v	h_w		v	h_w		v	h_w		v	h_w	
		лам	турб		лам	турб		лам	турб		лам	турб		лам	турб
5	0,305	17,12	5,04	—	10,84	4,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0,609	34,19	16,93	0,343	10,84	4,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	0,914	51,32	34,42	0,514	16,25	8,77	0,329	6,65	3,05	—	—	—	—	—	—
20	1,218	68,39	56,30	0,686	21,68	14,53	0,439	8,88	5,05	0,305	—	—	—	—	—
25	1,523	85,51	84,15	0,857	27,09	21,44	0,548	11,08	7,43	0,381	4,49	—	—	—	—
30	1,827	102,58	115,70	1,029	32,53	29,53	0,658	13,31	10,25	0,457	5,35	2,11	—	—	—
35	2,132	119,70	151,61	1,200	37,93	39,67	0,768	15,53	13,42	0,533	7,49	3,13	—	—	—
40	2,436	136,77	191,93	1,371	43,34	48,81	0,877	17,74	16,93	0,610	8,57	4,29	—	—	—
45	2,741	153,89	235,31	1,543	48,77	60,02	0,987	19,96	20,81	0,686	9,64	5,63	—	—	—
50	3,045	170,95	282,87	1,714	54,18	72,16	1,097	22,19	25,05	0,762	10,71	7,11	0,343	2,71	1,82
55	—	—	—	1,886	59,61	85,20	1,207	24,41	29,61	0,838	11,77	8,73	0,386	3,05	2,23
60	—	—	—	2,057	65,02	99,28	1,316	26,61	34,44	0,914	12,84	10,49	0,428	3,38	2,67
65	—	—	—	2,229	70,45	114,25	1,426	28,84	39,64	0,996	13,92	12,40	0,471	3,72	3,16
70	—	—	—	2,400	75,86	130,05	1,536	31,06	45,13	1,077	14,99	14,43	0,514	4,05	3,68
75	—	—	—	2,571	84,26	146,68	1,645	33,27	50,49	1,143	16,06	16,93	0,557	4,40	4,24
80	—	—	—	2,748	86,70	164,30	1,755	35,49	57,00	1,219	17,13	23,90	0,600	4,74	4,83
													0,643	5,08	5,45
													0,686	5,42	6,10

Таблица 310

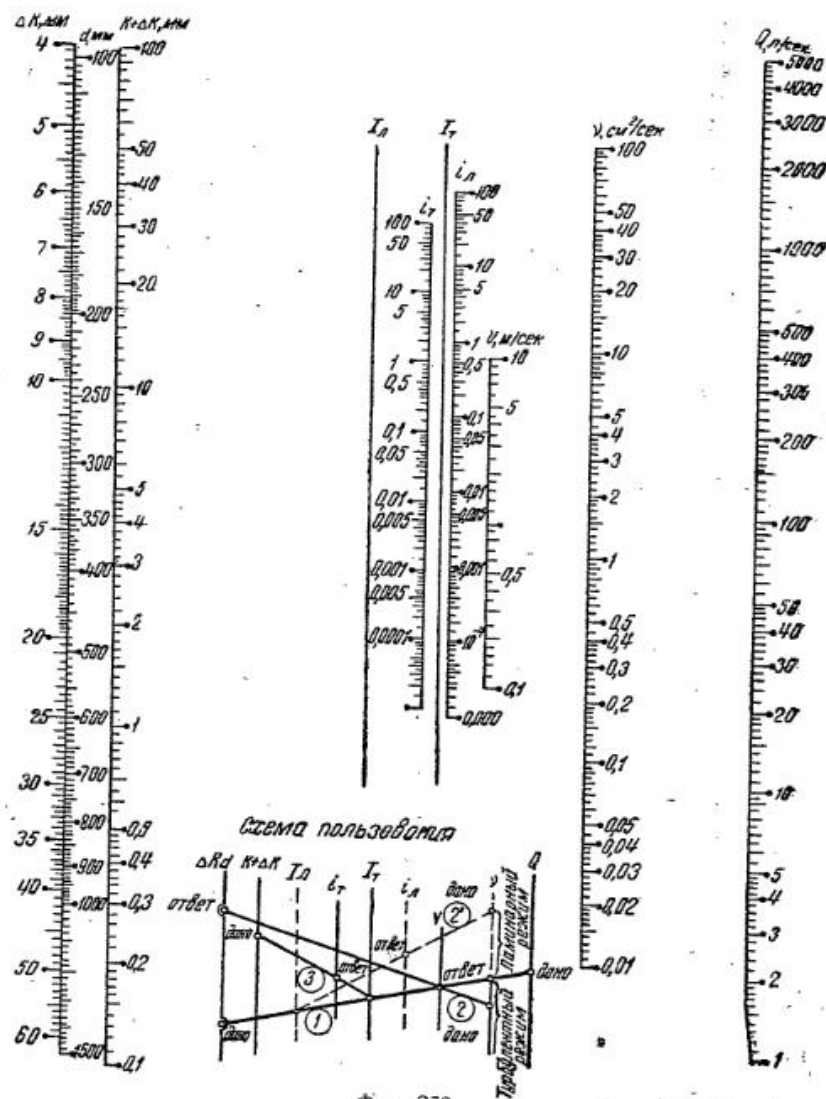
Значения $\gamma_{0,25}$ см²/сек

γ	$\gamma_{0,25}$	γ	$\gamma_{0,25}$	γ	$\gamma_{0,25}$	γ	$\gamma_{0,25}$	γ	$\gamma_{0,25}$	γ	$\gamma_{0,25}$	γ	$\gamma_{0,25}$	γ	$\gamma_{0,25}$
0,10	0,562	0,35	0,769	0,60	0,880	0,85	0,960	2,00	1,159	4,50	1,457	—	—	—	—
0,11	0,576	0,36	0,775	0,61	0,884	0,86	0,963	2,10	1,204	4,60	1,464	—	—	—	—
0,12	0,589	0,37	0,780	0,62	0,887	0,87	0,966	2,20	1,218	4,70	1,472	—	—	—	—
0,13	0,600	0,38	0,785	0,63	0,891	0,88	0,968	2,30	1,231	4,80	1,480	—	—	—	—
0,14	0,612	0,39	0,790	0,64	0,894	0,89	0,971	2,40	1,245	4,90	1,488	—	—	—	—
0,15	0,622	0,40	0,795	0,65	0,898	0,90	0,974	2,50	1,257	5,00	1,495	—	—	—	—
0,16	0,632	0,41	0,800	0,66	0,901	0,91	0,977	2,60	1,270	5,10	1,503	—	—	—	—
0,17	0,642	0,42	0,805	0,67	0,905	0,92	0,979	2,70	1,282	5,20	1,510	—	—	—	—
0,18	0,651	0,43	0,810	0,68	0,908	0,93	0,982	2,80	1,294	5,30	1,517	—	—	—	—
0,19	0,660	0,44	0,814	0,69	0,911	0,94	0,985	2,90	1,305	5,40	1,524	—	—	—	—
0,20	0,669	0,45	0,819	0,70	0,915	0,95	0,987	3,00	1,316	5,50	1,531	—	—	—	—
0,21	0,677	0,46	0,823	0,71	0,918	0,96	0,990	3,10	1,327	5,60	1,538	—	—	—	—
0,22	0,685	0,47	0,828	0,72	0,921	0,97	0,992	3,20	1,338	5,70	1,545	—	—	—	—
0,23	0,692	0,48	0,832	0,73	0,924	0,98	0,995	3,30	1,348	5,80	1,552	—	—	—	—
0,24	0,700	0,49	0,837	0,74	0,927	0,99	0,998	3,40	1,358	5,90	1,559	—	—	—	—
0,25	0,707	0,50	0,841	0,75	0,931	1,00	1,000	3,50	1,368	6,00	1,565	—	—	—	—
0,26	0,714	0,51	0,845	0,76	0,934	1,10	1,024	3,60	1,377	6,10	1,572	—	—	—	—
0,27	0,721	0,52	0,849	0,77	0,937	1,20	1,047	3,70	1,387	6,20	1,578	—	—	—	—
0,28	0,727	0,53	0,853	0,78	0,940	1,30	1,068	3,80	1,396	6,30	1,584	—	—	—	—
0,29	0,734	0,54	0,857	0,79	0,943	1,40	1,088	3,90	1,405	6,40	1,591	—	—	—	—
0,30	0,740	0,55	0,861	0,80	0,946	1,50	1,107	4,00	1,414	6,50	1,597	—	—	—	—
0,31	0,746	0,56	0,865	0,81	0,949	1,60	1,125	4,10	1,423	6,60	1,603	—	—	—	—
0,32	0,752	0,57	0,869	0,82	0,952	1,70	1,142	4,20	1,432	6,70	1,609	—	—	—	—
0,33	0,758	0,58	0,873	0,83	0,954	1,80	1,158	4,30	1,440	6,80	1,615	—	—	—	—
0,34	0,764	0,59	0,876	0,84	0,957	1,90	1,174	4,40	1,449	6,90	1,622	—	—	—	—

Для возможности номографирования введена вспомогательная величина

$$\Delta k = \frac{100 \nu}{v}$$

где ν — коэффициент кинематической вязкости, $\text{см}^2/\text{сек}$;
 v — скорость, $\text{см}/\text{сек}$.



Фиг. 278

Номограмма для расчета нефтепроводов при ламинарном и турбулентных режимах

Приемы пользования номограммой иллюстрируются схемой, показанной на фиг. 278 и приведенными ниже примерами.

Пример 1. Заданы: расход жидкости $Q=40$ л/сек, диаметр трубопровода—300 мм, коэффициент кинематической вязкости перекачиваемой жидкости $\nu=2$ $\text{см}^2/\text{сек}$. Трубы чугунные, бывшие в употреблении по табл. 308 $\kappa=1$ мм.

Соединяем прямой 1 точки $Q=40$ л/сек на шкале расходов и $d=300$ мм на шкале диаметров и находим значение $\nu_{\text{кр}}=0,71$ $\text{см}^2/\text{сек}$ в точке пересечения прямой $Q-d$ со шкалой коэффициентов вязкости. Так как найденное $\nu_{\text{кр}}=0,71 < \nu=2$, то в трубопроводе будет иметь место ламинарный режим движения жидкости.

В условиях ламинарного режима расчет ведется по следующей схеме. Соединяем точку пересечения прямой $Q-d$ со шкалой I_d с точкой $\nu=2$ $\text{см}^2/\text{сек}$ на шкале коэффициентов вязкости. Искомые потери напора определяются по значению I_d в точке пересечения прямой $I_d-\nu$ со шкалой I_t . Потери напора $i_d=0,0041$ м нефт. ст. на 1 пог. м трубопровода.

Пример 2. Задания те же, но коэффициент кинематической вязкости перекачиваемой жидкости $\nu=0,3$ $\text{см}^2/\text{сек}$.

Критическая вязкость определяется по предыдущему, т.е. по ее значению в точке пересечения прямой $Q-d$ с шкалой вязкости, $\nu_{\text{кр}}=0,71$ $\text{см}^2/\text{сек}$. В трубопроводе будет иметь место турбулентный режим, так как $\nu=0,3$ $\text{см}^2/\text{сек} < \nu_{\text{кр}}=0,71$ $\text{см}^2/\text{сек}$.

Прямой 2 соединяем точку $\nu=0,57$ м/сек на шкале скоростей с точкой $\nu=0,3$ $\text{см}^2/\text{сек}$ на шкале вязкости и продолжаем эту прямую до пересечения с шкалой Δk . Значение Δk в точке пересечения равно 5,3 мм. По условию $\kappa=1$ мм. Отсюда $\kappa + \Delta k = 1 + 5,3 = 6,3$ мм.

Отмечаем точку пересечения прямой $Q-d$ с шкалой I_t и соединяем эту точку с точкой $\kappa + \Delta k = 6,3$ мм. Точка пересечения этой прямой с шкалой I_d и определит значение потерь напора в заданных условиях; $i_t=0,00205$ м нефт. ст. на 1 пог. м трубопровода.

Местные сопротивления

Местные потери напора, выраженные в м вод. ст., определяются по формуле

$$h_{\text{м.п}} = \xi \cdot \frac{v^2}{2g},$$

где v — скорость в трубопроводе, м/сек;

ξ — коэффициент местных потерь.

Местные потери напора могут быть выражены эквивалентной длиной трубопровода по формуле

$$l_{\text{экв}} = \xi \cdot \frac{D_a}{\lambda},$$

где D_a — внутренний диаметр трубопровода, м;

λ — коэффициент по формуле Дарси.

Значение ξ для нефтепродуктов (по И. Г. Есьману и С. А. Абдурашидову) [52] определяется по формулам:

$$\text{для ламинарного режима потока } \xi = \frac{\kappa_1}{\text{Re}};$$

$$\text{для турбулентного режима потока } \xi = \frac{\kappa}{\text{Re}^{0,25}}.$$

Для турбулентного потока κ получает значения: открытая задвижка—3,5, колено—9,5, тройник—1,9, вентиль—24.

Значения κ_1 —не установлены. В этом случае рекомендуется применять значения ξ те же, что и для воды.

§ 85. ОТВОД И ОБРАБОТКА ОСАДКОВ ИЗ УЗЛОВ НЕФТЕУЛАВЛИВАНИЯ

Общее количество взвешенных веществ, задержанных в процессе отстаивания в узлах нефтеулавливания, составляет в среднем 85% от общего их содержания в сточных водах.

Количество и характеристика (объемный вес, влажность, удельный вес и проч.) осадков, образующихся на очистных установках, приведены в § 70 (табл. 264).

Извлеченные осадки должны подвергаться:

а) обезвоживанию на иловых площадках с последующим вывозом на свалки или с использованием для планировки земельных участков;

б) отводу на обвалованные участки, где происходит накопление в течение продолжительного времени.

Иловые площадки рассчитываются на годовой слой напуска осадков в 1,5 м на 1 м² площади при их устройстве на песчаных грунтах или при устройстве искусственной дренирующей постели и на годовой стол напуска в 1 м при супесчаных грунтах. Для северных районов СССР эта норма уменьшается на 30—50%, для южных—увеличивается на 30—50%.

При устройстве иловых площадок на естественных песчаных и супесчаных почвах и при глубине стояния уровня грунтовых вод более 1,25 м устройство дренажа не предусматривается. При более высоком стоянии уровня грунтовых вод, а также при устройстве площадок на глинистых грунтах устройство искусственных дренирующих слоев и трубчатого дренажа обязательно.

Дренирующие слои состоят: нижний—из гравия или шлака толщиной 0,2 м и верхний из песка толщиной 0,2 м.

Иловые площадки должны проверяться на намораживание, допуская высоту намораживаемого слоя в 0,6—0,8 м.

Площадь иловых площадок, отводимых под намораживание, определяется по формуле

$$F_{\text{нам}} = \frac{W \cdot T \cdot \kappa}{h_{\text{нам}}} \text{ м}^2,$$

где W —суточное поступление осадков на площадку, м³;

T —число дней за год со среднесуточной температурой воздуха ниже—10°;

κ —коэффициент, учитывающий зимнее испарение и интратацию ($\kappa=0,5$);

$h_{\text{нам}}$ —высота намораживания ($h_{\text{нам}}$ до 0,8 м).

Площадь полей под намораживание должна составлять не более 75% от общей площади иловых площадок.

Трубчатый дренаж должен укладываться на расстоянии между дренажными линиями 4—8 м из труб $d=75$ мм с уклоном 0,0025—0,003 и глубиной заложения от поверхности площадок для средней полосы СССР 1,2 м.

Слой единовременного напуска следует принимать от 30 до 40 см.

Иловые площадки должны быть обеспечены устройствами для вывоза высушенных осадков (эстакады с шириной колеи 75 см и др.). Въезд автотранспорта на площадки с искусственной дренажной засыпкой недопустим.

Для удобства загрузки высушенных осадков на вагонетки ширина площадки не должна превышать 8 м.

Илонакопители представляют собой значительные по объему земляные емкости, в которые сбрасывают образующиеся в узлах нефтеулавливания осадки. Вывоз осадков из илонакопителей не производится. Объем илонакопителей рассчитывается на накопление в них осадков в течение 5—10 лет. Отведенная под накопление ила площадь ограждается валами, позволяющими накапливать осадки высотой до 2—3 м. Такими же валами общая площадь илонакопителя подразделяется на отдельные карты. Отсыпка ограждающих валов производится в определенной очередности, по мере полного использования отдельных карт. Ширина ограждающих валов поверху принимается равной 1 м, откосы—1:1—1:2. Валу обычно наращиваются постепенно по мере накопления осадков.

Подача осадков в илонакопитель производится переносными металлическими желобами размерами 25×25 см, устанавливаемыми на валах с уклоном 0,01 на переносных металлических опорах.

В перекачиваемой гидроэлеватором из нефтеловушек пульпе содержание механических примесей составляет в среднем 20—25% и ниже. Среднее содержание твердой фазы в отстоявшихся в илонакопителе осадках составляет 40—50%.

В илонакопителях происходит расслаивание осадков с образованием на поверхности слоя воды.

Отделившаяся вода должна быть удалена из илонакопителей при помощи камер, оборудованных шандорными затворами („монахи“).

Для ускорения процесса удаления воды из осадков иногда дно илонакопителей дренируется.

Удаляемая из илонакопителей и иловых площадок вода направляется в узел нефтеулавливания канализации установок по подготовке нефти.

Практика работы иловых площадок и илонакопителей свидетельствует о больших затруднениях, которые вызываются

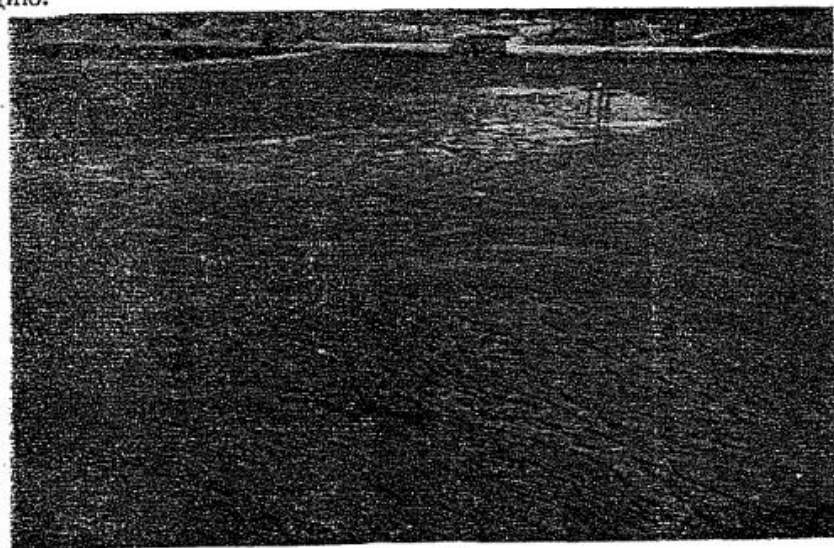
присутствием в значительных количествах нефтепродуктов в осадках (10—20 и > %).

Эти затруднения следующие:

а) при наличии нефтепродуктов осадок очень медленно отдает воду и на протяжении продолжительного времени сохраняет свою жидкую консистенцию. Это создает значительные затруднения при работах по вывозу осадка;

б) при вывозе осадка с иловых площадок на свалку (планировка территории, засыпка оврагов и пр.), дождевые воды могут вымывать нефтепродукты и загрязнять водоемы общественного пользования.

На фиг. 279 показана иловая площадка одного из бакинских нефтепромыслов. Ил, загрязненный нефтепродуктами, после длительного пребывания сохраняет полужидкую консистенцию.



Фиг. 279

Часть площадок для подсушивания осадка из нефтеловушек

Для удаления нефтепродуктов из осадков нефтеловушек и разделочных резервуаров, следует эти осадки подвергать барботажу паром в десорбционных колоннах, как это показано на деэмульсационной установке (фиг. 250). В противном случае рекомендуемые нормы оказываются неприемлемыми.

§ 86. АВАРИЙНЫЕ ЕМКОСТИ (АМБАРЫ И ПРУДЫ)

Аварийные амбары предназначены для приема:

1) поступающих в канализационную сеть в значительном количестве нефтепродуктов при авариях. При этом

прием нефти и нефтепродуктов должен быть обеспечен в объеме, равном объему наибольшего резервуара существующих нефтяных парков;

2) дождевых сточных вод, сбрасываемых по ливнеспуску в количестве, превышающем объем сточных вод в сухую погоду.

Сбщий объем дождевых сточных вод W_{Σ} , подлежащих приему в аварийную емкость, определяется следующим расчетом:

а) по данным местных метеорологических станций устанавливается список сильных дождей не менее чем за 10—15 лет по признаку величины слоя осадков в миллиметрах за всю продолжительность его выпадения;

б) по списку отбирается дождь или смежная группа дождей с высотой слоя h мм, которая превышает не чаще одного раза за p лет. Значение p принимается по принятому при расчете дождей канализации предприятия;

в) общий объем поступающих в аварийную емкость дождевых вод определяется уравнением

$$W_{\Sigma} = \frac{h \text{ мм} \cdot 10000 \cdot \phi \cdot F}{1000} \text{ м}^3,$$

где F — площадь обвалованных участков или производственных площадок в га, дающих сток в канализационную сеть;
 ϕ — коэффициент стока, определяемый по § 53.

Кроме того, предусматривается аварийный пруд для сброса трехсуточного расхода сточных вод от отдельных технологических установок или канализационных систем в условиях аварий на них (аварийные пруды на фиг. 194 и 196 не показаны).

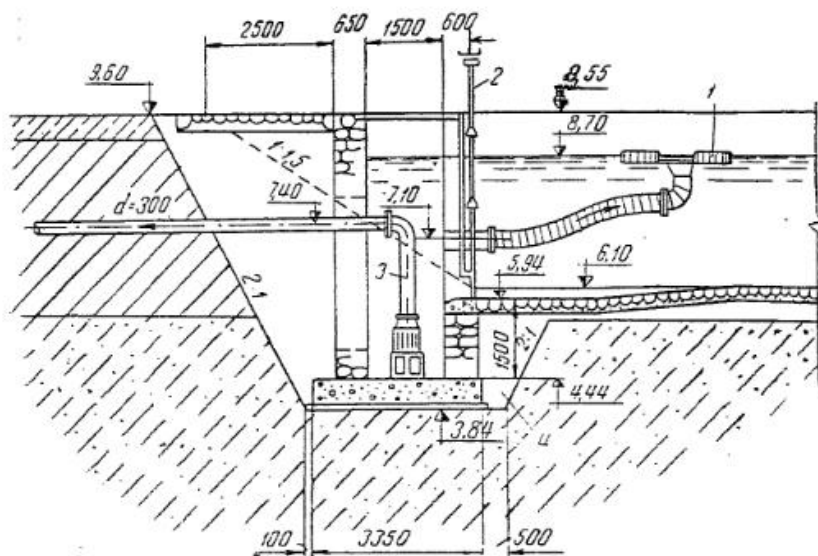
Объем аварийного амбара принимается по наибольшему поступлению сточных вод, определенному по двум приведенным выше отдельным расчетам.

Аварийные емкости должны освобождаться в течение 24—48 часов. При этом: а) плавающая пленка улавливается специальным нефтеловителем и направляется в нефтеловушку; б) отстоявшаяся вода донным приемом откачивается в пруд дополнительного отстоя и затем на установки для доочистки; в) осадки в обычном порядке откачиваются на иловые площадки или в илонакопители.

Аварийные емкости снабжаются каналом для сброса воды при ее поступлении в количестве, превышающем расчетное.

Емкостям придается удлиненная форма с расположением у одного из торцов (по возможности с наветренной стороны) плавающего приемника для сбора нефтяной пленки и приемной трубы насоса для откачки отстоявшейся воды. За мощным откосом аварийной емкости придается уклон 1:1,5.

Примерное устройство впуска сточных вод показано на фиг. 281, а устройства для сбора и отвода нефти и откачки воды из аварийной емкости в нефтеловушку на фиг. 280. Глубина аварийной емкости принимается от 2 до 4 м.



Фиг. 280

Устройство для откачки сточной воды из аварийной емкости и для сбора нефтяной пленки

1—поплавок для сбора нефти; 2—шиберный затвор; 3—трубопровод для откачки воды при опорожнении; 4—засыпка с утробовкой.

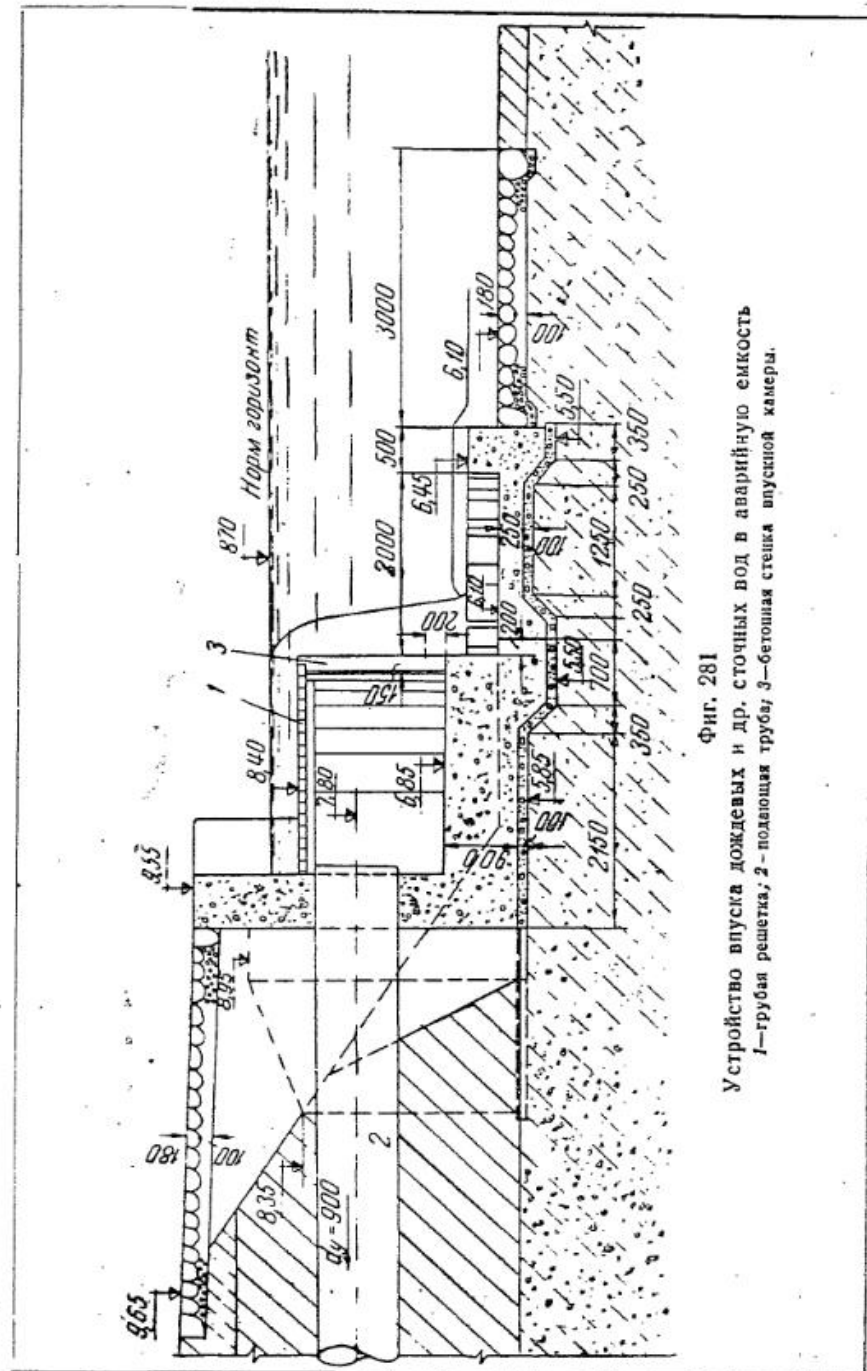
§ 87. ПРУДЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОТСТОЯ

Пруды дополнительного отстоя имеют назначение усреднять качество сточных вод, поступающих из нефтеловушек, и дополнительно очищать их от нефтепродуктов и механических примесей перед поступлением их на фильтры для доочистки.

Объем прудов дополнительного отстоя рассчитывается на шести-двадцатичетырехчасовое пребывание в них сточных вод.

Пруды проектируются открытыми с мощными откосами 1:1,5, снабжаются подплавковыми или другими нефтеуловителями и приемными трубами для откачки или самотечного отвода воды равномерным расходом на установки для доочистки.

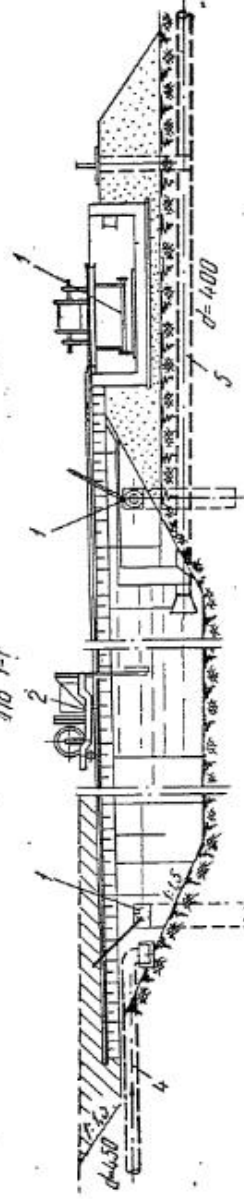
Поплавковые нефтеуловители устраиваются по принципу, показанному на фиг. 280. Отвод воды из пруда осуществляется через камеру, снабженную шандорными брусками (фиг. 282), позволяющими поддерживать уровень воды в прудах на желаемой отметке. Поплавковый нефтеуловитель целесообразно



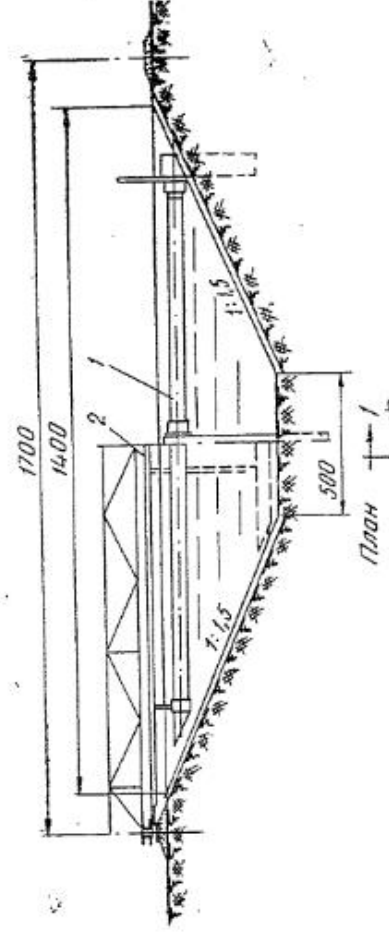
Фиг. 281

Устройство пуска дождевых и др. сточных вод в аварийную емкость
1—грубая решетка; 2—подплавная труба; 3—бетонная стенка выпускной камеры.

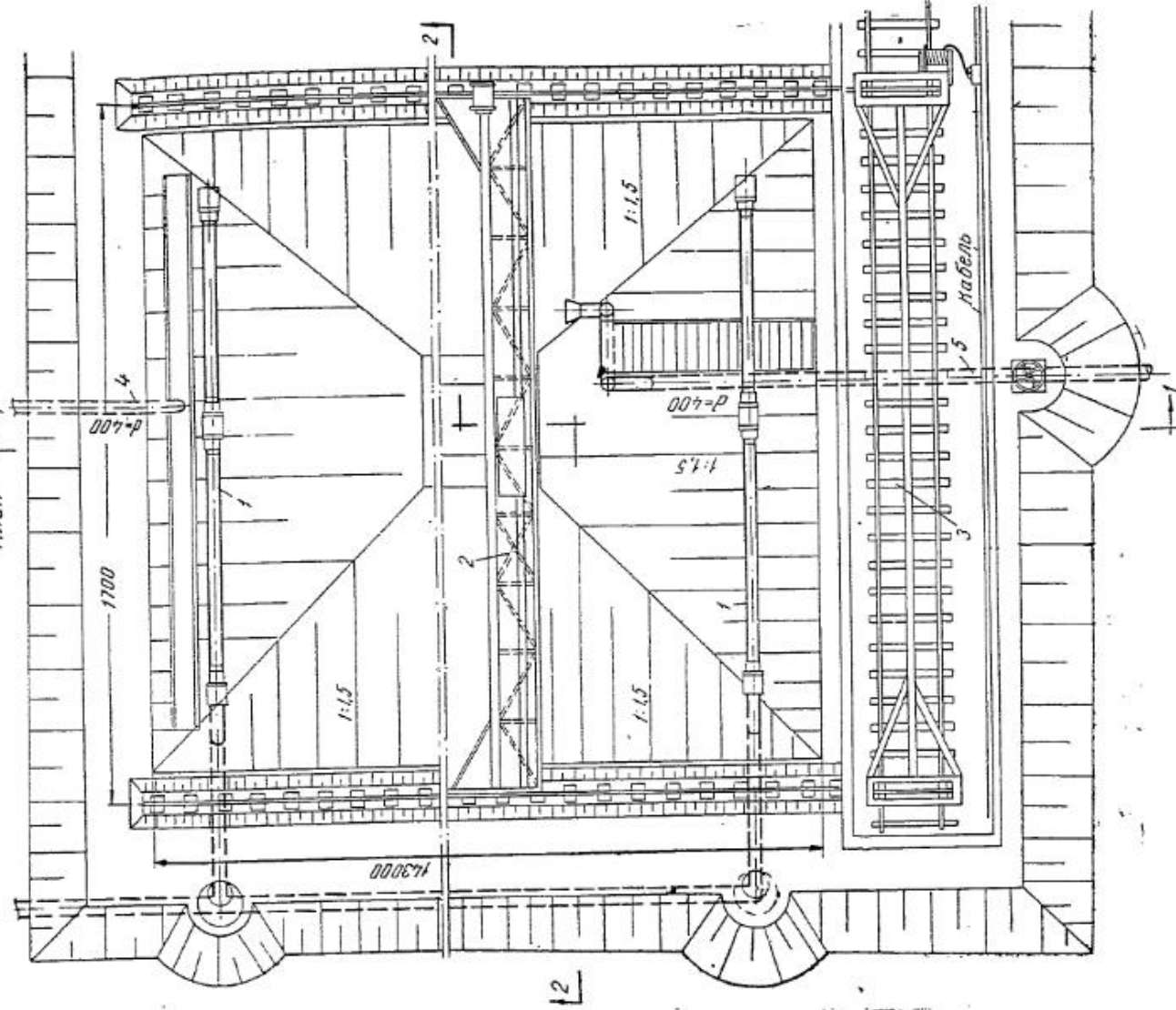
по 1-1



по 2-2



План

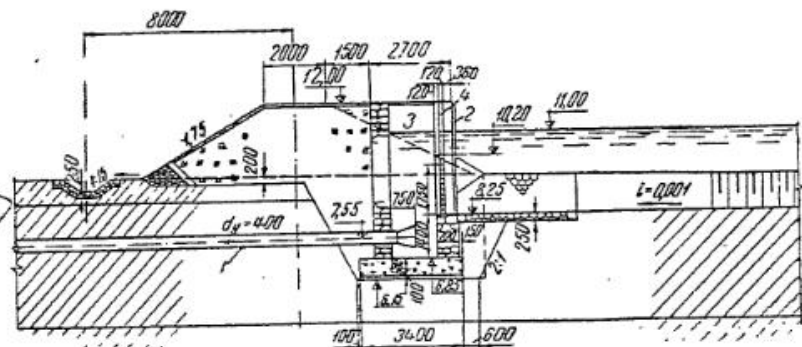


Фиг. 283

Пруды дополнительного отстоя (по проекту «Гипроспецнефти»)

1 — нефтесборные трубы; 2 — передающая форма; 3 — тележка для перевозки формы в другой пруд; 4 — подающая труба; 5 — отводящая труба.

располагать у торцевой стороны контура пруда, к которой должна сгоняться господствующим ветром плавающая пленка нефти. Пруд принимается глубиной от 2 до 3 м, удлиненной формы.



Фиг. 282

Устройство для отвода сточной воды из прудов дополнительного отстоя
1—трубопровод, отводящий сточную воду; 2—решетка; 3—камера для приема отводимой воды; 4—пазы для закладки шандорных брусьев.

В водопроницаемых грунтах в тех случаях, когда возникает необходимость избегать фильтрации сточных вод в грунт, под мошением предусматривается устройство экрана из мятой глины толщиной 25—40 см.

На фиг. 283 показан пруд дополнительного отстоя, выполненный по проекту Гидроспецнефти. Пруд снабжен приспособлением для сгребания плавающей нефтяной пленки. Это приспособление установлено на ферме, движущейся по рельсовым путям вдоль секции пруда. Нефть собирается вращающимися нефтесборными трубами. Каждая секция пруда дополнительного отстоя имеет следующие размеры:

Расстояние между рельсами (длина фермы)	— 17 м
Ширина зеркала воды секции	— 14
Длина секции	— 143
Глубина секции полезная	— 2,5
строительная	— 3
Покрытие откосов 1 : 1,5 и дна—бетонные плиты толщиной	— 12 см
Продолжительность отстаивания	— 6—8 часов

В табл. 312а (стр. 668) показаны размеры типовых прудов Гидроспецнефти.

§ 88. БУФЕРНЫЕ ПРУДЫ

Буферные пруды представляют собой расположенные у водоема открытые земляные обвалованные или копаные емкости с откосами, в зависимости от грунтовых условий 1,0 : 1,5—1,0 : 1,75 с замощением.

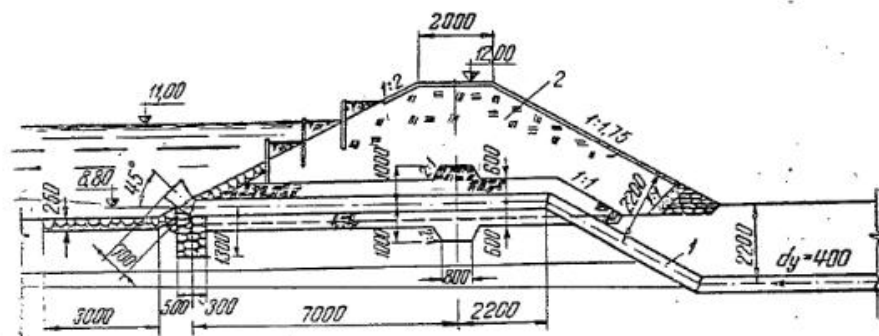
Буферные пруды предназначены для усреднения качества сточных вод перед их выпуском в водоем и является защитным сооружением для водоема. В буферных прудах в известной степени происходит так же доочистка сточных вод путем окисления загрязняющих продуктов за счет растворенного в воде кислорода, пополняемого в процессе атмосферной реаэрации.

Для усиления процесса атмосферной реаэрации рекомендуется в буферных прудах предусматривать устройство каскадов или установку разбрызгивателей для поступающих сточных вод.

Буферные пруды рассчитываются на объем, равный не менее чем двухсуточному объему поступающих в пруд сточных вод. Глубина пруда принимается в среднем 1,5—2,5 м с учетом условий рельефа местности.

Прудам может быть придана вытянутая форма путем их деления на секции или путем устройства внутренних перегородивающих стенок.

Примерное устройство впускной камеры с подачей воды по напорному трубопроводу показано на фиг. 284.



Фиг. 284

Устройство для подачи сточной воды насосами в буферный пруд
1—подающая труба; 2—ограждающий вал.

Выпуск сточных вод осуществляется через камеру (фиг. 285) с шандорными брусьями, позволяющими устанавливать горизонт воды в пруде на требуемом уровне. Висячей перегородкой должен быть прегражден слив плавающей нефтяной пленки в водоем.

Для сбора пленки должны быть предусмотрены поплавок-ые нефтеуловители или поворотные сливные трубы (см. фиг. 280 и 283).

Расчетная высота слоя воды в пруде-испарителе¹ определяется с учетом многолетнего и внутригодового колебания притока и испарения. При этом расчете глубина пруда-испарителя должна обеспечивать нормальные условия накопления и испарения сточных вод в течение 15—25 лет.

Многолетние колебания уровня воды в пруде-испарителе определяются по форме, показанной в табл. 311.

Таблица 311

Годы	Годовое испарение, E	Годовые осадки, H	$(E-H)$	Приток сточных вод	Повышение или понижение уровня	Суммарное повышение или понижение уровня
М.М.						
1	2	3	4	5	6	7

В графу 5 вписывается годовой приток сточных вод $H_{ст. вод.}$, выраженный в миллиметрах высоты слоя, отнесенного к площади пруда-испарителя.

$$H_{ст. вод.} = \frac{Q_{ст. вод.} \cdot M^3/год \cdot 1000}{F \cdot M^2 \cdot 10000}$$

где $Q_{ст. вод.} = Q_{пр.} + Q_{дожд.}$ с обвалованных и технологических площадок.

В графе 7 отмечаются со знаком минус (—) нарастающее превышение притока над испарением и со знаком плюс (+)—нарастающее превышение испарения над притоком.

Сумма наибольших отрицательных и положительных значений изменений высоты слоя воды в пруде, показанных в графе 7, определяет общую амплитуду колебания глубины воды в пруде-испарителе по среднегодовым показателям за многолетний период.

Внутригодовые колебания уровня по месяцам определяются по форме, показанной в табл. 312.

В графы 2 и 3 вносятся среднемесячные показатели испарения и осадков в миллиметрах слоя за годы наблюдений. В графе 4 показываются превышения испарения над осадками со знаком плюс (+) или превышения осадков над испарением со знаком минус (—).

¹ По расчету Ростовского и/Д отделения Водоканалпроекта.

Таблица 312

Месяцы	Средние за время наблюдения			Приведенные вы- соты слоя к нор- ме	Изменение высо- ты слоя испаре- ния—притока	Суммарное повы- шение или пони- жение высоты слоя
	месячное испарение E_1	месячный слой осад- ков H_1	изменение высоты слоя $E_1 - H_1$			
М.М.						
1	2	3	4	5	6	7

Эти показатели, определяемые как арифметические средние за период лет фактических наблюдений, не могут рассматриваться как устойчивые средние. Поэтому в графу 5 вносятся показатели, приведенные известными гидрологическими приемами (см. ниже) к устойчивым средним (норме). В графе 6 даются помесечные изменения высоты слоя воды в результате испарения и притока сточных вод с соответствующими знаками плюс и минус (повышение (—), уменьшение (+), а в графе 7—эти изменения показываются суммарно от января до декабря. Сумма наибольших отрицательных и положительных значений изменений высоты воды в пруде-испарителе дает среднегодовую амплитуду колебаний уровня воды в нем.

Поправка на устойчивые средние данные (нормы) производится по формуле

$$E_{норма} = E_{ср} \left(1 - \frac{C_v}{\sqrt{n}} \right),$$

где n —число лет фактических наблюдений;

C_v —коэффициент вариации, определяемый по формуле

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (k-1)^2}{n-1}},$$

где k —модульный коэффициент, равный отношению годового слоя испарения за данный год к среднегодовому за n

лет наблюдений, $k = \frac{E_1}{E_{ср}}$.

Под знаком радикала в числителе показана сумма значений $(k-1)^2$ на все n лет наблюдений.

Общая высота слоя воды в пруде-испарителе, обеспечивающая многолетние и внутригодовые колебания испарения и притока, определяется как сумма многолетней и годовой амплитуды колебания горизонта воды. Эта высота должна рассматриваться как средняя глубина воды в пруде-испарителе.

Конструкция прудов-испарителей

Пруды-испарители располагаются в местах с непроницаемыми почвами или с неглубоко залегающими непроницаемыми почвами.

Емкость, потребная для прудов-испарителей, образуется обвалованием выбранной площадки с планировкой дна.

Незамощенным валам (с учетом ветрового воздействия) придаются уклоны: внутрь пруда—1:4, по наружи—1:3 (сухой откос).

При заложении непроницаемых грунтов на некоторой глубине от поверхности земли в теле вала, во избежание фильтрации, делается глиняный зуб, который углубляется в водонепроницаемый слой на 1 м.

Подача воды в пруд-испаритель производится по трубе или каналу, с устройством водобойного колодца для гашения скорости и соответствующей отмостки вокруг него для предупреждения размыва откосов и дна.

Превышение гребня вала над высшим горизонтом воды принимается равным 0,2 м.

Таблица 312а

Расход сточных вод		Время отстоя, часы	Рабочая глубина, м	Площадь зеркала пруда, м ²	Рабочий объем пруда, м ³	Вариант односекционного пруда		Вариант с параллельно действующими секциями		
л/сек	м ³ /час					Размеры пруда по зеркалу воды		Количество секций	Размеры секций по зеркалу воды	
						шир., м	длина, м		шир., м	длина, м
100	360	6	2,0	1080	2160	25	45	1	11	100
200	720	6	2,0	2160	4320	30	70	2	11	100
300	1080	6	2,5	2592	6480	35	75	3	11	100
500	1800	6	2,5	4320	10800	45	95	4	11	100
850	3060	6	3,0	6120	18360	95	110	5	11	100
1400	5040	6	3,0	10080	30240	70	140	8	11	100

Примечание. Сгон нефтяной пленки осуществляется серебком, подвешенным к кранбалке $s=1,0$ м.

ГЛАВА XVIII

КАНАЛИЗАЦИОННАЯ СЕТЬ И ЕЕ УСТРОЙСТВО

§ 90. ТРУБЫ И КАНАЛЫ

Все трубы и каналы должны обладать следующими свойствами:

- 1) водонепроницаемостью, исключающей фильтрацию сточных вод из сети в грунт;
- 2) прочностью, способностью противостоять постоянному давлению грунта и временной нагрузке от транспорта;
- 3) гладкостью стенок, способствующей снижению гидравлических потерь и повышающей пропускную способность труб и каналов;
- 4) способностью оказывать сопротивление химическому воздействию примесей, содержащихся в сточных водах, и коррозии от действия агрессивных грунтов и грунтовых вод;
- 5) достаточной прочностью от истирания механическими примесями, содержащимися в сточных водах.

1. Трубы керамиковые

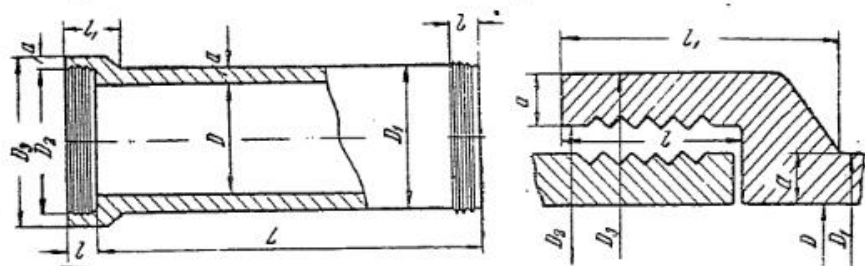
Трубы изготавливаются из огнеупорной глины с примесью шпота (молодая обожженная огнеупорная глина) и кварцевого песка и обжигаются при температуре, близкой к 1400° С. Трубы внутри и снаружи покрываются соляной глазурью.

Формуются трубы с раструбами. Внутренняя поверхность раструба и наружная поверхность конца трубы делаются рифлеными (фиг. 286 и табл. 313).

При испытании трубы должны выдерживать внешнюю нагрузку на 1 м не менее:

для труб 125—250 мм	—200 кг
" " 300—450 "	—2500 "
" " 500—600 "	—30.0 "

Водопоглощаемость черепка должна быть в пределах 9—11%; трубы должны выдерживать внутреннее давление в 2,5 ат.



Фиг. 286

Трубы керамические (ГОСТ 286—54)

Глазурь не должна разрушаться от действия кислот, и кислотоупорность черепка должна быть не менее 85% по методу ВЮОК.

Таблица 313

Керамические трубы (ГОСТ 286—54)

Внутренний диаметр, D	Диаметры		Толщина стенки, a	Длина трубы, L	Раструб		Вес 1 пог. м трубы, кг
	наружной трубы, D_1	внутренней раструба, D_2			глубина, l	длина, l_1	

мм

125	161	183	18	1000 и 1200	60	120	20,1
150	188	224	19				24,9
200	240	276	20				37,4
250	294	334	22	800 1000 и 1200	70	130	52,5
300	350	390	25				70,4
350	406	446	28				87,1
400	460	500	30				106,0
450	518	558	34				129,5
500	572	612	36				157,0
550	628	668	39				182,0
600	682	772	41				212,0

Отклонение диаметров труб допускается от ± 8 мм (для труб диаметром 125—150 мм) до ± 14 мм (для труб диаметром до 600 мм).

Керамические трубы удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к канализационным трубопроводам.

Они являются лучшим материалом для трубопроводов, транспортирующих кислые сточные воды, воды, содержащие сероводород и способные выделять его в канализационных каналах.

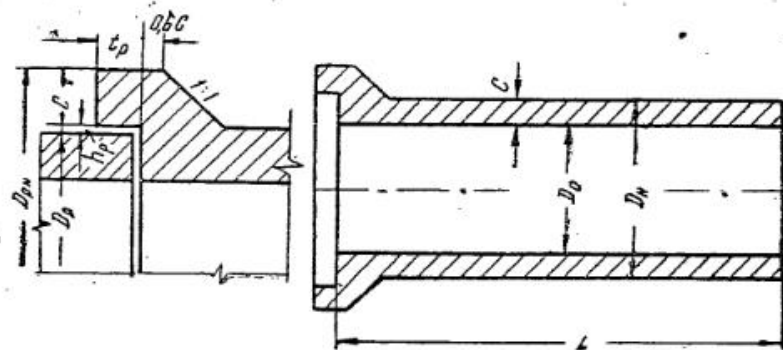
2. Бетонные и железобетонные трубы

Применение бетонных труб исключается в тех случаях, когда сточные воды имеют кислую реакцию и могут выделять свободный сероводород.

В агрессивных грунтах и при наличии агрессивных грунтовых вод применение бетонных труб может быть допущено при применении антикоррозионного покрытия. Для повышения стойкости материала труб против коррозии должны применяться силикатные или пуццолановые портланд-цементы, а изготовление труб осуществляться приемами, обеспечивающими высокую плотность бетона (центробежный, вибрационный и др.).

Трубы бетонные и железобетонные подразделяются на: а) трубы раструбные и б) трубы гладкие.

Трубы раструбные безнапорные имеют форму, показанную на фиг. 287.

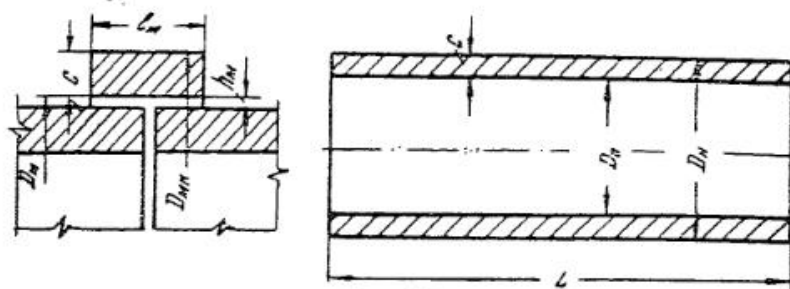


Фиг. 287

Трубы раструбные безнапорные бетонные и железобетонные (ГОСТ 6482—53)

Трубы гладкие безнапорные имеют форму, показанную на фиг. 288. Гладкие трубы соединяются между собой муфтами. Размеры труб и муфт, по ГОСТу 6482—53 с последующими изменениями, приведены в табл. 314 и 315.

Бетонные трубы должны удовлетворять следующим нормам водонепроницаемости:



Фиг. 288

Трубы гладкие безнапорные бетонные и железобетонные
(ГОСТ 6482—53)

Таблица 314

Трубы раструбные безнапорные бетонные и железобетонные
(ГОСТ 6482—53)¹

Диаметр внутренний D_0	Наименьшая длина L	Глубина раструба t_p	Кольце- вой зазор h_p	Толщина стенки C , мм		
				бетонных	железобетонных	
					нормаль- ной проч- ности	повы- шенной прочно- сти
мм						
150 200	1000	50	15	30 40	— —	— —
250 300		70	18	60 60	— 40	— 50
350 400 500 600	1500	80	20	60 70 80 90	40 50 60 60	50 60 70 80
700 800		90	22	— —	70 80	80 100
900 1000 1100		120	25	— — —	90 100 110	110 120 130
1200 1300 1400 1500	2000	120	30	— — — —	120 130 140 140	140 150 160 160

¹ С учетом изменений по «информационному указателю» № 11 1955 г.

Таблица 315

Трубы гладкие безнапорные бетонные и железобетонные
(ГОСТ 6482—53)¹

Внутренний диаметр трубы, D_0	Наименьшая длина, L	Длина муфты, l_m	Размеры кольцевого зазора h_m	Наибольшая толщина стенок труб и муфт C , мм		
				бетонных	железобетонных	
					нормальной прочности	повышенной прочности
мм						
250 300	1500	200	18	50 60	— 40	— 50
350 400 500 600			20	60 70 80 90	40 50 60 60	50 60 70 80
700 800	2000	250	22	—	70 80	90 100
900 1000 1100			25	—	90 100 110	110 120 130
1200 1300 1400 1500	2500	300	30	— — — —	120 130 140 140	140 150 160 160

¹ То же, что и в табл. 314.

а) для труб нормальной прочности—при давлении 0,5 ат в течение 1 часа не должно наблюдаться появление отдельных капель;

б) для труб повышенной прочности—то же явление не должно возникать при давлении 1 ат.

Водопоглощение бетонных труб должно быть не более 8%. Наибольшая длина труб не должна превышать 5 м и вес—не превышать 10 т.

При испытании труб на прочность величина разрушающей нагрузки не должна быть ниже значений, указанных в табл. 316.

Таблица 316

Внутренний диаметр D_0 , мм	Разрушающие нагрузки, кг/пог. м			Внутренний диаметр D_0 , мм	Разрушающие нагрузки, кг/пог. м		
	бетонные трубы	железобетонные			бетонные трубы	железобетонные	
		нормаль- ной проч- ности	повы- шенной прочности			нормаль- ной проч- ности	повы- шенной прочности
150	2200	—	—	800	—	4500	7800
200	2500	—	—	900	—	4500	8200
250	2600	—	—	1000	—	5200	9000
300	3100	3000	5800	1100	—	5500	9500
350	3500	3400	5900	1200	—	5800	10000
400	3000	3600	6100	1300	—	6000	10500
500	4300	3800	6500	1400	—	6300	11000
600	4800	4000	7000	1500	—	6300	11000
700	—	4200	7500				

С учетом изменений по информационному указателю № 11, 1955 г.

Размеры спиральной арматуры в железобетонных трубах определяются расчетом в соответствии с нормами разрушающих нагрузок, в условиях укладки трубы на деревянные бруски размером 6×6 см с расстоянием между ними в сету $1/12 D_0$ и при давлении на брусок 10×10 см, уложенный на шельгу трубы.

Железобетонные трубы нормальной прочности укладываются на глубине до 4 м и усиленной прочности—до 8 м.

Ориентировочный вес 1 пог. м трубы в тоннах определяется по формулам:

для бетонных труб

$$p = 7,5 L \cdot C (D_0 + C);$$

для железобетонных труб

$$p = 8,2 L \cdot C (D_0 + C),$$

где D_0 —внутренний диаметр, м;
 C —толщина стенок трубы, м;
 L —длина трубы, м.

Признаки и нормы агрессивности воды-среды по отношению к бетонным трубам—установлены ГОСТом 4796-49 и сводятся к следующему:

1) выщелачивающая агрессивность возникает при величине временной жесткости воды-среды (при наличии грунтовых вод или сильно фильтрующих грунтов):

а) для портланд-цемента—менее 6° Н;

б) для пуццолановых портланд-цементов—менее 1,5° Н;

в) для шлако-портланд-цемента—менее 3° Н;

2) общекислотная агрессивность возникает при наличии грунтовых вод при значениях pH:

а) для всех видов цемента—менее 7 при временной жесткости менее 24° Н и 6,7—при временной жесткости более 24° Н;

б) при фильтрующих грунтах для всех видов цемента—при pH менее 5,0;

3) углекислая агрессивность при содержании свободной углекислоты, мг/л:

для всех видов цементов—более определяемой по формуле

$$CO_{2\text{своб}} > a (Ca'') + b, \text{ мг/л},$$

где a и b —параметры, определяемые по табл. 317;

Таблица 317

Временная жесткость, °Н	Содержание $Cl' + SO_4''$									
	0—200		201—400		401—600		601—800		801—1000	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
6	0,07	19	0,06	19	0,05	18	0,04	18	0,04	18
8	0,13	23	0,11	21	0,09	19	0,08	18	0,07	18
10	0,20	27	0,17	23	0,14	21	0,12	19	0,11	18
12	0,28	32	0,24	26	0,19	23	0,17	21	0,16	20
14	0,36	36	0,32	29	0,25	26	0,23	23	0,22	22
16	0,44	41	0,40	32	0,32	29	0,29	25	0,27	24
18	0,54	46	0,47	37	0,40	32	0,36	28	0,33	27
20	0,67	51	0,55	41	0,48	35	0,44	31	0,41	30
22	0,81	55	0,65	45	0,58	38	0,53	34	0,49	33
24	0,96	60	0,76	49	0,68	42	0,63	37	0,57	36
25	1,04	63	0,81	51	0,73	44	0,67	39	0,61	38

4) сульфатная агрессивность. Нормы содержания SO_4'' для бетонов, изготовленных на портланд-цементе, зависят от содержания ионов Cl' и показаны в табл. 318.

Нормы содержания ионов Mg в агрессивных водах в зависимости от содержания ионов SO_4'' для бетонов на пуццолановом, шлаковом и песчано-пуццолановом портланд-цементе показаны в табл. 319.

Таблица 318

Содержание ионов Cl^- , мг/л	Вода агрессивна при содержании SO_4^{2-} более, мг/л
0—3000	250
3001—5000	500
более 5000	1000

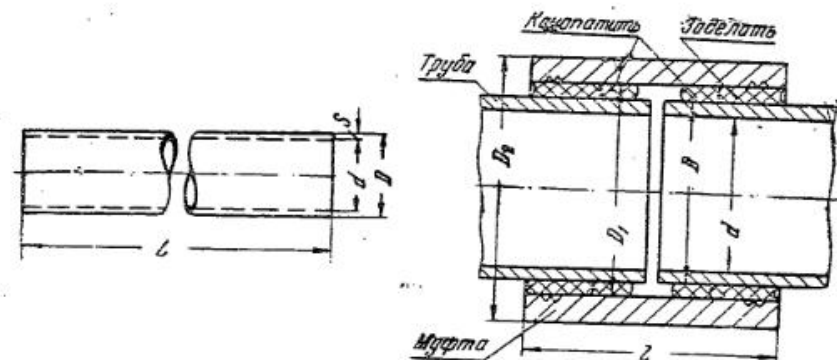
Таблица 319

Содержание ионов SO_4^{2-} , мг/л	Вода агрессивна при содержании Mg^{++} более, мг/л
0—1000	5000
1001—2000	3000
2001—3000	2000
3001—4000	1000

В зависимости от среды, окружающей бетон, в нормы, определяющие агрессивность воды, вводятся коэффициенты при воде или сильно фильтрующих грунтах: $\text{KCl}_w = 0,9$, при слабофильтрующих грунтах — $\text{KCl}_w = 0,80$.

3. Асбестоцементные трубы

Асбестоцементные трубы водонепроницаемы, имеют гладкую поверхность, обладают стойкостью по отношению к агрессивным грунтовым водам и грунтам, имеют малый вес, легко подвергаются распилке и сверлению, обладают в 3 раза меньшей теплопроводностью по сравнению с керамиковыми и в 200 раз по сравнению с металлическими трубами (коэффициент теплопроводности 0,18).



Фиг. 289

Трубы асбестоцементные их заделка (ГОСТ 1839—48)

Асбестоцементные трубы изготавливаются гладкими (без распуков) с муфтовыми соединениями.

Асбестоцементные трубы и их заделки показаны на фиг

Размеры асбестоцементных труб и их вес, а также размеры муфт, показаны в табл. 320 и 321.

Таблица 320

Условный диаметр D_y	Внутренний диаметр d	Наружный диаметр D	Толщина стенки S	Длина трубы L	Вес спрессовочный, кг/пог. м
мм					
50	44	58	-2 +1,5	7 7 8	2,3 3,3 5,1
75	69	83			
100	93	109			
125	119	135	-2,5 +2	8 9	6,5 8,5
150	141	159			
200	195	215			
250	243	265			
300	291	315	-3 +2,5	10 11	13,0 17,6
350	338	364			
400	386	414			
500	482	514			
600	576	612	-16 +18	12 13 14	23,0 29,0 35,4
			-16 +18	16 18	50,0 68,0

Таблица 321

Муфты для асбестоцементных труб (ГОСТ 1839—48)

Условный диаметр трубы D_y	Наружный диаметр трубы D	Размеры муфты, мм			Вес муфты, кг
		внутренний диаметр d_1	наружный диаметр d_2	длина l	
мм					
50	58	71	95	150	0,94
75	83	96	120	150	1,25
100	109	123	147	150	1,55
125	135	147	171	150	1,82
150	159	170	198	150	2,44
200	215	235	263	150	3,30
250	265	279	309	150	4,20
300	315	338	370	150	5,30
350	364	386	420	150	6,45
400	414	431	467	180	9,25
500	514	535	575	180	12,60
600	612	639	683	200	18,40

Асбестоцементные трубы изготавливаются из портланд-цемента или пуццоланового портланд-цемента марки 400 (с началом схватывания цемента не менее 1,5 часа) в составе цемента 15 частей и асбестового волокна 1 часть (не ниже 5-го сорта).

Стрела прогиба по длине трубы должна быть не более 12 мм.

Внутренняя поверхность муфты с обоих концов должна иметь по 2—3 нарезки глубиной 2—2,5 мм.

Трубы, применяемые в самотечных условиях движения жидкости, должны при испытании выдерживать гидростатическое давление не менее 4 ат.

4. Металлические трубы

Металлические трубы (стальные и чугунные) в канализационной практике применяются лишь в особых случаях: в трудных грунтовых условиях, при прокладке в лесовых и лесосовидных грунтах, в районах оползней, зонах высокой сейсмичности, при переходах под железнодорожным полотном, на больших уклонах, при малой глубине заложения канализации при наличии больших временных нагрузок. Для канализации могут быть применены некондиционные трубы.

Данные о металлических трубах приведены в гл. III.

5. Фаолитовые трубы

Фаолитовые¹ трубы применяются для отвода сточных вод с содержанием серной кислоты до 5%. Фаолитовые трубы соединяются при помощи разрезных чугунных фланцев, стальных неразрезных фланцев или стальных разрезных колец.

Максимальное рабочее давление для изделий из фаолита— 5 кг/см², предельная температура—120° С. Размеры и вес фаолитовых труб даны в табл. 322 (каталог фаолитовых труб МХП, 1951).

Таблица 322

Внутренний диаметр	Длина	Вес 1 пог. м трубы, кг	Внутренний диаметр	Длина	Вес 1 пог. м трубы, кг
мм			мм		
33	1000—2000	1,5	100	1000—2000	7,3
54	1000—2000	3,7	150	1000	11,4
73	1000—2000	5,6	200	1000	18,1

¹ Фаолит—пластмасса, получаемая смешением жидкой резольной (фенолальдегидной) смолы с асбестом. За границей фаолит известен под торговым названием „Хасег“. Fed.

Стыковые соединения канализационных труб должны быть водонепроницаемы, не должны разрушаться от воздействия химических примесей в сточных водах и температуры и должны обладать достаточной эластичностью.

Трубы (асбестоцементные) с гладкими концами соединяются при помощи муфт на резиновых кольцах. Применяется также заделка зазора между телом трубы и муфты конопаткой смоляной прядью и последующей зачеканкой или обмазкой асбестоцементным раствором или заливкой асфальто-битумной смесью или заделка цементным пояском (фиг. 2-0).

Раструбные трубы (бетонные и керамиковые) могут соединяться способами, описанными ниже.

Асфальто-битумный стык. Стык образуется конопаткой $\frac{1}{3}$ глубины раструба смоляной прядью и заливкой оставшихся $\frac{2}{3}$ глубины раструба смесью. Последняя состоит из 70% по весу асфальтовой мастики и 30% нефтебитума марки III или из 60% естественного асфальта и 40% нефтебитума марки III. Для заливки раструбов применяются также смеси, состоящие из 28,5% битума марки IV, 28,5% битума марки III и 43% филлера (известковой или гранитной муки, цементной пыли и пр.).

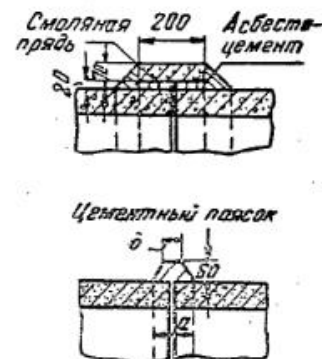
При температурах сточных вод порядка 50° С должна применяться смесь битумов марки IV и V. При температурах сточных вод более 50° С асфальтовые стыки не применяются. Не рекомендуется также применение асфальто-битумных стыков при наличии в сточных водах бензина, бензола и других растворителей битума. Асфальто-битумный стык обладает высокой эластичностью.

Цементный стык. Этот стык осуществляется также конопаткой $\frac{1}{3}$ глубины раструба смоляной прядью и заделкой на $\frac{2}{3}$ цементным раствором состава 1 : 1—1 : 2.

Цементные стыки являются жесткими и требуют применения жесткого основания под трубы (трамбовка щебнем, заделка труб в бетон и пр.).

Для придания стыку некоторой эластичности рекомендуется добавлять в раствор асбестовое волокно.

Кислотоупорный стык. Стык применяется при отводе кислых сточных вод в керамиковых трубах. В кислотоупорных стыках применяются кислотоупорный цемент и квар-

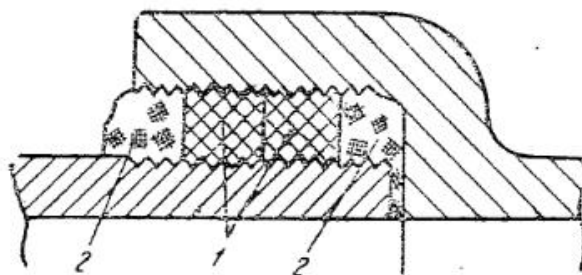


Фиг. 290

Заделка стыков канализационных труб с гладкими концами.

цевый песок. Хорошие результаты получаются при применении для соединения керамиковых раструбных труб расплавленной серы в смеси 1 : 2 с кварцевым песком. Эта смесь плавится и заливается подобно битуму.

Глиняный стык. Стык выполняется путем конопатки смоляной прядью раструба на $\frac{1}{2}$ его глубины. Далее он заполняется хорошо проматой пластичной жирной глиной. Снаружи весь стык также обмазывается слоем глины толщиной 80—90 мм и по длине—на 230—300 мм. Глиняный стык полезно обматывать тряпкой. Стык может прорасти корнями, поэтому применение его в зонах зеленых насаждений не рекомендуется.



Фиг. 291

Заделка раструбного стыка труб глиной для канализации кислых сточных вод
1—асбестовый шнур; 2—мятая глина

На фиг. 291 показан глиняный стык, рекомендуемый для канализации кислых сточных вод.

6. Кирпичные каналы

Трубы и каналы, сложенные из кирпича, применяются диаметром от 800 мм и более.

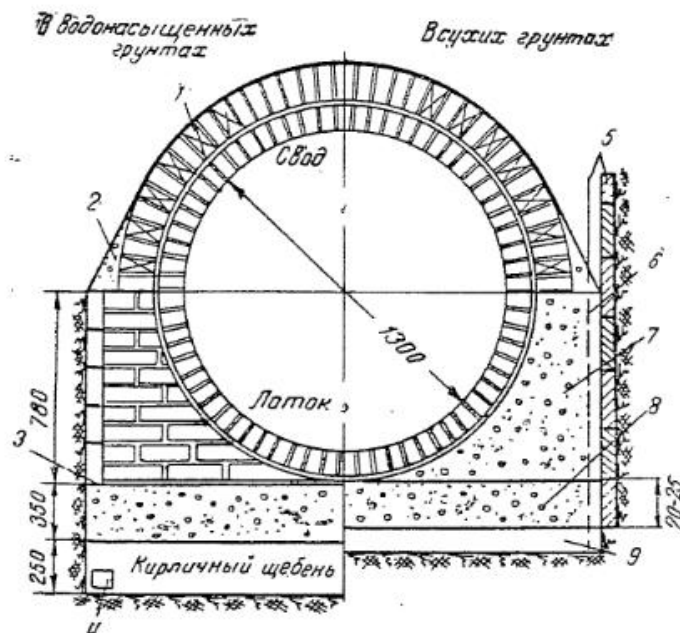
Нижняя, лотковая часть трубопровода выполняется в полкирпича на фундаменте (стуле), сложенном из кирпича или бетона. Свод трубопровода складывается в один или несколько перекатов толщиной в полкирпича каждый (фиг. 292).

Кладка свода осуществляется следующим образом:

- При диаметре 600—800 мм—в один перекат;
- 900—1100 „ — в два переката;
- 1200—1700 „ — в два переката с уширением стула;
- 1800 мм и более—в три переката.

Для кладки кирпичных трубопроводов применяется фасонный клинчатый кирпич, хорошо обожженный, плотный, без пустот и камешков, а также без известковых включений. Водопоглощаемость кирпича после 7-дневного пребывания в воде при комнатной температуре и просушивания в помещении в течение суток не должна превышать 13%. Угол конусности клинчатого кирпича должен соответствовать диаметру трубы.

Толщина швов, заполняемых цементным раствором марки 50, не должна превышать 10 мм по внутренней и 13 мм по наружной поверхности переката. Для повышения прочности кладки боковые поверхности кирпича делаются рифлеными.



Фиг. 292

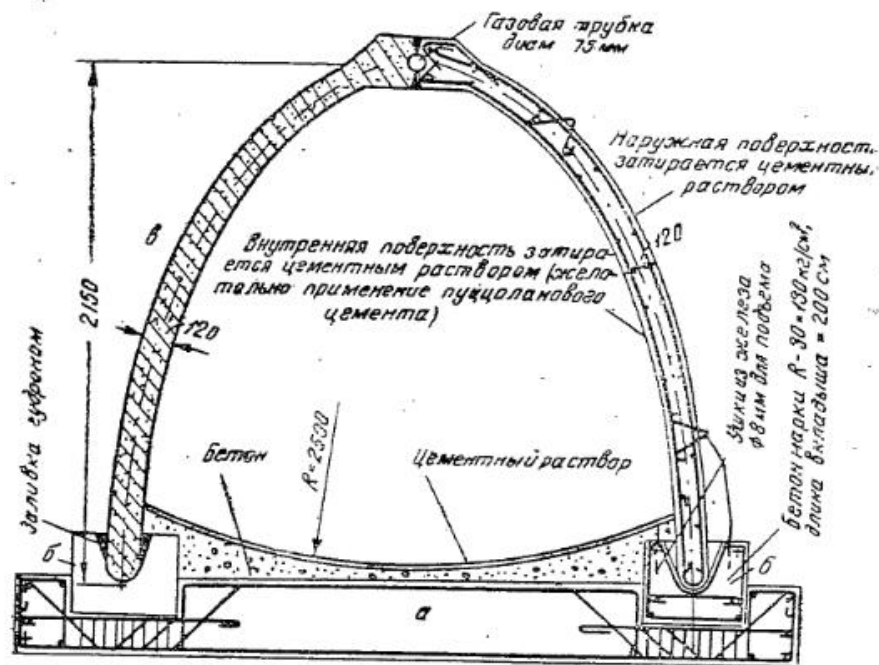
Кирпичный канал (размеры в см.)

1—кирпичные своды; 2—заделка цементным раствором; 3—стяжка цементным раствором; 4—дренаж; 5—крепление траншеи; 6—запечки; 7—стул; 8—бетонное основание; 9—щебеночная подготовка.

Кирпичные трубопроводы, при применении для кладки раствора из пуццоланового портланд-цемента марки 50 и при оштукатурке их наружной поверхности раствором из того же цемента марки 85, могут применяться в агрессивных грунтах и грунтовых водах.

7. Железобетонные каналы

Каналы некруглой формы поперечного сечения широко применяются при устройстве ливневой и производственной канализации с большими расходами сточных вод. Форма сечения и конструктивные размеры определяются специальным расчетом. Каналы могут проектироваться сборными из отдельных, изготовленных заводским способом, звеньев (фиг. 293) или набивными на месте.



Фиг. 293

Пример железобетонного канала сборной конструкции

а — основание из блоков или набивное на месте; б — блоки вкладыши; в — блоки боковые

8. Открытые земляные каналы

Наиболее дешевым решением при проектировании канализационной сети является устройство открытых земляных каналов с отмошкой. Она осуществляется в пределах смоченного периметра, соответствующего уровню сточных вод в сухую погоду или, в зависимости от грунтов и расчетных скоростей, в пределах всего живого сечения потока. Открытые земляные каналы применимы на нефтепромыслах, а также для отвода дождевых сточных вод за пределами территории нефтеперерабатывающих заводов.

В открытых земляных каналах при небольших уклонах для получения незаияющих расчетных скоростей предусматривается в пределах смоченного периметра гладкое покрытие (залитка швов мощения, штукатурка, покрытие плитами и пр.).

Допускаемые коэффициенты откоса m трапециoidalных каналов для глубин до 10 м показаны в табл. 323 [49].

Значение коэффициента m принимается также по табл. 324. Пример трапециoidalного канала показан на фиг. 294. Ширина канала по низу должна приниматься не менее 0,5 м.

Таблица 323

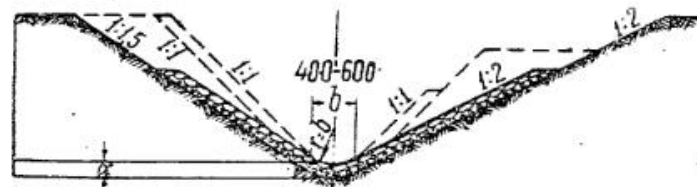
Характер грунта	Коэффициент откоса, m	Характер грунта	Коэффициент откоса, m
Мелкозернистые песчаные грунты	3—3,5	Тяжелые суглиники, плотные лессы и обычные глины	1—1,5
Супесчаные и слабоуплотненные грунты	2—2,5	Тяжелые плотные глины	1
Плотные супеси и легкие суглиники	1,5—2	Различные скальные породы в зависимости от твердости	0,5—0,1
Гравелистые и песчано-гравелистые грунты	1,5		

По ТУ 24-108—48 Главгидроэнергостроя.

Таблица 324

Характер грунта	Коэффициент заложения откоса m	Характер грунта	Коэффициент откоса m
Пески:			
а) пылеватые	3—3,5	Суглиники, лессы, глины	1,25—1,5
б) рыхлые	2—2,5	Гравий, галечник	1,25—1,5
в) плотные	1,5—2	Выветрившаяся скала	0,25—0,5
Супеси	1,5—2	Невыветрившаяся скала	0,1—0,25

По Н и ТУ 141—56.



Фиг. 294

Открытый земляной канал трапециoidalного сечения с мощными откосами и дном

а — слой подготовки и мощения.

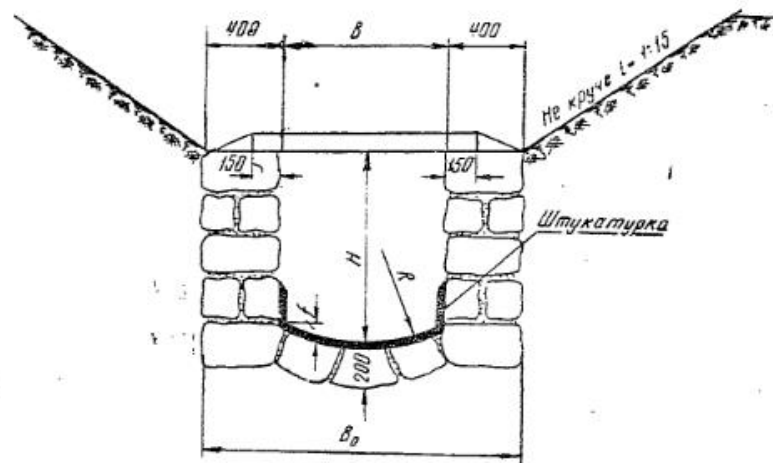
9. Открытые прямоугольные каменные каналы

Земляные каналы трапециoidalной формы целесообразно применять при неглубоких заложениях, в противном случае получается большая ширина канала поверху.

Преимущественное распространение в нефтепромысловой практике получили прямоугольные каналы, сложенные из местного стенового материала или бутобетона, открытые или закрытые съемными плитами.

Наиболее выгодная, с гидравлической точки зрения, форма сечения имеет отношение глубины заполнения канала к его ширине, равное 2 : 1. На практике обычно это отношение принимается близким к 1 : 1.

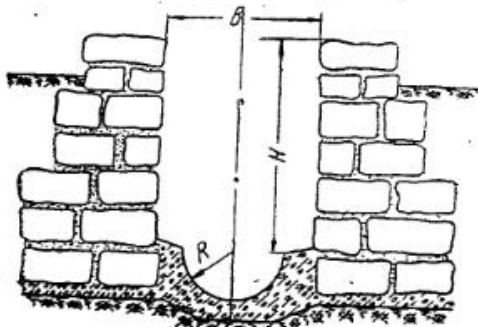
На фиг. 295 показан типовой канал каменной кладки при ширине 600—1000 мм и высоте 1000—1200 мм.



Фиг. 295

Типовой каменный прямоугольный канал из местного камня

Для улучшения гидравлических условий, при отводе сточных вод в сухую погоду, дну канала придается форма обратного полуциркулярного свода радиусом R , равным ширине канала.



Фиг. 296

Каменный канал с бетонным лотком

В пределах смоченного периметра при расходах в сухую погоду канал покрывается гладкой штукатуркой.

При плоском рельефе местности и небольших уклонах для повышения расчетной скорости в условиях сухой погоды, в прямоугольных каналах

предусматривается устройство полуциркулярного лотка, который назначается для отвода производительных сточных вод.

Типовой канал с полуциркулярным лотком показан на фиг. 296.

§ 91. СМОТРОВЫЕ КОЛОДЦЫ

В конструкцию колодца входят следующие элементы.

Рабочая камера, состоящая из колец диаметром 1 м, устанавливаемых на бетонном основании, имеющем открытый лоток. Кольца рабочей камеры изготавливаются из бетона марки 140 толщиной стен при ручной набивке 100 мм, при механизированной — 80 мм (фиг. 297) и соединяются на цементном растворе 1 : 2.

При диаметрах канализационных трубопроводов более 500 мм диаметр рабочей камеры принимается равным не менее 1,2 м при толщине стенок 80—100 мм, но при обязательном их армировании. Ширина полок в лотковом основании должна получаться не менее 200 мм.

При диаметрах трубопроводов более 500 мм применяются так же набивные на месте прямоугольные колодцы длиной 1 м и шириной равной наружному диаметру трубопровода + 0,4 м.

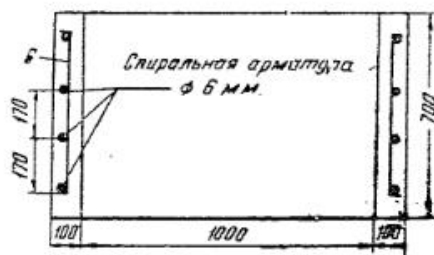
Рабочая камера может выполняться круглой формы из легкого кирпича с толщиной стенок в сухих грунтах при глубине заложения до 4 м — 120 мм, в мокрых грунтах при глубине заложения более 4 м — 250 мм, или прямоугольной формы из прямого кирпича с толщиной стенок во всех случаях — 250 мм.

Высота рабочей камеры принимается не менее 1,8 м до полки лотка, а глубина лотка в колодце — равной диаметру наибольшей трубы, присоединяемой к колодцу.

Конус высотой 0,7 м является переходной частью между рабочей камерой и горловиной. Для удобства спуска в колодец конус изготавливается с одной образующей, направленной вертикально (фиг. 298).

Толщина бетонных армированных стенок конуса принимается равной 100 мм.

Конус может быть выполнен из кирпичной кладки с напуском одного ряда кирпича над другим в 25 мм при применении легкого кирпича и 40 мм — при применении прямого. Тол-

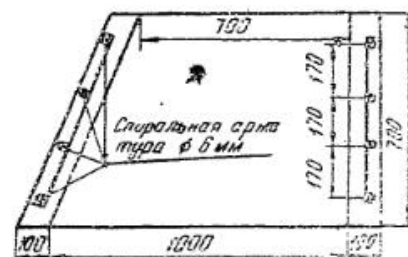


Фиг. 297

Кольцо рабочей камеры смотрового колодца

шина стенок кирпичного конуса принимается равной 120 мм в сухих грунтах и 250 мм - в мокрых.

Горловина диаметром 0,7 м, изготовленная заводским способом из бетона марки 170 с толщиной стенок 80 мм, или из кирпичной кладки с толщиной стенок при лекальном кирпиче в сухих грунтах 120 мм и в водонасыщенных грунтах — 250 мм (фиг. 299).



Фиг. 298

Конус смотрового колодца



Фиг. 299

Горловина смотрового колодца

В нефтепромысловой и нефтезаводской практике по соображениям техники безопасности на канализационной сети, отводящей сточные воды, которые могут выделять газы и пары, колодцы устанавливаются без горловин в составе колец и конуса вверх.

Чугунный люк, состоящий из опорного кольца (седла) и крышки. Конструкция колодцев принимается по ГОСТу 3634—47. На участках, заливаемых паводковыми водами, колодцы закрываются двойной крышкой.

Вес корпуса люка—73 кг, вес крышки—70 кг.

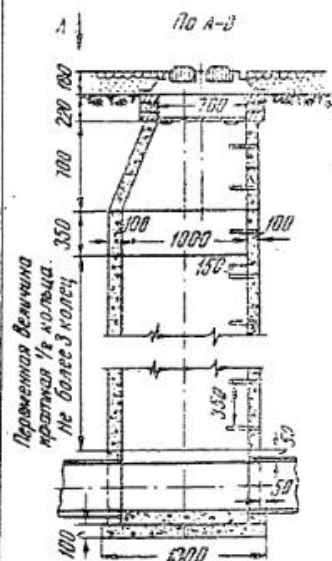
Для спуска в колодец устанавливаются по вертикальной образующей в шахматном порядке скобы через каждые 35 см по высоте друг от друга. Ширина их 12—20 см, отход от стенок—12—15 см. Изготавливаются они литыми из чугуна или из круглой стали, диаметром—18—22 мм.

При устройстве колодцев в водонасыщенных грунтах наружная поверхность их покрывается цементной штукатуркой состава 1 : 2 и толщиной 2 см. При наличии агрессивных грунтов и грунтовых вод кладка колодцев и штукатурка осуществляются из пуццоланового портланд-цемента.

Конструкция бетонного колодца и его лотковой части показана на фиг. 300.

Смотровой бетонный колодец прямоугольной формы показан на фиг. 302.

При соединении каналов большого диаметра кривая поворотов должна осуществляться радиусом не менее 5 диаметров. Пример камеры слияния крупных каналов показан на фиг. 301.

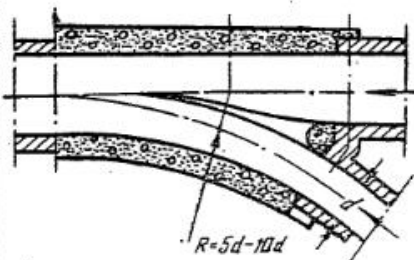


Вид сверху (без люка)
по А



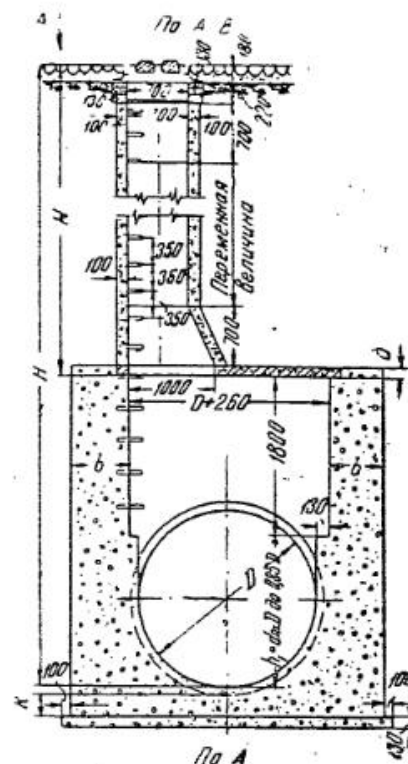
Фиг. 300

Круглый бетонный смотровой колодец

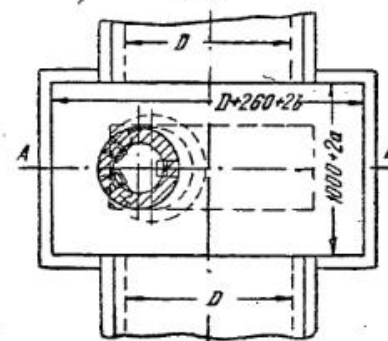


Фиг. 302

Схема соединения крупных каналов



По А



Фиг. 301

Бетонный прямоугольный колодец

Перепадные колодцы

Перепадные колодцы устраиваются:

а) с наружным вертикальным стояком из металлических труб (фиг. 303). Эти перепады применяются в круглых бетонных колодцах диаметром 1000 мм;

б) с внутренним прямоугольным кирпичным каналом, применяемых в прямоугольных кирпичных или бетонных колодцах, размерами 900 × 1000 мм (фиг. 304).

Высота перепада при трубопроводах от 125 до 200 мм принимается не более 6 м, а при трубопроводах диаметром от 250 до 400 мм — не более 4 м. Перепадные колодцы с вертикальными каналами, а также с вертикальными стояками диаметром от 250 до 400 мм, должны иметь водобойную подушку глубиной 0,75 диаметра. Под водобойной подушкой, над плитой основания, должен быть предусмотрен слой бетона марки 150, толщиной не менее 150 мм.

При диаметре вертикального стояка 125—200 мм шельгу его колена следует устанавливать на уровне шельги отводящего трубопровода;

в) при диаметрах трубопроводов 450 мм и более перепады устраиваются в виде открытых водосливов с водобойной подушкой глубиной — по расчету.

Конструкция перепадного колодца этого типа показана на фиг. 305.

Гидравлический расчет перепадных колодцев типа приведенного на фиг. 304, определяется по номограмме, показанной на фиг. 306 [50].

Величина удельной энергии потока в первом приближении определяется по формуле

$$T_0 = H + h_n + \frac{v^2}{2g},$$

где H — высота перепада, м;

h_n — глубина заполнения подводящей трубы, м;

v — скорость потока в подводящей трубе, м/сек.

Расход на единицу ширины водослива

$$q_0 = \frac{Q_p}{d} \text{ м}^3/\text{сек},$$

где d — диаметр подводящего трубопровода, м;

Q_p — расчетный расход в подводящем трубопроводе, м³/сек.

По номограмме, по значениям q_0 в л/сек и T_0 в метрах, определяется в первом приближении величина B — глубина воды от дна водобойного колодца до горизонта воды в отводящем трубопроводе, м.

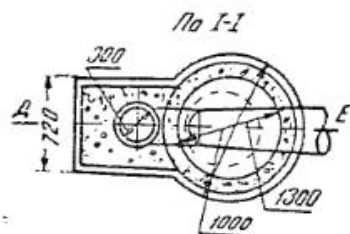
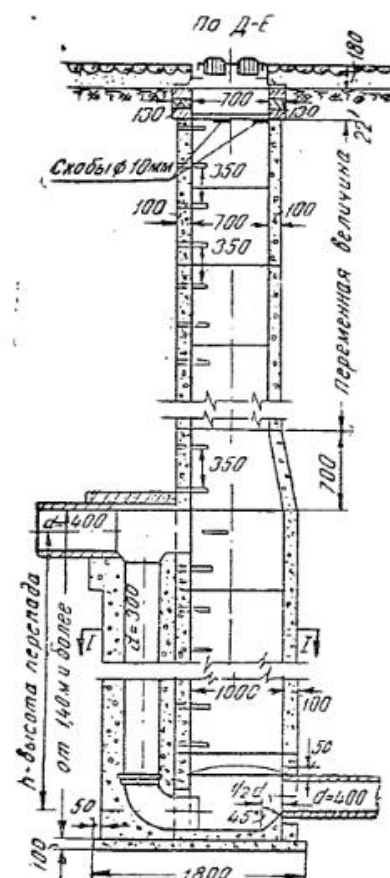
Глубина водобойного колодца

$$p = B - h_n,$$

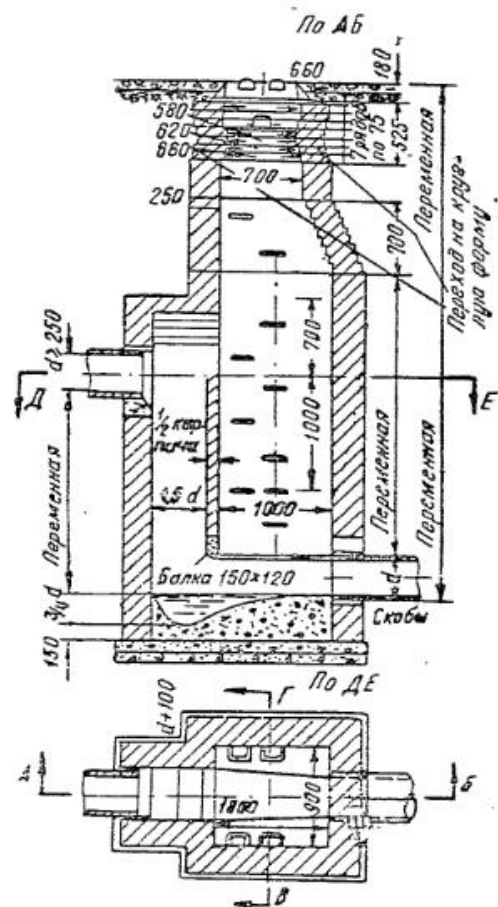
где h_n — глубина заполнения отводящей трубы, м.

Величина удельной энергии потока во втором приближении выразится уравнением

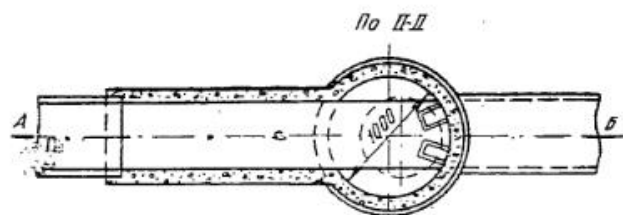
$$T_0 = H + h_n + \frac{v^2}{2g} + p \text{ м.}$$



Фиг. 303
Перепадной колодец с наружным стояком



Фиг. 304
Прямоугольный перепадной колодец с внутренним перепадным каналом



Перепадной колодец для коллекторов диаметром 450—1000 мм



По новому значению T_0 и q_0 во втором приближении определяются по номограмме высота водяной подушки B и окончательное значение глубины водобойного колодца p .

Для обеспечения сопряжения по типу покрытой струи значение p увеличивается на 10—15%.

$$L = 1,15 \sqrt{H_0 (H + 0,33 H_0)} \text{ м},$$

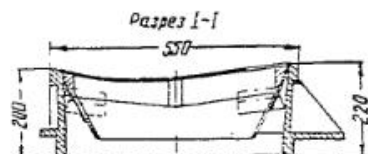
где

$$H_0 = h_0 + \frac{v^2}{2g} \text{ м.}$$

Координаты точек параболы водослива находятся из уравнения

$$x = \frac{L}{2} \left(\frac{y}{H} \right).$$

Задаваясь значениями y , определяют значения x , по которым строится парабола водослива.



§ 92. ДОЖДЕПРИЕМНИКИ

Дождеприемники устраиваются круглой и прямоугольной формы размерами соответственно $d = 0,8—0,9 \text{ м}$ и $0,6 \times 0,9 \text{ м}$ из бетона, кирпича или камня—без осадочника. Решетка дождеприемника изготавливается из чугуна с прозорами шириной 25—35 мм в свету и с направлением их перпендикулярно движению дождевого потока по лотку.

Пример конструкции решетки кирпичного дождеприемника показан на фиг. 307.

Дождеприемники устанавливаются преимущественно в лотках проезжей части дорог, в пониженных точках и на перекрестках вне линии прохода пешеходов. Расстояние между дождеприемниками должно быть не более:

50 м	при продольном уклоне дороги до 0,004,
60 "	" " " " " от 0,004 до 0,006
70 "	" " " " " " 0,007 " 0,009
80 "	" " " " " " 0,01 " 0,03.

При ширине проезжей части более 30 м или при продольном уклоне более 0,03 расстояние между дождеприемниками не должно превышать 60 м.

Размещение дождеприемников должно проверяться гидравлическим расчетом. При этом допускается максимальная ши-

рина поверхностного потока по лотку проезжей части не более 1,4 м при повторяемости расчетного дождя один раз в год.

Водопоглощаемость стандартных решеток может быть принята равной 25—45 л/сек. На больших потоках дождевых вод, движущихся по дорожному лотку, необходимо устанавливать последовательно две, три и более решетки на расстоянии 1,5—2 м друг от друга. Решетки устанавливаются на 5 см ниже дорожного покрытия.

Глубина колодца дождеприемника должна быть не менее 0,8 м.

Для приема неорганизованных потоков дождевых вод с нефтепромысловых территорий устанавливаются дождеприемники специальной, нестандартной конструкции, разрабатываемой применительно к месту.

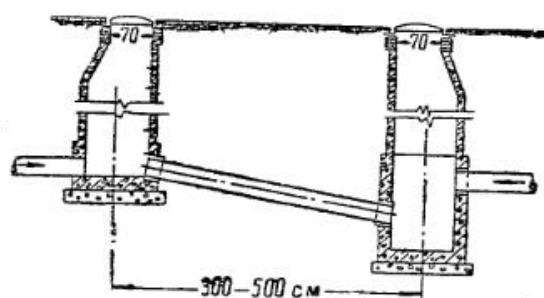
Дождеприемники на обвалованных территориях и на технологических площадках устанавливаются круглого типа диаметром 0,8 м. В отдельных случаях на небольших площадках они могут заменяться стандартными трапами диаметром 100 мм. За дождеприемником должен быть установлен гидрозатвор.

§ 93. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЗАТВОРЫ

Конструкция стандартного гидравлического затвора на производственной сети показана на фиг. 308.

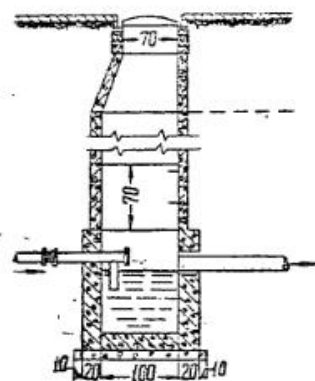
По техническим условиям ПТУСП МНПО1—51 и 02—55 гидравлические затворы должны быть установлены на всех выпусках от цехов и технологической аппаратуры, площадок технологических установок, групп и отдельно стоящих резервуаров, помещений групп задвижек насосных, котельных, мерников, групповых установок по сбору нефти и т. п., а также на расстоянии не менее 10 м до и после нефтеловушек. На промканализации нефтезаводов расстояние между гидрозатворами не должно превышать 250 м, на магистральных каналах нефтепромыслов—400 м. Величина затвора равна 0,25 м.

На выпусках устанавливаются гидрозатворы упрощенной конструкции (фиг. 309).



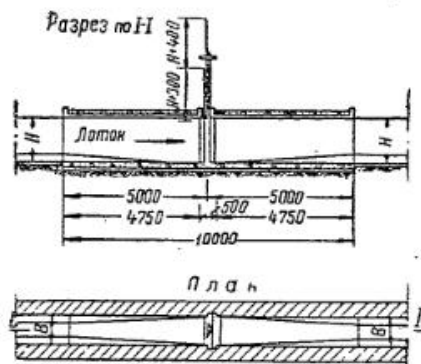
Фиг. 308
Стандартный гидравлический затвор на канализационной сети

В общесплавной канализации применяются гидрозатворы с двумя или тремя трубами, устанавливаемыми на разных уровнях, соответствующих заполнению трубопровода в сухую погоду, при средних и при расчетных дождях.



Фиг. 309

Усиленный гидравлический затвор на выпусках из установок



Фиг. 310

Шиберный гидравлический затвор

На новых промышленно-ливневых канализационных сетях бакинских нефтепромыслов применяются шиберные гидрозатворы простой конструкции, с опускаемым во время пожара щитом (фиг. 310).

§ 94. ДЮКЕРЫ И ЭСТАКАДЫ

1. Дюкеры

Дюкеры применяются при пересечении канализационными каналами оврагов, водных протоков или подземных коммуникаций, не подлежащих перекладке.

Дюкер состоит из входной 1 и концевой 2 камер и трубопровода 3, укладываемого ниже встреченных препятствий. Трубопровод состоит из нисходящей, горизонтальной и восходящей линий. Схема дюкера показана на фиг. 311.

Дюкер укладывается не менее, чем в две рабочие линии. Дюкеры через сухие овраги при любом расходе, а при пересечении водоемов при незначительном расходе и в оправданных случаях, могут укладываться в одну линию.

Диаметр дюкера принимается не менее 150 мм, расчетная скорость — не менее 0,9 м/сек, но не менее скорости в подводящем к дюкеру канале.

Входная камера состоит из переднего „мокрого“ отделения и заднего „сухого“, где размещаются запорные задвижки, поз-

воляющие отключать отдельные линии дюкера. Во входной камере, при наличии возможности, устраивается аварийный выпуск, позволяющий отключать дюкер и отводить в аварийных случаях сточную воду по согласованию с органами саннадзора в овраги или водоемы.



Фиг. 311

Схема дюкера

A — отметка подводящего канала; A' — отметка входа в дюкер; B — отметка выхода из дюкера; B' — отметка отводящего канала; H — разность отметок подводящего (A) и отводящего (B) каналов;

Подводная часть дюкера должна укладываться на глубине не менее 0,5 м от дна, считая до верха трубы. На судоходных реках глубина укладки трубопровода ниже дна принимается по согласованию с управлением судоходства.

Разница отметок поверхности воды во входной и концевых камерах должна быть равна потерям напора в дюкере.

$$\Delta Z = Z_1 - Z_2 = h_w + h_{м.п.},$$

где h_w — потери напора в трубах, определяемые по формулам или таблицам для расчета напорных водопроводных труб;

$h_{м.п.}$ — сумма местных потерь, которая складывается из:

1) потерь напора при входе в трубу во входной камере

$$h_{вх} = \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right)^2 \frac{v^2}{2g} \approx 0,5 \frac{v^2}{2g} \text{ м};$$

2) потерь напора при выходе из трубы в концевой камере

$$h_{вых} = \frac{(v - v_0)^2}{2g} \text{ м};$$

3) потерь напора на поворотах

$$h_{пов} = \frac{\theta}{90^\circ} \cdot \xi \frac{v^2}{2g} \text{ м},$$

где v — скорость в дюкере, м/сек (не менее 0,9 м/сек);

v_0 — скорость в отводящем трубопроводе, м/сек;

θ — угол поворота, град.;

ξ — коэффициент, равный $0,13 + 1,847 \left(\frac{r}{R} \right)^{1/2}$ или определяемый по табл. 325;

Таблица 325

r/R	1/18	1/12	1/6	1/4	1/3	1/2
ξ	0,131	0,132	0,135	0,145	0,171	0,294

r — радиус трубы дюкера, м;

R — радиус закругления на повороте, м.

2. Эстакады

Пересечение оврагов и небольших водных протоков целесообразно осуществлять устройством эстакад, которые имеют существенные эксплуатационные преимущества по сравнению с дюкерами (очистка при засорениях и др.).

Эстакады представляют собой бетонные, каменные, железобетонные или металлические опоры, на которых укладываются канализационные трубопроводы с расчетным диаметром и уклоном. В холодных климатических условиях трубопроводы укладываются в деревянных или железобетонных коробах, заполненных теплоизолирующими материалами (опилками, торфом, шлаком и пр.) или покрываются теплоизоляционной обделкой.

§ 95. УСТРОЙСТВА ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ КАНАЛАМИ АВТОГУЖЕВЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

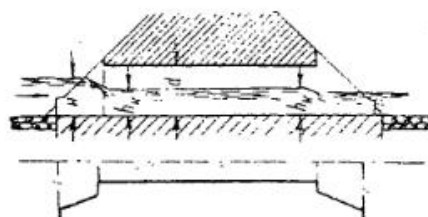
Пропуск сточных вод, отводимых по естественным логам или земляным трапециевидным каналам через автогужевые и железные дороги, осуществляется, в зависимости от расхода, устройством малых мостов или укладкой труб.

Наиболее простым и дешевым приемом пропуска сточных вод является укладка стандартных, круглых безнапорных труб.

Для уменьшения величины гидравлических сопротивлений при входе потока в трубу и лучшего использования ее сечения, в трубе устраиваются входные оголовки. Они могут быть: а) обтекаемые, характеризующиеся средним значением коэффициента скорости $\varphi = 0,95$ и коэффициентом сопротивления $\xi_{вх} = 0,10$ и б) необтекаемые — порталные, коридорные, раструбные, воротниковые, имеющие значения $\varphi = 0,85$ и $\xi_{вх} = 0,40$.

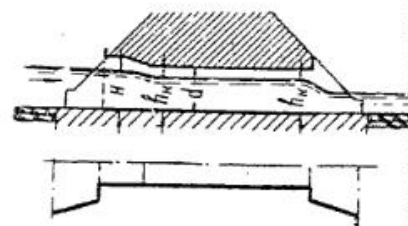
Простейшая схема очертания свободной поверхности потока в безнапорных дорожных трубах, без подпора от нижнего бьефа, показана на фиг. 312.

Для поддержания в трубе безнапорного режима необходимо, чтобы свободная высота внутри трубы от зеркала воды до шельги была больше разницы $d-H$, а движение в трубе осуществлялось при неполном ее заполнении. Для лучшего использования сечения трубы у оголовка устанавливается звено повышенной высоты $d_1 = 1,4 d$, что позволяет сохранить внутри трубы минимальный зазор в пределах 0,25 м (фиг. 313).



Фиг. 312

Схема очертания свободной поверхности воды в дорожной трубе без подпора от нижнего бьефа



Фиг. 313

Дорожная труба с повышенным входным звеном конического оголовка

Гидравлический расчет безнапорных дорожных труб может быть выполнен по табл. 326.

Таблица дана для оголовков:

а) I — необтекаемого типа, с глубиной у входа $H \leq d$;

б) II — обтекаемого типа с повышенным входным звеном $d_1 = 1,4 d$ и глубиной у входа $H \leq 1,4 d$.

Порядок пользования табл. 326 изложен в приведенном ниже примере.

Расчетные показатели для обеспечения безнапорного режима должны подбираться выше черты в табл. 326.

Пример: Через автодорожное полотно должен быть пропущен расход $Q = 1,1 \text{ м}^3/\text{сек}$ в условиях безнапорного режима.

При необтекаемом оголовке этому расходу соответствуют показатели — $H = 0,94 \text{ м}$, $v = 2,20 \text{ м/сек}$ и $d = 1,0 \text{ м}$ (выше черты), при которых обеспечивается условие $H < d$. При расходе $Q = 1,1 \text{ м}^3/\text{сек}$, диаметре $1,0 \text{ м}$ и скорости $2,20$ потребуются уклон трубы $J = 0,0046$. Заполнение $h : d$ будет равно $0,6$ и глубина воды равна $0,6 \text{ м}$. Для предотвращения подпора и образования затопленного водослива со стороны нижнего бьефа, на выходе из сооружения, предусматривается соответствующий перепад.

При обтекаемом оголовке и повышенном входном звене, т. е. при оголовке типа II, согласно табл. 326, расход $Q = 1,1 \text{ м}^3/\text{сек}$ может быть пропущен через трубу $d = 0,75 \text{ м}$ при скорости $v = 2,68 \text{ м/сек}$ и высоте у входа в сооружение $H = 1,05 \text{ м}$. Высота воды у входа в трубу $1,05 = 1,4 \cdot d = 1,4 \cdot 0,75$, что удовлетворяет поставленному условию $H \leq 1,4 d$.

По гидравлическим таблицам (см. § 60) уклон трубы J должен быть равен $0,0115$ при заполнении $h : d = 0,75$. Высота потока в трубе будет равна $h = 0,75 \cdot 0,75 = 0,56$ и свободный зазор в трубе $d - h = 0,75 - 0,56 = 0,19 \text{ м}$.

Пересечение дорожного полотна канализационным каналом прямоугольного сечения обычно осуществляется простым перекрытием канала железобетонными плитами с сохранением его габаритных размеров и уклона.

Круглые безнапорные дорожные трубы

Диаметр, м	0,75						0,9						1,25						1,5					
	I			II			I			II			I			II			I			II		
	H	v	u	H	v	u	H	v	u	H	v	u	H	v	u	H	v	u	H	v	u	H	v	u
0,4	0,60	1,71	0,57	0,72	2,05	0,71	0,56	1,60	0,53	1,60	0,54	0,57	0,50	1,57	0,49	1,50	0,44	1,50	0,48	1,43	0,42	1,43	0,42	1,43
0,6	0,77	2,12	0,87	0,95	2,32	0,83	0,71	1,85	0,66	1,85	0,67	1,77	0,63	1,77	0,63	1,75	0,57	1,75	0,59	1,65	0,53	1,65	0,53	1,65
0,8	1,02	2,83	1,00	1,05	2,48	0,90	0,78	2,07	0,77	2,07	0,79	1,96	0,74	1,96	0,73	1,84	0,67	1,83	0,69	1,78	0,53	1,78	0,53	1,78
0,9	1,20	3,25	1,00	1,05	2,58	0,96	0,84	2,20	0,84	2,20	0,86	2,08	0,81	2,08	0,79	1,91	0,73	1,91	0,77	1,83	0,67	1,83	0,67	1,83
1,0	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
1,1	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
1,2	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
1,4	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
1,6	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
1,8	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
2,0	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
2,2	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
2,5	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
3,0	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
3,3	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
3,5	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
3,9	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
4,5	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
4,8	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
5,0	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
5,5	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
6,0	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
6,1	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90
6,5	1,34	3,18	1,18	1,05	2,68	1,01	0,96	2,43	0,94	2,34	0,94	2,20	0,87	2,20	0,85	2,00	0,76	1,95	0,77	1,86	0,74	1,90	0,74	1,90

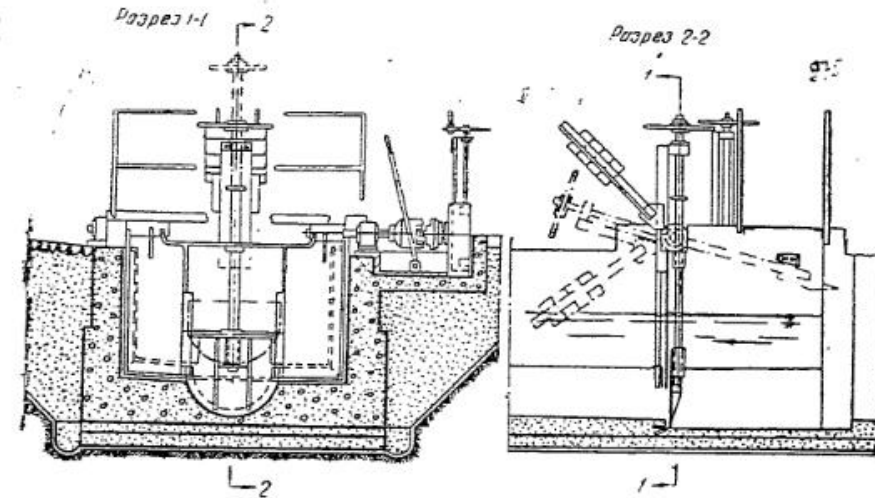
Примечания. 1. H — глубина перед сооружением, м; u — скорость воды в сооружении, м/сек.

2. При расчете безнапорных труб пользоваться таблицей выше черты.

§ 96. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОМЫВКИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ КАНАЛОВ И ТРУБ

На участках сети, где не могут быть обеспечены скорости самоочищения, наряду с другими эксплуатационными мероприятиями должны быть предусмотрены устройства для искусственной промывки каналов.

Для промывки крупных каналов, с постоянным расходом сточных вод, могут устанавливаться в определенных местах промывные ворота. Устройство таких ворот показано на фиг. 314.



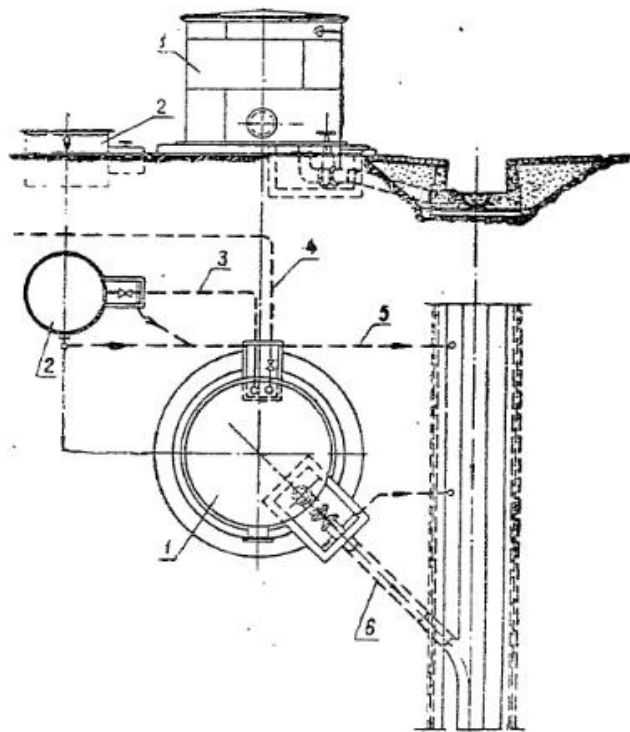
Фиг. 314

Конструкция промывных ворот на открытых каналах

При закрытии промывных ворот происходит скопление сточных вод в вышележащем участке канала. Эта скопившаяся вода, при мгновенном открытии ворот, в большом количестве и с повышенной скоростью устремляется в нижележащий участок канала, смывая скопившиеся осадки.

Промывка мелких каналов, работающих с перерывами или с периодически заниженными расходами, может осуществляться из специальных промывочных резервуаров с промывочными штуцерами $d=300$ мм (фиг. 315). Для этой цели используются также противопожарные резервуары.

Для промывки каналов сечением $0,6 \times 0,6$ м на участке длиной 500 м при уклоне 0,003 потребуется подача воды в количестве 70–80 м³ в течение 5–7 мин. при интенсивности 120–150 л/сек.



Фиг. 315

Пример устройства промывочных резервуаров

1—промывочный резервуар; 2—пожарный чан; 3—труба для подачи воды в пожарный чан; 4—подача водопроводной воды; 5—переливная труба; 6—промывная труба.

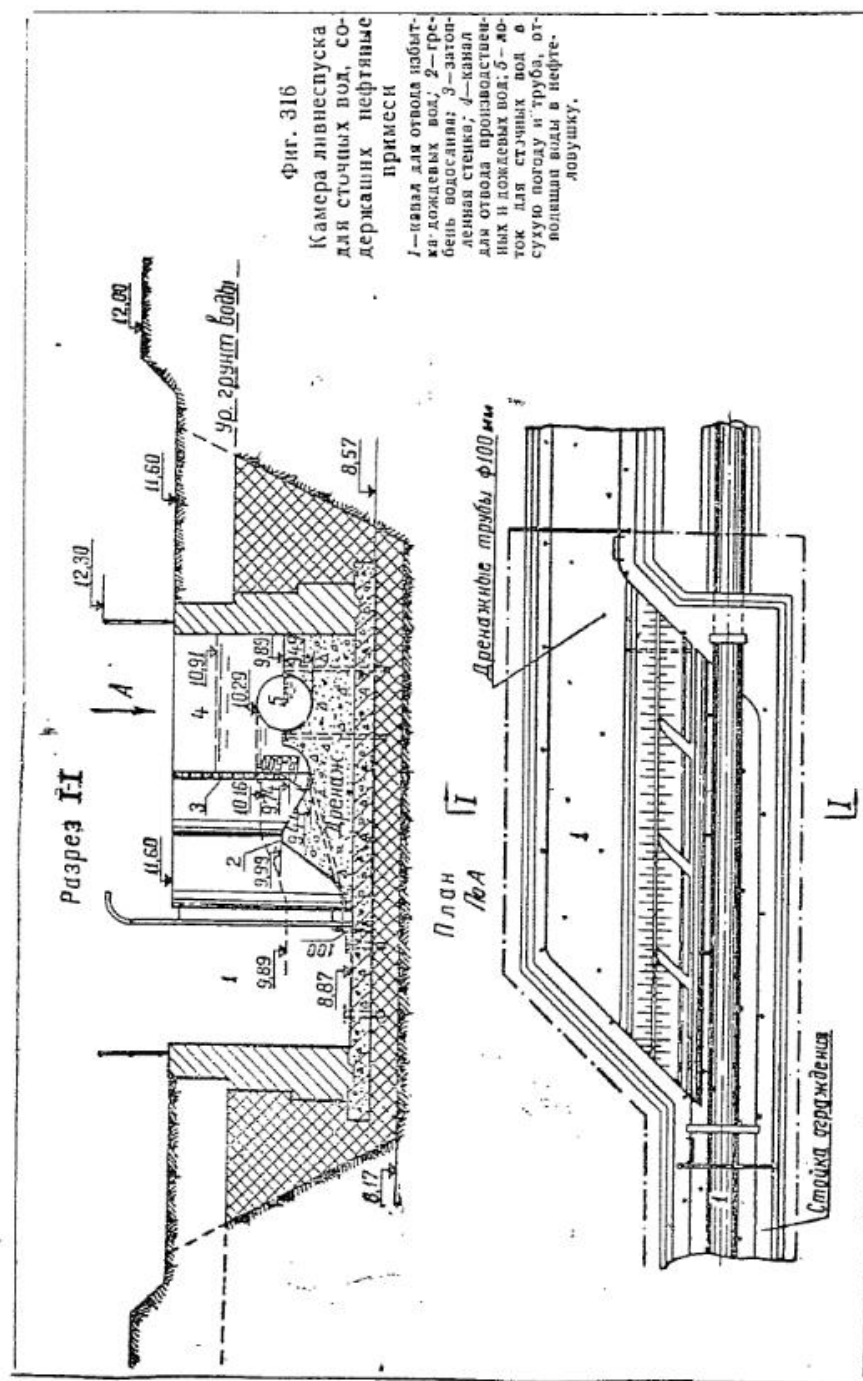
§ 97. КАМЕРЫ ЛИВНЕСПУСКОВ

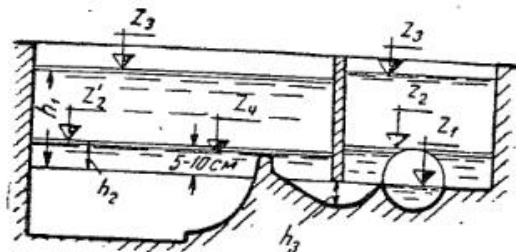
Устройство ливнеспусков предусматривается на каналах для сброса во время выпадения дождей и снеготаяния части дождевых сточных вод перед их поступлением в узлы нефтеулавливания и другие очистные установки.

Сброс избытка дождевых вод из канализационных каналов осуществляется через боковые водосливы.

Устройство камеры ливнеспуска с висячей стенкой, задерживающей плавающую нефтяную пленку и обеспечивающей сброс в ливнеспуск только нижних слоев движущегося потока, показано на фиг. 316. Высотная схема камеры ливнеспуска этой конструкции показана на фиг. 317.

Труба 5, отводящая сточные воды в нефтеловушку в сухую погоду, имеет расчетное заполнение $h/d=0,5$ при отметке горизонта воды Z_1 . Во время расчетного дождя сточная вода поступа-





Фиг. 317
Высотная схема камеры ливнеспуска

рез подныр, образованный висячей стенкой 3 и приямком под ней¹.

Порог водослива устанавливается на отметке Z_4 на 5—10 см выше уровня воды в канале в сухую погоду

$$Z_4 = Z_1 + (5-10) \text{ см.}$$

Во время расчетного дождя отметка зеркала воды в подводящем канале принимается равной, по данным расчета сети, Z_3 , а в отводящем канале Z_2 (соответствующая условию полного заполнения трубы 5). Отметка за висячей стенкой на пороге водослива будут равны Z_3' и Z_2' . Разность отметок $h_w' = Z_3 - Z_3'$ и $h_w'' = Z_2 - Z_2'$ определяется суммой гидравлических потерь, возникающих при движении потока под висячей стенкой. Величина этих потерь выразится

$$h_w = 4,5 \frac{v_0^2}{2g} \text{ м,}$$

где v_0 — скорость течения воды под висячей стенкой. Для обеспечения самоочищения в образовавшемся под висячей стенкой щели значение v_0 должно приниматься равным или большим 0,8 м/сек.

Свободная высота под висячей стенкой определяется уравнением

$$h_3 = \frac{Q}{b \cdot v_0} \text{ м,}$$

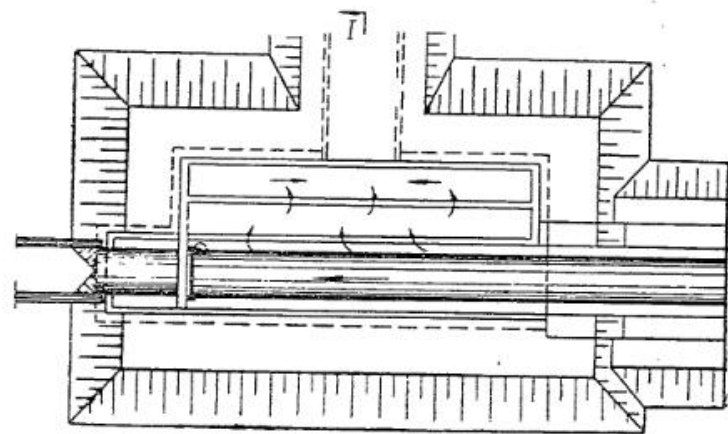
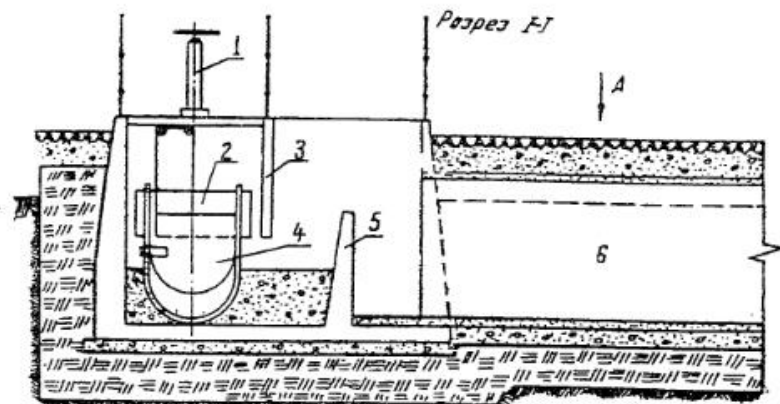
где b — ширина порога водослива, м;
 Q — расход сбрасываемой воды, м³/сек;

v_0 — скорость под висячей стенкой, равная 0,8 м/сек.

На фиг. 318 показана камера ливнеспуска с устройством дополнительного переливного окна 2 выше затопленной (вися-

ет в нефтеловушку при полном заполнении трубы 5, с расходом $Q = 2 Q_{\text{сух. пор.}}$. Излишек сточной воды против двойного расхода в сухую погоду сбрасывается через порог водослива в ливне-спуск. Этот излишек воды поступает на порог водослива че-

чей) стенки 3. В сухую погоду течение сточных вод осуществляется по лотку при открытом шибере 4. Во время дождя при повышении уровня сточных вод шибер 4, при подъеме связанного с ним поплавка, закрывается и сточная вода поступает в расположенный ниже участок канала через переливное окно 2. Закрытие шибера 4 может осуществляться вручную через штурвал колонки 1.



Фиг. 318

Камера ливнеспуска с дополнительным переливным окном

1—колонка управления шибером; 2—переливное окно; 3—затопленная стенка; 4—шибер с поплавком; 5—продольный водослив; 6—ливне-спуск

Для расчета боковых водосливов применяется формула Энгельса

$$Q = M \cdot \sqrt[3]{b^2 \cdot h_2^{3,8}} \text{ м}^3/\text{сек,}$$

¹ Наличие висячей стенки, искажая характер истечений, требует специальной формулы. Ред.

где Q — расход, сбрасываемый ливнеспуском, $\text{м}^3/\text{сек}$;
 M — коэффициент, принимаемый равным 2,2;
 b — длина гребня водослива, м ;
 h_2 — высота слоя воды в конце водослива, м .

Для расчета боковых водосливов при длине гребня от 5 до 12 м в зарубежной практике принята формула

$$b = 7,54 \cdot v \cdot d \cdot \lg \frac{h_1}{h_2} \text{ м},$$

где v — скорость в канале при подходе к камере ливнеспуска, $\text{м}/\text{сек}$;

d — диаметр подводящей трубы, м ;

h_1 и h_2 — высота слоя воды над водосливом в начале и в конце камеры ливнеспуска в м , определяемая по высоте заполнения канализационных каналов до и после ливнеспуска.

ВНИИГим для расчета боковых водосливов рекомендует формулу [49]

$$Q = M_{6.в} \cdot L \cdot H_1^{3/2} \text{ м}^3/\text{сек},$$

где L — длина гребня водослива, м ;

H_1 — высота воды над порогом водослива, определяемая разницей расчетной глубины воды в подводящем канале H_k и высотой порога над дном канала P , м ;

$M_{6.в}$ — коэффициент расхода бокового водослива, определяемый по табл. 327.

Таблица 327

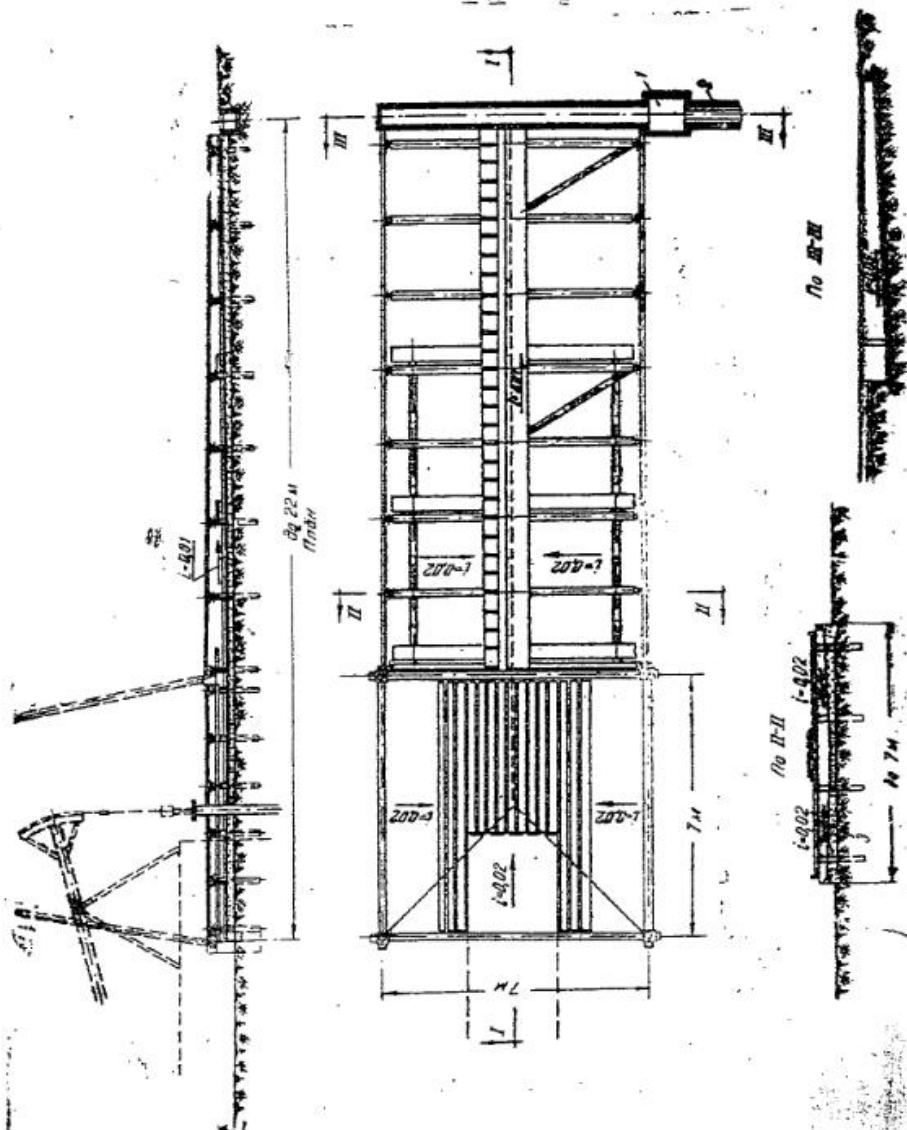
$\frac{H_k}{H_k - P}$	Значение $L:b$ (длина гребня к ширине канала)												
	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
1,4	1,712	1,704	1,698	1,691	1,684	1,678	1,665	1,652	1,641	1,630	1,621	1,611	1,608
1,6	1,615	1,595	1,594	1,588	1,575	1,565	1,545	1,525	1,506	1,437	1,472	1,455	1,440
1,8	1,467	1,449	1,432	1,417	1,402	1,388	1,351	1,318	1,288	1,259	1,223	1,193	1,164
2,0	1,299	1,271	1,244	1,220	1,195	1,171	1,116	1,059	1,005	0,959	0,903	0,853	0,809
2,2	1,128	1,091	1,052	1,016	0,976	0,945	0,860	0,779	0,697	0,619	—	—	—
2,4	0,977	0,926	0,876	0,826	0,778	0,729	—	—	—	—	—	—	—

Эти значения коэффициента расхода бокового водослива определены при форме водосливной стенки, удовлетворяющей коэффициенту расхода прямого водослива практического профиля $M=2,170$. В противном случае к значениям $M_{6.в}$ добавляется

$$\Delta M = M - 2,170,$$

где M — коэффициент расхода для прямого водослива, соответствующий принятой формуле водосливной стенки.

Фиг. 319
 Канализационное оборудование
 рудованье отстойной
 нефтяной скважины
 1 — гидростатор; 2 — камера
 промысловой канализации;
 3 — бетонное дно



§ 98. КАНАЛИЗАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Для предотвращения загрязнения территории промысла и потерь нефти, у буровой скважины предусматривается устройство бетонной площадки шириной до 7 м и длиной до 22 м (фиг. 319). Бетонная рабочая площадка вокруг устья скважины получает размеры 7×7 м. К этой площадке примыкает бетонная площадка размером 7×15 м для складывания труб и штанг.

Толщина бетонного покрытия площадки принимается от 0,1 м и больше при марке бетона R-90.

Площадка устраивается с уклоном 0,02 от краев к середине и с уклоном 0,01 по средней ее линии от устья скважины к сборному лотку. Лоток присоединяется к промысловой канализации через гидрозатворы типа, показанного на фиг. 309.

Над бетонным основанием делается сплошной досчатый настил с прозорами между досками для стока воды. Между бетонным основанием и настилом необходимо оставлять пространство высотой 0,15—0,25 м.

Аналогичные устройства должны быть предусмотрены и на других установках.

§ 99. ВЫПУСК СТОЧНЫХ ВОД В ВОДОЕМЫ

Выпуск нефтезаводских и промысловых сточных вод в водоемы может осуществляться:

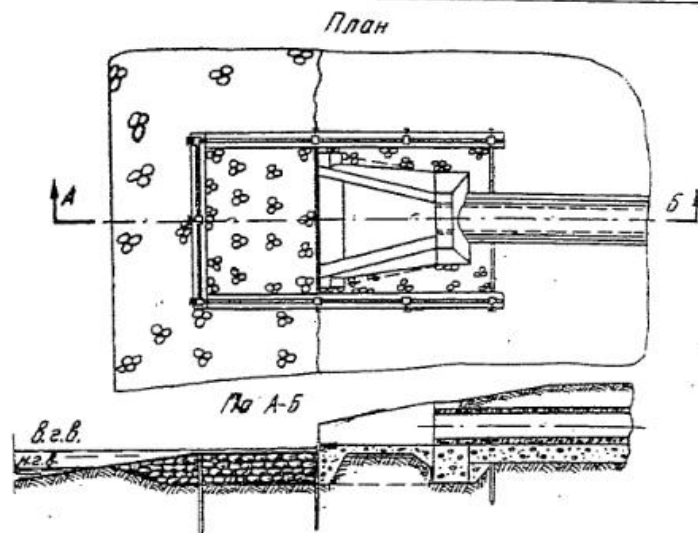
- береговой камерой со сбросом воды в одном пункте непосредственно у берега водоема;
- рассеивающей трубой, уложенной на дне водоема и обеспечивающей выход сточных вод мелкими струями для наиболее быстрого и лучшего их смешения с природной водой.

Быстрое и полное смешение сточных вод с водой водоема может по ряду показателей загрязнения в значительной степени смягчить вредное влияние производственных стоков на водоем.

Береговой сосредоточенный выпуск сточных вод (фиг. 320) может быть допущен в случаях, когда:

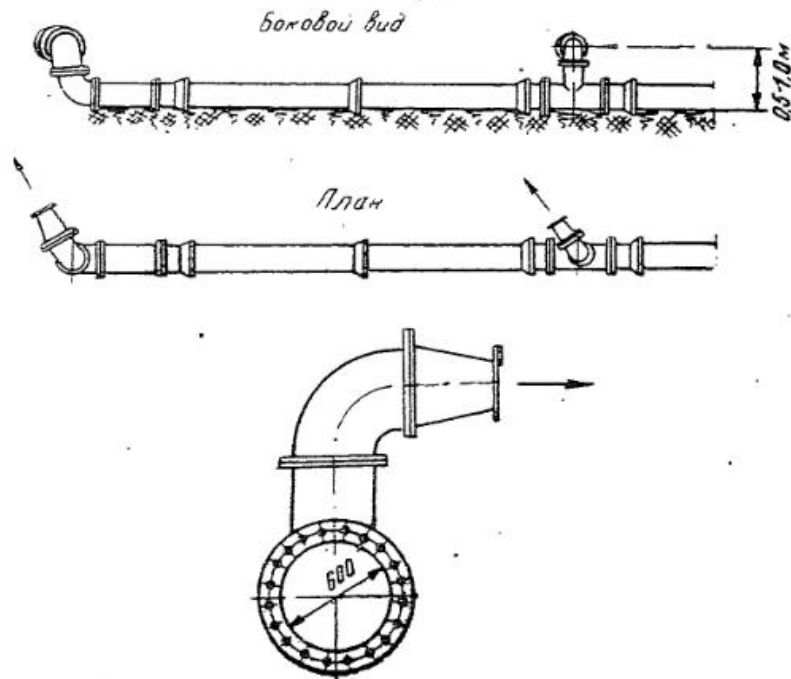
- выпускаются условно чистые или в достаточной степени очищенные сточные воды, не оказывающие вредного влияния на состояние водоема;
- по местным условиям быстрое смешение сточных вод в водоеме не является обязательным.

Лоток трубы выпуска желательно располагать на отметках, отвечающих высокому горизонту воды в водоеме. При кратковременных подъемах горизонта воды в водоеме может быть допущен некоторый подпор у выпуска, но не выше расчетного уровня воды в отводящем трубопроводе.



Фиг. 320

Устройство берегового сосредоточенного выпуска сточных вод в море



Фиг. 321

Устройство руслового рассредоточенного выпуска

Во всех остальных случаях целесообразно устраивать рассредоточенный выпуск сточных вод. Этот выпуск может быть выполнен путем укладки по дну водоема выпускной трубы. В речных условиях укладка трубы осуществляется до речного форватера. В условиях непроточных водоемов производится укладка трубопровода длиной от 100 до 400 м, считая от уреза воды, с устройством выпускных отверстий на глубинах 6—8 м.

Выпуск сточных вод может осуществляться через невысокие стояки с отверстиями или с отражательными щитами, через специальные насадки и пр.

Пример рассредоточенного выпуска показан на фиг. 321.

Выпускные отверстия должны располагаться на 0,5—1 м выше дна и на 0,5—1 м ниже нижней поверхности льда.

Скорость движения сточных вод в выпускной трубе должна приниматься 0,9—1,0 м/сек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лысенко В. М. „К вопросу определения емкости противопожарного резервуара с учетом времени наполнения“. Журн. „Водоснабжение и санитарная техника“ № 10, 1950.
2. Андрияшев М. М. Гидравлические и тепловые расчеты водопроводных сетей. Изд. МКХа, 1956.
3. Генеев Н. И., Абрамов Н. Н., Павлов В. И. Водоснабжение. 1955.
4. Сборник „Санитарная охрана водоемов от загрязнения промышленными сточными водами“. Вып. 2. Медгиз, 1954.
5. Изъюрова А. И. „Скорость окисления нефтепродуктов в воде без добавления азота“. Журн. „Гигиена и санитария“ № 7, 1954.
6. Ворошилова А. А. и Дианова Е. В. „О бактериальном окислении нефти и ее миграции в природных водоемах“. Журн. „Микробиология“, т. IX, вып. 3, 1950.
7. Мосевич Н. А. „Влияние на водоем загрязнений, содержащих нефть и нефтепродукты“. Тр. АМН СССР т. X, 1951.
8. Черкинский С. Н. и Купер А. И. „Предельно допустимая концентрация сульфидов в водоемах“. Сборн. „Санитарная охрана водоемов от загрязнения промышленными сточными водами“, вып. 2. Медгиз, 1954.
9. Калабина М. М. „Предельно допустимые концентрации фенола в водоемах“. „Санитарная охрана водоемов от загрязнения промышленными сточными водами“ вып. 2. Медгиз, 1954.
10. Черкинский С. Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы. Минкомхоз, 1947.
11. Фролов В. А. „Определение степени смешения сточных вод с водой водоема“. Сборн. „Производственные сточные воды“. Медгиз, 1950.
12. Родзиллер И. Д. „К вопросу о расчете смешения сточных вод в речках“. ВНИИ ВОДГЕО. Информационный материал № 5, 1954.
13. Справочник жилищно-коммунальному хозяйству. Минкомхоз, 1954.
14. Несмеянов С. А. „О месте выпуска сточных вод в реке“. Журн. „Санитария и Гигиена“ № 11, 1951.
15. Атлас М. И., Литвишков Н. М., Малышек В. Т. Водоснабжение и отвод сточных вод нефтепромыслов. Азнефтеиздат, 1953.
16. Зака П. Л. „Номограмма для расчета водостоков“. Журн. „Водоснабжение и Санитарная техника“ № 4, 1955.
17. Абрамов Л. Т. Новые формулы и номограммы для расчета линейной сети. Стройиздат, 1949.
18. Молоков М. В. и Шигорин Г. Г. „Дождевая и общесплавная канализация“. Минкомхоз, 1954.
19. Зака П. Л. Водостоки. Минкомхоз, 1952.
20. Соколовский Д. Л. Речной сток. Гидрометиздат, 1953.
21. Агроскин И. И. и др. „Гидравлика“. Энергониздат, 1950.
22. Болдаков Е. В. Сток ливневых вод с малых бассейнов. Дориздат, 1951.
23. Абрамов В. В. и Карелин Я. А. Водоснабжение и канализация нефтеперерабатывающих заводов. Гостоптехиздат, 1948.

24. Указания по проектированию сооружений по очистке промышленных сточных вод. ВНИИ ВОДГЕО, 1955.

25. Литвишков Н. М. „Нефтеулавливающий комбайн“. „АНХ“ № 5, 1956.

26. Яковлев С. В. и др. Вспомогательные устройства очистных канализационных станций. Изд. Лит. по стрит. и архит., 1955.

27. Роткевич Я. Я. „Выбор режима нефтетранспортирования“. Журн. „Гидротехн. строительство“ № 8, 1949.

28. Монгайт И. Л. и Родзиллер И. Д. „Удаление осадков из промысловых нефтеловушек“. „Водоснабжение и санитарная техника“ № 6, 1956.

29. Инденбаум И. З. „Вакуумная установка для удаления песка из песколовок“. „Водоснабжение и санитарная техника“, № 6, 1956.

30. Смотриков А. М. „Вакуумная установка для зачистки резервуаров“. НХ № 8, 1956.

31. Перевалов Д. Г. „Очистка промышленных сточных вод“. НХ № 1, 1956.

32. Миткалев Б. А. и др. УФНИИ. Отчеты по тематическим планам, доклады и др. 1953—1954.

33. Монгайт И. Л. Отчет ВОДГЕО о работе опытной установки на Московском крекинг-заводе, 1955—1956.

34. Ладашев Х. К. Отчет АЗНИИ НП 1954—1955.

35. Миткалев Б. А. и Иоакимис Э. Г. „Влияние перекачки сточных вод центробежными насосами на образование эмульсии“. ННТ № 5, 1953.

36. Сборн. „Очистка промышленных выбросов в атмосферу“. Калюгин С. А., Медгиз, 1953.

37. Аронов С. Г. Сера. Извлечение из промышленных отходов и газов. Металлоиздат, 1940.

38. Костальский А. А. „Метод расчета установок для удаления из воды сероводорода“. „Водоснабж. и санитарн. техника“ № 9, 1956.

39. Грицев Н. Д., Ефимова А. В. и др. Отчеты по тематическим планам УФНИИ, 1954—1955.

40. „Производственные сточные воды“ статья Попова и Кононова Е. Ф. Медгиз, 1950.

41. Жуков А. И. и др. „Проектирование сооружений для очистки промышленных сточных вод“. Стройиздат, 1949.

42. Делягин Н. Н. „Промышленная установка по биологической очистке фекальных стоков“. „Водоснабж. и санитарн. техника“ № 1, 1956.

43. Воробьев Е. В. „Опыт эксплуатации станции по биологической очистке фекальных сточных вод“. Журн. „Водоснабж. и санитарн. техника“ № 4, 1956.

44. Григорук Н. О. „О способах очистки фекальных сточных вод“. Журн. „Гигиена и санитария“ № 7, 1956.

45. Монгайт И. Л., Конобеев С. И. „Сточные воды цехов пиролиза синтетического спирта“. Журн. „Водоснабжение и сантехника“, № 3, 1955.

46. Хованский Г. С. „Номограмма расчета трубопроводов при ламинарном и турбулентном режимах“. Журн. „НХ“, № 6, 1956.

47. Зайков Б. Д. „Испарение с водной поверхности прудов и малых водохранилищ“. Тр. ГГИ. Гидрометиздат, 1949.

48. Мостков М. А. „Гидравлический справочник“. Литература по стрит. и арх., 1954.

49. Шишкин З. Н. и др. „Канализация“ изд. ГИЛ по стр. и арх. 1951.

50. „Реферативный сборник“ вып. 106, 1954.

51. Монгайт И. Л. и Родзиллер И. Д. „Результаты исследования доочистки нефтесодержащих стоков на опытной установке Московского НПЗ“. Журн. „Водоснабжение и сантехника“ № 7, 1957.

52. Лобков А. М. Сбор и транспорт нефти на нефтепромыслах. Госгонтехиздат, 1956.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
-------------	---

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1. Краткие сведения о предприятиях нефтяной промышленности и условиях их производственного водоснабжения и канализации	5
2. Основные требования, предъявляемые к производственным водопроводу и канализации на предприятиях нефтяной промышленности	5

ЧАСТЬ I. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Глава I. Водопотребление, коэффициенты неравномерности, расчетные расходы и свободные напоры	
§ 1. Производственное водопотребление	13
§ 2. Противопожарное водопотребление	26
§ 3. Хозяйственно-питьевое водопотребление на предприятиях	46
§ 4. Хозяйственно-питьевое водопотребление в поселках при предприятиях	48
§ 5. Свободные напоры в производственном водопроводе	50
§ 6. Свободные напоры в хозяйственно-питьевом водопроводе	50

Глава II. Нормы и технические условия на устройство и расчет сетей трубопроводов систем водоснабжения

§ 7. Нормы и технические условия на устройство водоводов и водопроводных сетей	63
§ 8. Нормы и технические условия на устройство наружного противопожарного водопровода	72
§ 9. Гидравлический расчет водоводов и водопроводных сетей	91
Расчетные формулы	96
Пример пользования таблицами 45, 48, 50 и 51	96
Пример пользования таблицами 47 и 49	97
§ 10. Расчет пожарных струг	97
Пример пользования таблицами 52—54	99
§ 11. Тепловые расчеты водопроводных линий и сетей	101

Глава III. Трубы, фасонные части и арматура

§ 12. Общие данные	106
1. Трубы из углеродистых сталей	107

2. Угольники крутоизогнутые. Переходы концентрические стальные. Заглушки отбортованные стальные для труб. Колена сварные	114
3. Фланцы стальные плоские приварные	126
4. Трусы чугунные водопроводные и фасонные части к ним	132
5. Трубы и муфты асбестоцементные, водопроводные	146
6. Трубы винипластовые	147
7. Вентили из винипласта и серого чугуна с эмалированными внутренними полостями	147
8. Трубы, фасонные части из ферросилида и антихлора и фланцы к ним	153
9. Трубы фанерные	158
10. Трубопроводная арматура	158
§ 13. Защита водопроводов от коррозии	199
1. Выбор типа изоляции	199
2. Типы противокоррозионной изоляции	199

Глава IV. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения

§ 14. Выбор источника	201
§ 15. Водозаборные сооружения для забора воды из открытых водоемов	201
§ 16. Основные типы водозаборных сооружений	205
1. Водозаборные сооружения раздельного типа с прокладкой всасывающих труб по берегу и эстакаде	206
2. Водозаборные сооружения раздельного типа с прокладкой всасывающих труб по дну моря	206
3. Водозаборные сооружения раздельного типа с самотечными трубами, уложенными в траншею по дну моря	208
4. Водозаборные сооружения раздельного типа с сифоном	210
5. Водозаборные сооружения совмещенного типа на морском сношении, связанным с берегом эстакадой	210
6. Водозаборные сооружения берегового совмещенного типа с подводом воды по открытому морскому каналу	212
7. Водозаборные сооружения совмещенного типа — плавучие	212
8. Нормы и технические условия для определения размеров основных элементов водозаборных сооружений	213
§ 17. Основные типы водозаборных сооружений для водозабора подземных вод	215
§ 18. Нормы и технические условия на устройство сооружений для забора подземных вод	218
§ 19. Оборудование водяных скважин водоподъемниками	220
1. Оборудование скважин, имеющих статический и динамический уровень воды выше поверхности земли	222
2. Оборудование скважин при динамическом уровне ниже поверхности земли	222
§ 20. Краткие сведения о движении подземных вод к водозаборным сооружениям	226
Вертикальные водозаборы	226
1. Приток воды к грунтовому совершенному колодцу	226
2. Приток воды к грунтовому несовершенному колодцу	227
3. Приток воды к неглубоким колодцам с проникающим дном	228

4. Приток воды к шурфам	22
5. Приток воды к артезианскому совершенному колодцу	229
6. Приток воды к совершенному артезианскому колодцу	229
Горизонтальные водозаборы	232
1. Приток воды в канал, доведенный до водоупорного основания	232
2. Приток воды в канал, не доведенный до водоупорного основания	233

Глава V. Насосы, выпускаемые заводами СССР, тепловые двигатели к ним и насосные станции

§ 21. Насосы с горизонтальной осью	234
1. Центробежные насосы, выпускаемые заводами Министерства машиностроения и Министерства угольной промышленности СССР	234
2. Водокольцевые вакуум-насосы типа РМК	251
§ 22. Центробежные насосы Министерства машиностроения СССР с вертикальной осью	255
1. Артезианские насосы с электродвигателем на скважиной типа НА и А	255
2. Артезианские насосы с электродвигателем на скважиной типа АН-8-1Ф	257
3. Артезианские насосы с электродвигателем на скважиной типа АН-10	260
4. Артезианские насосы с электродвигателем на скважиной типов АН-14 и АН-16	262
5. Артезианские насосы с погружным электродвигателем типа ПМН-1	266
6. Артезианские насосы с погружным электродвигателем типа АП	268
§ 23. Штанговые, подвесные и винтовые насосы	273
1. Штанговые насосы для подъема воды из скважин	273
2. Подвесные шатвные насосы	281
3. Винтовые насосы	282
§ 24. Оборудование скважин эрлифтной установкой	284
§ 25. Применение автомобильных, тракторных нефтяных двигателей и стационарных дизелей для привода центробежных насосов	291
§ 26. Насосные станции	304
1. Основные типы водопроводных насосных станций	304
2. Нормы и технические условия на устройство насосных станций	306

Глава VI. Основные способы улучшения качества воды

§ 27. Нормы и технические условия на устройство сооружений по осветлению, обеззараживанию, умягчению и обезжелезиванию воды	321
§ 28. Блоки оборотного водоснабжения на нефтеперерабатывающих заводах	337

Глава VII. Водоохлаждающие устройства

§ 29. Общие понятия о современных типах водоохлаждающих устройств, применяемых в нефтяной промышленности	341
1. Назначение водоохлаждающих устройств и условия их работы	341
2. Теоретически возможный предел охлаждения воды в естественных условиях	343

§ 30. Проектирование водоохлаждающих устройств	343
Общие указания	343
1. Выбор расчетных метеорологических параметров	344
2. Выбор типа водоохладителя	347
3. Тепловой расчет водоохладителей	351
Пример пользования кривыми, приведенными на фнг. 173	364

ЧАСТЬ II. КАНАЛИЗАЦИЯ

Глава VIII. Влияние сточных вод предприятий нефтяной промышленности на водоемы

§ 31. Санитарные правила спуска сточных вод в водоемы	381
§ 32. Загрязнение водоемов нефтью и нефтепродуктами	384
Влияние нефтепродуктов на органолептические свойства природных вод	387
Токсикологические свойства нефти и нефтепродуктов	387
§ 33. Загрязнение водоема нафтеновыми и другими органиче- скими кислотами	388
§ 34. Загрязнение водоема минеральными кислотами и щелочами	388
§ 35. Загрязнение водоемов сероводородом и сульфидами	392
§ 36. Загрязнение водоемов фенолами и крезолами	396
§ 37. Загрязнение водоемов катализаторами	397
§ 38. Загрязнение водоемов взвешенными веществами	397
§ 39. Условия смешения сточных вод с водой водоема	397

Глава IX. Характеристика сточных вод нефтеперерабатывающих заводов

§ 40. Состав и свойства сточных вод установок НПЗ	405
§ 41. Количество производственных сточных вод от отдель- ных установок нефтеперерабатывающих заводов	414

Глава X. Система сбора и отвода сточных вод нефтеперерабатывающих заводов

§ 42. Принципиальная система сбора и отвода сточных вод нефтеперерабатывающего завода	418
§ 43. Примерная схема канализации нефтеперерабатываю- щего завода	423
§ 44. Общая схема блока очистных сооружений нефтепере- рабатывающего завода	426

Глава XI. Качественная характеристика и расчетный расход сточных вод нефтепромыслов

§ 45. Типы и состав сточных вод нефтяных промыслов	433
§ 46. Количество сточных вод нефтепромысла	439

Глава XII. Система сбора и отвода нефтепромысловых сточных вод

§ 47. Система нефтепромысловой канализации	445
§ 48. Схема очистных сооружений нефтепромысла	449
§ 49. Примерная схема общесплавной нефтепромысловой канализации	450
§ 50. Схема оборудования мест слива и налива нефтяных танкеров и барж	452

Глава XIII. Расчет количества сточных вод от атмосферных осадков

§ 51. Определение количества дождевых вод	45
1. Определение средней интенсивности расчетного дождя	45
2. Коэффициент неравномерности выпадения дождя	45
§ 52. Определение периода однократного превышения рас- четной интенсивности дождя	46
§ 53. Определение коэффициента стока	46
§ 54. Расчет времени добегающего дождевых сточных вод по организованной территории	46
§ 55. Расчет времени добегающего по неорганизованной по- верхности	46
§ 56. Расчет количества сточных вод от снеготаяния	46

Глава XIV. Гидравлический расчет канализационной сети

§ 57. Формулы для расчета каналов и трубопроводов	46
§ 58. Коэффициент шероховатости	46
Расчетное заполнение каналов и минимальные диа- метры	46
§ 59. Расчетные скорости и минимальные уклоны	46
§ 60. Таблицы расчета труб и каналов	46

Глава XV. Проектирование канализационной сети

§ 61. Проектирование дождевой канализационной сети	46
§ 62. Проектирование отвода дождевых вод с внешних площадей стока	46
§ 63. Проектирование сети для сбора и отвода дождевых сточных вод от изолированных площадок	46
§ 64. Проектирование общесплавной канализационной сети	46
§ 65. Нормальный режим работы дождевой и общесплавной канализации	50
§ 66. Регулирующие емкости для дождевых сточных вод	50
§ 67. Общие правила проектирования канализационной сети	50
1. Глубина заложения трубопроводов	50
2. Размещение канализационных линий в плане	50
3. Пересечение с другими сооружениями в высотном отношении	50
§ 68. Условия прокладки канализации в сейсмических рай- онах и в лёссовидных грунтах	50

Глава XVI. Сооружения для очистки сточных вод предприятий нефтяной промышленности

§ 69. Очистка сточных вод, содержащих нефтепродукты	50
1. Теоретические основы процесса всплывания нефти	50
2. Конструкция и метод расчета нефтеловушек	50
§ 70. Удаление механических примесей из сточных вод	50
1. Задержание крупных плавающих предметов на решетках	50
2. Осаждение механических примесей в песколовках и нефтеловушках	50
3. Песколовки для предварительного осаждения механических примесей	50
§ 71. Удаление осадков из песколовки и нефтеловушек	50
1. Извлечение осадков гидроэлеваторами	50

	2. Откачка осадков песковыми, фскальными, поршневными насосами	542
	3. Удаление песка вакуумной установкой	546
§ 72.	Доочистка сточных вод от нефтепродуктов	548
	1. Доочистка сточных вод методом фильтрования через песчаные фильтры	549
	2. Доочистка сточных вод методом коагулирования	561
	3. Доочистка сточных вод методом флотирования	573
	4. Доочистка сточных вод путем фильтрования через сепарные и другие фильтры	579
§ 73.	Дезмульсация ловушечных нефтяных эмульсий	581
	Установки по дезмульсации ловушечных нефтепродуктов	584
§ 74.	Очистка сточных вод, содержащих сероводород	590
§ 75.	Очистка сточных вод, содержащих сернистые шелока	603
§ 76.	Нейтрализация кислых сточных вод	607
	1. Реагентный способ нейтрализации кислых сточных вод	608
	2. Нейтрализация методом фильтрования	610
	3. Нейтрализация кислых и щелочных сточных вод смещением	612
§ 77.	Очистка и обезвреживание фенольных сточных вод	613
	1. Метод экстрагирования	613
	2. Обесфеноливание сточных вод методом эвапорации	615
	3. Обесфеноливание сточных вод на биофильтрах	617
	4. Обесфеноливание сточных вод в аэротенках	617
	5. Обесфеноливание сточных вод биохимическим способом по схеме „Гипрокска“	619
§ 78.	Очистка загрязненных сточных вод от установок цеха производства синтетических спиртов	620
	Очистка сточных вод от гидролиза этановых и пропановых фракций	623
§ 79.	Очистка сточных вод от установок цеха синтетических жирных кислот	624
§ 80.	Очистка сточных вод этилирующих установок	626
§ 81.	Обезвреживание кислого гудрона	630
	1. Гидролиз кислого гудрона	630
	2. Обезвреживание кислого гудрона термическим способом	630

Глава XVII. Вспомогательные устройства на очистных установках

§ 82.	Нефтеблочные и разделочные резервуары	632
	1. Нефтеблочные резервуары	632
	2. Разделочные резервуары	634
§ 83.	Нефтяные насосные станции в узлах нефтеуправляющих	637
§ 84.	Расчет нефтепроводов нефтеловушечных насосных	648
	Пример пользования таблицей 309	651
§ 85.	Отвод и обработка осадков из узлов нефтеуправляющих	656
§ 86.	Аварийные емкости (амбары и пруды)	658
§ 87.	Пруды дополнительного отстоя	660
§ 88.	Буферные пруды	662
§ 89.	Пруды естественного испарения	664
	Конструкция прудов-испарителей	668

Глава XVIII. Канализационная сеть и ее устройства

§ 90.	Трубы и каналы	669
-------	--------------------------	-----

	1. Трубы керамические	669
	2. Бетонные и железобетонные трубы	671
	3. Асбестоцементные трубы	676
	4. Металлические трубы	678
	5. Фаолитовые трубы	678
	6. Кирпичные каналы	680
	7. Железобетонные каналы	681
	8. Открытые земляные каналы	682
	9. Открытые прямоугольные каменные каналы	683
§ 91.	Смотровые колоды	685
	Перепадные колоды	688
§ 92.	Дождеприемники	692
§ 93.	Гидравлические затворы	693
§ 94.	Дюкеры и эстакады	694
	1. Дюкеры	694
	2. Эстакады	696
§ 95.	Устройства при пересечении каналами автогужевых и железных дорог	696
§ 96.	Устройства для промывки канализационных каналов и труб	699
§ 97.	Камеры ливнеиспусков	700
§ 98.	Канализационное оборудование отдельных нефтяных скважин	706
§ 99.	Выпуск сточных вод в водоемы	706
	Литература	709

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
174	Табл. 123 1 код. сл.	D_y L H_1 D	D_y L H D_1 D
189	Табл. 138 1 код. сл.	D_y L H H H_1 H_2 D_1	D_y L D H H_1 D_0 D_1
234 420 422 436	15 св. 9 2 Табл. 218 2. кол. стр.	табл. 161 и 162 конденсаторов, доочистных	табл. 160 и 161 конденсаторов до очистных
444	3 св. 4 сл.	$мг/л$ пластовым	$г/л$ плотным
463	Табл. 229	Уклоны лотков про- должные	Уклоны лотков продольные 0,002 0,004 0,005 0,008 0,010 0,020 0,040
466 478 496 497 504	8 св. 10 сл. 2 св. 5 21, 22 св.	125 без расчетных $м^3/сек$ — 5% расчетного расхода Q_p к расходу выпуска- емых из емкости сточ- ных вод Q_n	1,25 безрасчетных $м^3/сек$ ± 5% расхода, выпускаемого из емкости Q_n к расчетному расходу Q_p
514 537 618 649	3 сл. 2 св. 18 14	$a=0,015...$ $л/час$ или повераность	$a=0,0015...$ $м^3$ или шероховатость

Зак. 413.

Марк Иосифович Атлас

Доцент, канд. технических наук.

Николай Моисеевич Литвишков

СПРАВОЧНИК ПО ВОДОСНАБЖЕНИЮ И КАНАЛИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Редакторы доцент, канд. техн. наук В. И. Точилор
и Л. В. Иванова

Редактор издательства И. А. Гончаров
Корректоры Ч. М. Ахундов и Р. А. Багддян

Сдано в набор 9/VIII 1957 г. Подписано к печ. 4/II 1958 г. Формат бум. 60×92 $\frac{1}{2}$.
Печ. л. 45+14 вкл. Уч. изд. л. 48,74. Тираж 3000 ФГ 11605. Зак. № 418/324. Цена 27 руб. 15 коп

Азербайджангоснефть. Баку, проспект им. Сталина, 73.

Типография «Красный Восток» Министерства культуры Азербайджана

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
174	Табл. 123 1 кол. сл.	D_y L H_1 D	D_y L H D_1 D
189	Табл. 138 1 кол. сл.	D_y L H H H_1 H_0 D_1	D_y L D H H_1 D_0 D_1
234	15 св.	табл. 161 и 162	табл. 160 и 161
420	9 "	конденсаторов,	конденсаторов
422	2 "	доочистных	до очистных
436	Табл. 218 2. кол. стр.		
444	3 св. 4 св.	мг/л пластовым	г/л плотным
463	Табл. 229	Уклоны лотков про- должные	Уклоны лотков продольные 0,002 0,004 0,005 0,008 0,010 0,020 0,040
466	8 св.	125	1,25
478	10 св.	без расчетных	безрасчетных
496	2 св.	м/сек	м ³ /сек
497	5 "	— 5%	± 5%
504	21, 22 св.	расчетного расхода Q_p к расходу выпуска- емых из емкости сточ- ных вод Q_n	расхода, выпускаемого из емкости Q_n к расчетному расходу Q_p
514	3 св.	$a=0,015...$	$a=0,0015...$
537	2 св.	м/час	м ³
618	18 "	или	или
649	14 "	поверхность	шероховатость

Зак. 418.