

0513-02-0

E-16

А. З. ЕВИЛЕВИЧ

656 71

E 16

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ПОСТОЯННЫХ АЭРОДРОМОВ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ
И КАНАЛИЗАЦИЯ

ЛЖВИА - 1948

1961 г.

Инженер-майор
А. З. ЕВИЛЕВИЧ

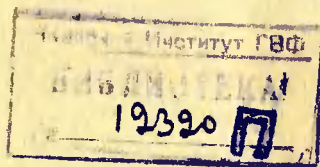
656-71

E 16

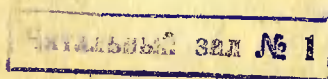
773.2+773.1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ПОСТОЯННЫХ АЭРОДРОМОВ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ



ЛЕНИНГРАДСКАЯ КРАСНОЗНАМЕННАЯ
ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ
Ленинград — 1948



513-02-06 +
513-048

Ответственные редакторы
доцент Г. Н. НИКИФОРОВ
зл. инж. И. Б. ПЕСЕНСОН

Технический редактор М. И. Камашева

Подписано к печати 9.10.48. Печати. лист. 10. У. и. л. 11,2. Авт. лист. 11,1
В 1 печ. листе 46400 зн. Бумага 62 × 94. Заказ 155/1586 Г 921118

Типо-литография ЛКВВИА

От редакторов

Широкое строительство аэродромов не нашло достаточного отражения в литературе по водоснабжению и канализации, в то время как водопровод и канализация на аэродроме имеют не только жизненное значение для хозяйственной и производственной деятельности, но и оборонное значение.

Ошибочно думать, что существующая общая литература по водоснабжению и канализации сможет ответить на все многообразные и весьма специфические вопросы, которые встречаются на аэродромах.

В этом смысле книга доцента, инженер-майора Евилевича А. З. представляет не только ценное учебное пособие для будущих аэродромостроителей, но и необходимое руководство для проектирования генпланов аэродромов по части водоснабжения и канализации.

Будучи хорошо знаком с аэродромами, автор сумел в весьма сжатой форме дать ответы на все те вопросы, которые возникают при проектировании инженерных сетей постоянных аэродромов.

Автор впервые широко и правильно трактует вопрос о возможности комплексного проектирования всех водных задач на аэродроме, что позволит проектирующим эти сооружения принимать наиболее правильное решение.

Книга содержит новый материал, касающийся норм водопотребления для аэродромов, метода определения расчетных расходов. В книге приводятся конструкции насосных станций, башен, очистных станций, схемы и детали, применительные к аэродромам.

В наиболее сложных разделах автор приводит примеры расчетов.

Для завершения гидравлических расчетов сети и определения ориентировочной стоимости водопровода и канализации, в приложении приведены соответствующие таблицы и данные.

Можно не сомневаться, что выход в свет книги А. З. Евилевича является делом полезным и своевременным, а сама книга найдет широкий круг читателей.

Г. Н. Никифоров, И. Б. Песенсон

От автора

При проектировании генплана постоянного аэродрома одновременно приходится решать вопросы, связанные с инженерными сетями, куда обычно относятся: водопровод, канализация, бензинопроводы, теплофикация, электрические и сигнальные сети.

Весьма сложными и дорогостоящими сооружениями и сетями являются водопроводные и канализационные. Эти сооружения не только являются жизненно необходимыми для людей, но необходимы для обеспечения нормальной деятельности базирующейся на аэродроме авиации и других технических средств, а также для обеспечения пожарной безопасности материальной части, аэродромных сооружений, складов и зданий.

Настоящий труд составлен в помощь аэродромостроителям, проектирующим генплан аэродрома, а также слушателям Академий аэродромостроительной специальности.

Книга обуславливает тот минимальный объем работ, который проектировщик должен выполнить, решая принципиальные схемы по водоснабжению и канализации.

Для обоснования этих схем автор, в дозволенном ему объеме, стремился дать такой материал, который помог бы инженеру-аэродромостроителю определить водопотребление аэродрома, наметить и рассчитать основные сооружения и сети.

Кроме помещенных нормативных данных, таблиц, графиков, конструкций, схем, основных указаний проектировщику и некоторых примеров расчетов, — в приложении помещены: укрупненные измерители, для ориентировочного подсчета стоимости водопроводных и канализационных сооружений, нормы водопотребления 1947 г., таблицы для расчета водопроводных и канализационных труб и список основной литературы, в помощь желающим более глубоко и детально проработать те или иные вопросы по водоснабжению и канализации.

Рассматривая настоящую книгу, как первую попытку дать вспомогательный материал аэродромостроителю, проектирующему инженерные сети, — автор был бы весьма благодарен читателям за присылку своих замечаний и пожеланий по адресу академии в редакционно-издательский отдел.

Автор считает долгом отметить труд рецензентов и редакторов доц. Г. Н. Никифорова, гл. инж. И. Б. Песенсона и доц. И. Т. Позднякова, внимательно просмотревших книгу и давших свои полезные замечания и советы.

А. З. Евилевич

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

§ 1. Содержание основных положений и схемы проекта по водоснабжению и канализации при решении генплана аэродрома

Основные положения со схемами проектируемых сетей и сооружений являются основой для последующего составления технического проекта и рабочих чертежей.

Основные положения должны давать совершенно ясную характеристику объекта проектирования с учетом местных особенностей и указывать принимаемые способы разрешения поставленных задач и все принятые расчетные величины.

В связи с указанной задачей, проектирующий должен выполнить следующее:

1. Решить схемы водоснабжения и канализации аэродрома.
2. На генплане зоны застройки постоянного аэродрома с авиагородком в масштабе 1 : 2000 — 1 : 5000 с заложением горизонталей через 0,5 м — 1,0 м нанести водопроводную и канализационную сети со всеми сооружениями.
3. В пояснительной записке необходимо кратко обосновать все принятые основные положения проекта и привести необходимые расчетные данные:

А. По водопроводу: а) водопотребление (объекты водоснабжения, численный состав людей и материальной части, нормы потребления воды, коэффициенты неравномерности или режим расходования воды по объектам, нормы пожарного расхода воды); б) выбор источника водоснабжения и организация зоны водоохраны; в) выбор принципиальной схемы водоснабжения; г) выбор типа водозаборного устройства; д) выбор насосных станций (напор насосов, мощность моторов, габариты станций, основное оборудование их); е) обоснование способов очистки и обработки воды; ж) определение емкости сборных резервуаров или резервуаров чистой воды; з) выбор и расположение напорно-регулирующего устройства (размеры водонапорных башен или пневматической установки); и) обоснование трассировки водопроводной сети и расчет; к) обоснование системы противопожарного водоснабжения; л) соображения по ПВО.

Б. По канализации: а) водоотведение по авиагородку и сектору застройки; б) выбор системы канализации; в) выбор принципиальной схемы канализации аэродрома; г) обоснование трассировки канализационной сети и расчет; д) выбор типа насосной канализационной станции и оборудование ее; е) обоснование систе-

мы очистки сточных вод (согласованное с санитарным надзором); ж) выбор места выпуска сточных вод; з) соображения по ПВО.

Примечание: При составлении проекта водосточков в пояснительной записке необходимо привести: а) данные об атмосферных осадках; б) способ расчета водосточной сети и расчетные данные; в) обоснование схемы водосточной сети с учетом проекта водосточков взлетно-посадочных полос (ВПП); г) выбор места выпуска ливневых вод (согласованный с санназором).

§ 2. Перечень материалов, необходимых для составления основных положений проекта водоснабжения и канализации аэродрома

А. Статистические данные

1. Перечень зданий, складов, мастерских, специальных сооружений на аэродроме.
2. Численный состав авиагарнизона и материальной части, базирующейся на аэродроме.
3. Число людей, проживающих в авиагородке, с учетом семейности и распределение их по зданиям.
4. Число рабочих, служащих в штабах и производственных предприятиях по объектам и сменам. Процент рабочих, пользующихся душами.
5. Сведения о пропускной способности бань, прачечных и других объектов на аэродроме, дающих сосредоточенные расходы.
6. Площади полов в служебных и производственных помещениях, периодически обмываемых.
7. Режим расходования воды при заправке и обмывке самолетов, тракторов, автомашин.
8. Нормы водопотребления, коэффициенты неравномерности или режим расходования воды.
9. Количество воды, требующее умягчения или другой обработки.
10. Характер застройки (каменная, деревянная и пр.) с указанием этажности.
11. Краткие сведения о близлежащих промпредприятиях и населенных пунктах, для выяснения возможности и целесообразности комплексного проектирования сооружений.

Б. Данные санитарного обследования

12. Данные о водных инфекциях близлежащей территории.
13. Данные химического и бактериологического обследования существующих источников водоснабжения.
14. Данные о ближайших источниках загрязнения проектируемого водопровода (канализационные устройства, выгребные ямы, навозохранилища и т. п.).
15. Данные санитарного обследования реки ниже предполагаемого выпуска сточных вод.

В. Данные о грунтах

16. Характер грунтов и расположение грунтовых вод и плывунов на местах предполагаемого устройства основных сооружений по водопроводу и канализации. Агрессивность грунтовых вод.

17. Глубина промерзания грунта, а для районов вечной мерзлоты — глубина залегания вечной мерзлоты и толщина деятельного слоя почвы.

Г. Топографические данные

18. Карта расположения аэродрома с окрестностями в масштабе 1 : 25000; 1 : 10000.

19. Нивелирный план или генплан участка аэродрома в масштабе 1 : 5000; 1 : 2000 с горизонталями через 1—0,5 м с застройкой и указанием на существующие водные источники, водопроводные и канализационные устройства.

Д. Данные по проектируемым источникам водоснабжения

Подземные источники

20. Геологическая характеристика района предполагаемого забора воды.

21. Геологические разрезы окрестных скважин в радиусе 3—5 км и гидрогеологическая характеристика их. Если скважин поблизости не имеется, то заключение авторитетного учреждения или лица о возможности получения воды того или иного качества.

22. При наличии разведочных артезианских колодцев необходимы сведения о конструкции колодцев (трубы, диаметр, высота фильтра, крепление, изоляция неиспользованных слоев), о дебите при рабочем понижении уровня воды.

23. При наличии грунтовых (безнапорных) вод, захватываемых буровыми и шахтными колодцами, горизонтальными водосборами и т. п., — необходимы геологические разрезы данного места до водоупора, сведения об откачках и данные об уровне весенних вод в речках, прорезающих интересующий район.

24. При наличии родников необходимы нивелирные отметки, привязанные к постоянному реперу и связанные с меженным уровнем реки. Данные о дебите, температуре воды и горизонтах высоких вод рек, прорезывающих данный район.

25. Химические и бактериологические анализы подземной воды, заключение санврача о пригодности данного водоносного слоя.

26. Сведения о поглощающих колодцах (глубина, расположение их и характер спускаемой жидкости).

Открытые источники

27. Годовые колебания горизонтов воды в реке.

28. Скорость течения воды при различных горизонтах в сечении, намеченном для устройства водозаборных сооружений.

29. Расходы воды в реке (минимальные, максимальные).

30. Начало и отметка ледостава. Максимальная толщина льда.

Время ледохода.

31. Данные о донном льде и о наличии перекатов на реке.

32. Топографические и геологические данные участка, намечаемого для устройства водозаборных, водоподъемных и очистных сооружений.

33. Физико-химические и бактериологические анализы воды в различные времена года.

34. Данные санитарного обследования участка реки, выше водозабора, на протяжении которого возможно влияние загрязненной реки на качество забираемой воды.

35. Заключение санитарного надзора о пригодности реки и места забора воды для питьевого водоснабжения.

36. При использовании озера или существующего пруда, как источника водоснабжения, — необходимы следующие сведения:

а) размеры и емкость водохранилищ при разных уровнях воды; б) режим водохранилища (колебание уровней, приходорасходный баланс воды в различные по многоводности годы, заиливание водохранилища); в) топография и геология дна и берегов на участках, намеченных для водозабора и головных сооружений; г) данные о физико-химических, бактериологических и гидрогеологических обследованиях водохранилища; д) данные санитарного обследования водосборной площади, которая должна будет войти в зону санитарной охраны; е) заключение санитарного надзора о пригодности источника питьевого водоснабжения и выборе места забора воды.

Е. Данные для расчета водостоков и выпуска сточных вод

37. Метеорологические сведения, необходимые для расчета водостоков (данные записей приборов об интенсивности и продолжительности дождей за длительный период, или данные о среднем выпадении осадков, климатические особенности), а также сведения о застройке, замощении, уклонах, уровне грунтовых вод, бассейнах стока и т. д. Данные о розе ветров.

38. Данные санитарного обследования участка реки ниже предполагаемого выпуска сточных вод (характер использования реки ниже расположенными населенными пунктами, расходы воды, ПК и т. п.). Места выпуска хозяйственных стоков и ливневых вод, согласованные с санитарным надзором.

Ж. Дополнительные данные

39. Тактико-технические требования к водопроводу и канализации на аэродроме и требования ПВО этих объектов.

40. Другие сведения, необходимые для выполнения проектного задания (зоны подходов самолетов, расположение мест стоянок самолетов. Требования к орошению летного поля. Источники электроэнергии. Сведения о местных строительных материалах и т. д.).

§ 3. Некоторые тактико-технические требования для аэродромов при проектировании водоснабжения и канализации

1. При планировке зон застройки и авиагородков необходимо стремиться к экономичному решению инженерных сетей и максимальному сокращению их протяженности.

2. Современная планировка аэродромов предусматривает расположение авиагородка на некотором удалении от аэродрома. Это обстоятельство увеличивает протяженность инженерных сетей. В связи с этим тем более необходимо тщательно и рационально решать вопросы водоснабжения и канализации как для всего аэродрома, так и отдельно для зоны застройки и авиагородка.

3. Системы водоснабжения и канализации для зоны аэродромных сооружений и авиагородка, в зависимости от удаленности расположения источников питания, условий рельефа и др. вопросов, — могут быть решены независимо или быть объединены. При этом насосные станции, водонапорная башня и другие сооружения могут располагаться на территории одной из этих зон или между ними.

4. На аэродроме 1-го и 2-го классов наличие системы водоснабжения и канализации обязательно как в зоне аэродромных сооружений, так и в авиагородке.

На аэродромах 3-го класса, в отдельных случаях допустимо применение выгребной системы удаления нечистот и водоснабжение через раздаточные колонки, без подводки сети внутрь здания.

5. Этажность жилых зданий авиагородка определяется: для аэродромов 1 и 2 классов до 3 этажей, для аэродромов 3-го класса — 1—2 этажа.

6. Дома офицерского состава должны быть благоустроены по возможности в максимальной степени.

7. Проектирование водопроводных и канализационных сооружений на аэродроме должно учитывать требования ПВО.

8. График водопотребления должен учитывать режим работы базирующейся авиации и других технических средств.

9. Места сосредоточения самолетов (стоянки, ангары) должны быть обеспечены наружными пожарными кранами для тушения пожаров, краны эти могут быть также использованы для заправки и обмывки самолетов.

10. На случай разрушения централизованного водопровода, необходимо предусмотреть запасные емкости воды (пожарные водоемы) для целей пожаротушения. Пожарные водоемы следует в первую очередь иметь в районе мест стоянок самолетов, ангаров, авиаремонтных мастерских и складов.

§ 4. Требования ПВО водопроводных и канализационных сооружений

Водопроводные сооружения, а также и канализационные, по степени опасности воздушного нападения относятся к разряду особо ответственных сооружений. Если учесть, что они находятся

непосредственно на территории военного объекта (аэродрома), то станет ясно насколько важно, в отношении этих сооружений принимать специальные меры ПВО.

Однако невозможно дать универсальных рецептов ПВО для всех случаев. В каждом отдельном случае мероприятия по ПВО должны разрабатываться отдельно. Здесь можно лишь наметить основные пути и принципы решений по ПВО водопроводных и канализационных сооружений.

В частности, по водопроводным сооружениям следует учитывать следующее:

1. Источник водоснабжения следует выбирать такой, какой практически нельзя было бы отравить или заразить.

Н. И. Фальковский дает следующий перечень источников, начиная с самых лучших, с точки зрения ПВО¹⁾: а) артезианские воды в пределах объекта; б) артезианские или ключевые воды вне объекта; в) артезианские воды и поверхностные источники; г) два и более поверхностных источника; д) поверхностный источник с захватом воды в разных местах, с дублированием и рассредоточением основных сооружений; е) поверхностный источник с забором воды в одном месте.

2. С точки зрения ПВО лучше иметь децентрализованный водопровод с запасными источниками водоснабжения и рассредоточенными водопроводными сооружениями, что лучше обеспечивает бесперебойность подачи воды.

3. Водопроводные сооружения (источники, резервуары, насосные станции, башни) должны отстоять от ангаров, мест стоянок самолетов и других аэродромных зданий, которым угрожает воздушное нападение, — не ближе 300—500 м.

4. Головные водопроводные сооружения и источники должны охраняться.

5. Сооружения, которые могут служить объектом непосредственного нападения, должны маскироваться.

6. Должны быть приняты меры защиты от зажигательных бомб, пуль, осколков, ударной взрывной волны, от химнападения и т. п.

7. Необходимо обеспечить подачу воды для тушения пожаров. С этой целью весьма целесообразно устройство запасных резервуаров или водоемов.

8. Целесообразно трассировать водоводы по разным направлениям, присоединяя их к сети с разных сторон или отдаленно друг от друга на расстоянии 300—400 м и более.

9. Минимальное расстояние между водоводами должно быть не менее 50—30 м. При этом длинные параллельные водоводы должны быть соединены перемычками для переключения отдельных участков водовода на случай аварии.

¹⁾ Н. И. Фальковский. ПВО водоснабжения и канализации. Стройздат, 1941.

10. Кольцевая водопроводная сеть лучше обеспечивает бесперебойность подачи воды, чем тупиковая.

11. Необходимо принять меры для обеспечения подачи максимально возможного расхода воды для тушения пожаров от авиабомб, хотя бы с понижением давления в сети до 7—5 м.

Необходимо также обеспечить подачу воды на хозяйственно-питьевые цели, хотя бы с пониженной нормой водопотребления до 25 л/чел. в сутки, даже при серьезном повреждении системы водоснабжения.

12. Во время эксплуатации водопровода необходимо заранее выявить наиболее опасные места в системе водоснабжения. Необходимо подготовить отдельные заменяющие узлы, трубы, задвижки, переносные агрегаты и пр. для срочного восстановления в случае разрушения.

13. Для обеспечения готовности и бесперебойной работы средств противопожарного водоснабжения, необходимо: а) отопление гидрантов на зимнее время; б) периодическая проверка насосных агрегатов и сигнализации; в) обмен запасной воды в подземных или других резервуарах; г) периодическая чистка пожарных водоемов; д) проверка исправности всех кранов, sprысков, шлангов и пр. специального оборудования.

По канализационным сооружениям следует учитывать следующее:

1. Для перепуска сточной воды с поврежденных участков, целесообразно кольцевание канализационной сети или устройство специальных перепускных линий.

2. Напорные трубопроводы в ответственных случаях следует дублировать.

3. Раздельная система канализации с точки зрения ПВО является наиболее удобной (здесь хозяйственно-фекальные воды освобождены от стоков после дегазации. При аварии эти воды можно выпускать в дождевую сеть с помощью переключений).

4. Дюкеры следует заглублять ниже дна реки не менее, чем на 0,5 м до верха трубы. Расстояние между отдельными «нитками» дюкера должно быть не менее 30 м.

5. На случай прекращения действия канализационной насосной станции, необходимо предусмотреть аварийные выпуски.

6. При малых расходах сточной воды концентрация ОВ в ней может быть настолько большой, что нормальная работа очистных сооружений будет исключена.

Наиболее устойчивыми к ОВ являются поля орошения и поля фиторации.

В схеме очистных станций необходимо иметь аварийные лотки или трубы, позволяющие выключать отдельные секции очистных сооружений при аварии их.

7. В целях быстрой ликвидации аварии на водопроводе и канализации необходимо заранее разработать план мероприятий ПВО, согласовав его со штабом ПВО.

§ 5. Общие соображения о необходимости комплексного решения вопросов водоснабжения и канализации на аэродроме

Существующие способы проектирования водопровода и канализации на аэродромах обычно не учитывают связи этих сооружений с другими вопросами, также связанными с решением водной проблемы. К таким вопросам могут относиться: дренаж, орошение, ливневая канализация, канализация мусора и т. д. В результате, вся водная проблема решается менее рационально, что влечет к излишним строительным и эксплуатационным затратам.

Комплексное решение во всех случаях предусматривает увязку выбора источников водоснабжения с вопросами сброса сточных вод, даже тогда, когда, в некоторых случаях, канализация ограничивается временным устройством выгребов.

В некоторых случаях очищенные сточные воды могли бы быть использованы в противопожарных целях.

В засушливых и полусушливых районах СССР, в целях обеспечения летних полей или поддержания дернового покрова, также иногда целесообразно использовать очищенные сточные воды. В целях орошения летнего поля весьма успешно могут использоваться дренажные и ливневые воды, собранные весной и осенью в естественный или искусственный водоем.

Указанные пути использования сточных вод могут иногда весьма сильно повлиять на степень очистки их.

Необходимо также учитывать возможность использования сточных вод в агрономических и хозяйственных целях — (рыбные и утиные пруды, поля орошения, зеленые насаждения и пр.).

Возможны случаи удаления хозяйственных сточных вод через коллекторы проектируемой ливневой и дренажной сети, но при условии соблюдения санитарных требований к выпуску стоков.

Весьма радикальным решением может быть удаление и ликвидация домовых отбросов совместно с хозяйственно-фекальными сточными водами. Последнее осуществляется размельчением мусора и сбросом его в канализацию вместе со сточной водой.

Также возможно иногда совместно решить вопросы полного или частичного канализования зоны застройки и авиагородка по общесплавной или полной раздельной системе, имея в виду использование ливневой сети на аэродроме. Сюда относится также случай комбинированного решения канализации аэродрома, где авиагородок, например, может быть канализован по раздельной системе, или неполной раздельной, а зона застройки — по общесплавной.

Трудно перечислить все возможные случаи комплексного решения водной проблемы на аэродромах. Все эти вопросы, впервые затрагиваемые нами, безусловно важны настолько, что заслуживают специальной разработки, но даже и перечисленные случаи возможного совместного решения водных вопросов и учет их при проектировании водоснабжения и канализации позволит проектирующим эти сооружения принимать наиболее правильные решения.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

§ 6. Принципиальные схемы водоснабжения постоянных аэродромов

При проектировании водоснабжения постоянных аэродромов наиболее вероятны следующие схемы (в зависимости от источников водоснабжения).

1. Водоснабжение от существующего городского водопровода в том случае, если аэродром расположен недалеко от города и если

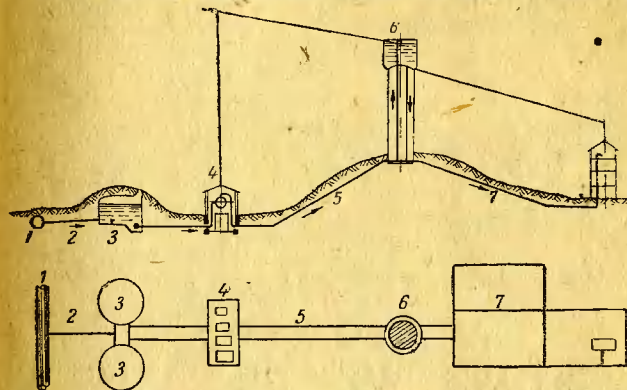


Рис. 1. Схема водоснабжения аэродрома от существующего городского водопровода:

1 — городская магистраль; 2 и 5 — водоводы; 3 — подземные сборные резервуары; 4 — насосная станция; 6 — водонапорная башня; 7 — водопроводная разводящая сеть

город имеет возможность дать потребное количество воды. Такая схема (рис. 1) наиболее проста и экономична. Однако недостатком ее является полная зависимость от городского водопровода.

Иногда, при расположении аэродрома в черте города, возможна еще более простая схема, состоящая из отвода от городской магистрали и разводящей водопроводной сети.

2. Наиболее часто для водоснабжения аэродрома используются подземные источники воды (грунтовые, артезианские).

В этом случае общую схему водоснабжения можно представить так, как, например, изображено на рис. 2, где источником водоснабжения является подземная вода, добываемая буровой скважиной.

При наличии выклинивающихся на поверхность ключей, пригодных для водоснабжения аэродрома, или неглубоко залеженных грунтовых вод, с небольшим водоносным пластом, может быть при-

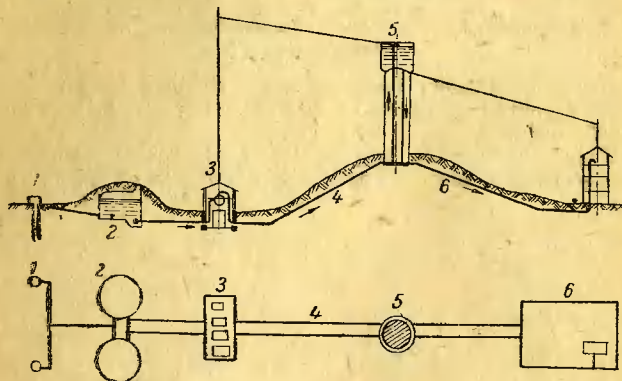


Рис. 2. Схема водоснабжения аэродрома при питании из подземного источника:

1—буровые скважины; 2—сборный резервуар; 3—насосная станция; 4—водоводы; 5—водонапорная башня; 6—водопроводная разводящая сеть

менено каптажное устройство для захвата ключей или горизонтальные водосборы для грунтовых вод.

3. При отсутствии поблизости пригодных для водоснабжения подземных источников, можно использовать *поверхностные источники* (реки, озера, водохранилища).

На рис. 3 представлена наиболее вероятная схема водоснабжения аэродрома из открытого источника. Эта схема более сложная и дорогостоящая.

Во всех указанных схемах фигурирует водонапорная башня, как напорно-регулирующее сооружение.

Однако, вместо водонапорной башни можно с успехом применить пневматическое устройство.

На рис. 4 представлена схема пневматического водоснабжения аэродрома с использованием подземного источника.

Насосно-пневматическая станция оборудована водяными и воздушными пневматическими котлами, компрессорами, насосами для хозяйственных и пожарных целей.

В условиях аэродромного строительства, учитывая ПВО и тактико-технические требования, пневматическое водоснабжение может оказаться более предпочтительным. Особенно это будет целесообразно при подъеме воды из скважин с помощью эрлифтов. В этом случае вся пневматическая установка, а также и эрлифт, могут обслуживаться общими компрессорами.

Применение водонапорных башен на аэродромах может быть оправдано, если они не будут демаскировать объект, не будут от-

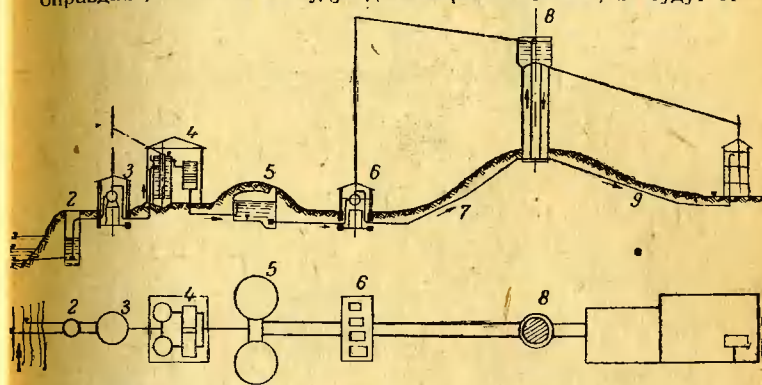


Рис. 3. Схема водоснабжения аэродрома при питании из открытого источника:

1—самотечный водоприемник; 2—береговой колодезь; 3—насосная станция 1-го подъема; 4—очистные сооружения; 5—резервуары чистой воды; 6—насосная станция 2-го подъема; 7—водоводы; 8—водонапорная башня; 9—водопроводная разводящая сеть

рицательно влиять на полосу подходов к летному полю и будут обособены экономически.

Вообще же можно считать, что пневматическая установка выгоднее башенной при небольшом объеме резервуара и при значительной высоте башни (например, при емкости 100 м³ и высоте башни до дна бака — 30—35 м).

В ряде случаев могут быть приняты два самостоятельных источника водоснабжения, если это оправдано экономически или обусловлено тактико-техническими требованиями.

Могут также встретиться случаи, при полном или частичном расположении мест стоянок самолетов в противоположной стороне летного поля, от зоны аэродромных сооружений, когда целесообразно будет выбрать самостоятельный водоисточник вблизи этой зоны для технических и противопожарных целей. В противном случае пришлось бы прокладывать обводную водопроводную магистраль протяжением 3—5 и больше километров.

Также целесообразным может оказаться выбор самостоятельного водонесточника для технического водопровода в целях орошения летного поля.

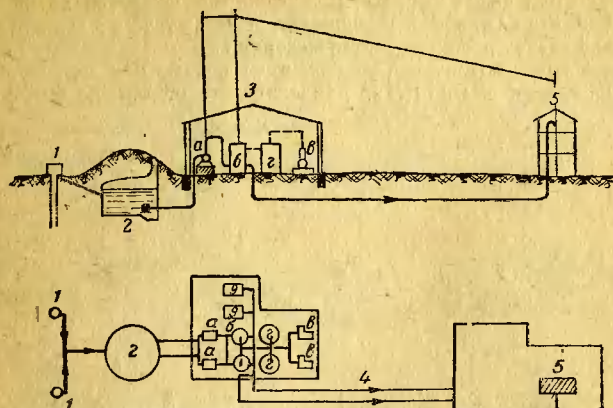


Рис. 4. Схема пневматического водоснабжения аэродрома при питании из подземного источника:

1—буровые скважины; 2—сборные резервуары; 3—насосно-пневматическая станция: а—насосы для хоз. питьевой воды, б—водяные насосы, в—компрессоры, г—воздушные котлы, д—пожарные насосы; 4—водоводы; 5—водопроводная разводящая сеть

§ 7. Определение водопотребления

Нормы водопотребления

Объем водопроводных сооружений, а также стоимость их зависят, главным образом, от водопотребления.

Для определения водопотребления, ниже в таблице 1 приводятся ориентировочные нормы, применительные для аэродромов.

Новые нормы водопотребления, утвержденные ГЛАВСКУ МВС в 1947 г., даны в приложении 2.

Пример определения расчетного расхода воды

Для расчета водопроводной сети и сооружений, необходимо в первую очередь определить расчетный расход воды, т. е. максимальный расход в единицу времени (л/сек). Последний получается умножением средних (нормативных) расходов воды на коэффициенты неравномерности и относится к единице времени. Ниже, по предлагаемой нами форме на табл. 2 приведен пример определения расчетного расхода воды для аэродрома, где базируются двухмоторные бомбардировщики.

Таблица 1

№№ п/п	Виды потребления воды	Расчетная единица	Норма расхода воды на единицу в л	Примечание
I. Технические потребности				
1	Заправка систем водяного охлаждения самолетов: а) истребителей и штурмовиков б) бомбардировщиков и транспортных	1 мотор	60—90 75—150	Длительность заправки одного самолета 5—10 минут Зимой, с учетом предварит. прогрева мотора, норма увеличивается в 2—3 раза
2	Обмывка самолетов	"	150	
3	Заправка автомашин: а) легковых б) грузовых	1 автомаш.	15—20 30—60	
4	Обмывка автомашин: а) легковых б) грузовых	"	150—200 300—400	
5	Заправка тракторов: а) СТЗ и ЧТЗ б) Сталинец	1 трактор	55—60 90	II. Хозяйственно-питьевые потребности
6	Обмывка тракторов	"	400—700	
7	Казармы	1 чел.	60—80 $K_{\text{сут}}=1,25$ $K_{\text{час}}=1,6—1,3$	
8	Дома офицерского состава, коттеджи (в зависимости от степени благоустройства)	1 чел.	150—200 $K_{\text{сут}}=1,15—1,10$ $K_{\text{час}}=1,30—1,15$	
9	Детские учреждения (детсад, ясли)	1 ребенок	75	$K_{\text{час}}=1,5$
10	Школа	1 учаш.	15	

№ п/п	Виды потребления воды	Расчетная единица	Норма расхода воды на единицу в л	Примечание	№ п/п	Виды потребления воды	Расчетная единица	Норма расхода воды на единицу в л	Примечание
11	Штабы, служебные здания, рабочие и служащие, занятые на производстве	1 чел.	15—25	$K_{нас}=3,0$	23	Приготовление цементного раствора (отдельно)	1 м³	200—300	
12	Лазарет (без водоочистки)	1 койка	150—250	$K_{нас}=2,5$	24	Приготовление известкового раствора вместе с гашением извести (отдельно)	1 м³	1200—1400	
	Амбулатория	1 посет.	12—15	$K_{нас}=1,5$	25	Гашение извести (отдельно)	1 м³	2500—3000	
13	Душевые	Одно пользован. душ.	40	$K_{нас}=1,0$	26	Паровая лопата на грузничном ходу	на 100 м³ грунта	450—1700	
14	Бани	1 чел.	150—180	$K_{нас}=1,0$	27	Скреперный экскаватор	на 100 м³ грунта	750—1500	
15	Прачечные механические	1 кг сух. белья	60	$K_{нас}=1,0$	IV. Производственные потребности				
16	Столовые	1 посет.	15	$K_{нас}=1,5$	28	Самолетно-авиаре- монтные мастерские (САМ)			
17	Парикмахерские	1 место с умыв. приб.	75	$K_{нас}=1,0$		а) хозяйственно-бытовой расход	на 1 рабоч. в смену	25	$K_{нас}=3$
18	Хлебопекарня	на 100 кг хлеба	80	$K_{нас}=1,0$		б) расход на души	одно пользов. душем	40	(в течение 30 минут)
19	Клуб	1 посет.	10	$K_{нас}=1,0$		в) технический расход, связан с капитальным ремонтом самолетов	на 1 самолет	15000	
20	Поливка дорог, газонов	1 м²	1,5	$K_{нас}=1,0$	29	Механическая мастерская	на 1 станок в смену		
III. Строительные потребности					30	Столярная мастерская		35	
21	Земляные работы (уплотн. грунта)			В зависимости от грунта и толщины увлажняемого слоя	31	Слесарная	"	20	
	На каждый % недостающей влажности до оптимальной	1 м³	2—3,5		32	Кузнечная	"	80	
22	Строительство искусственных покрытий:				33	Охлаждение компрессора	на 1 л. с. за час	40	
	а) грунтовых	1 м³	5—40		34	Двигатели внутр. сгорания		25—50	
	б) гравийных и щебеночных		до 60		35	Паровые котлы за 1 ч. работы	на 1 м² поверхности нагрева	15—30	
	в) кирпичн. на глинян. или цемент. растворе	кладка 1000 шт.	30—60			V. Пожарные потребности			
	г) бетонных (приготовление бетона)	1 м³	200		36	Расход воды на внутренние пожарные краны (в л/сек)	на 1 пожар. кран	2,5	В расчет принимается 2 крана
	д) промывка гравия, щебня и песка	1 м³	1000—1500		37	Расход воды на наружные пожарные краны для всех аэродромов (в л/сек.)			
	е) поливка уложен. бетона	1 м²	2—5	Для одновременной поливки		а) в секторе застройки	на 1 пожар	30	принимается 1 пожар. в теч. 3-х час.
						б) в авиагородке	на 1 пожар	20	принимается 1 пожар. в теч. 3-х час.

Таблица 2

№ п/п	Наименование водопотребителей	К-во един.	Норма потребл. воды на единицу в л	Суточн. коэфф. неравномерн. $K_{сут}$	Максим. суточн. расход воды в $м^3$	Часовой коэфф. не- равномерн. $K_{час}$	Продолжит. ра- боты в часах	Расчетно-сек. расх. $л/сек$
	1. Технические и производствен- ные потребности							
	А. Место стоянок самолетов							
1	Обмывка самолетов (50% от состава са- мол.)	Моторов 140	150 на 1 мотор	—	21,0	—	6	0,970
2	Заправка самолетов	Моторов 280	75 на 1 мотор	—	21,0	—	3	1,940
3	Расходы на противопо- жарные цели	(см. в III разделе таблицы)						
	Б. Зона застройки							
4	Ангар-мастерские для войскового ремонта	3 анг. людей						
	а) хоз. питьеv. нуж- ды	15×3	25	—	1,125	3	8	10,940
	б) обмывка полов (площадь в кв. м)	600×3	1,5	—	2,700	—	8	
	в) обмывка самоле- тов (15% от сос- тава самол.)	Моторов 70	150 на 1 мотор	—	10,500	—	4	
5	Стан. водомаслогрейка	(расход учтен см. порядков. № 2)						
	а) расход на заправ- ку самолетов							
	б) хоз. питьевой рас- ход	12 чел.	25	—	0,300	3	8	0,030*
6	Авиамастерские типа САМ	1						
	а) производственный расход, связанный с капитальным ре- монтом 2-х само- летов	2	15000 на 1 само- лет	—	30,0	—	8	3,250
	б) хоз. питьеv. нужды	400 чел.	25	—	10,0	3	8	

* Расход сосредоточен в стационарных водомаслогрейках.

№ п/п	Наименование водопотребителей	К-во един.	Норма потребления воды на единицу в л	Суточн. коэфф. неравномерн. $K_{сут}$	Максим. суточн. расход воды в м³	Часовой коэфф. неравномерн. $K_{час}$	Продолжит. работы в часах	Расчетно-сек. расх. $л/сек$
	в) расход воды на души из расчета 100% от работающих	40	40	—	1,6	—	0,5	3,250
	г) мытье полов (пл. в кв. м)	4000	1,5	—	6,0	—	8	
7	Гаражи теплые (кол.)	3						
	а) заправка автомашин легковых	10	20	—	0,200	—	4	1,730
	б) выправка автомаш. трансп. и специальных	160	40	—	6,400	—	4	
	в) обмывка автомашин легковых	10	150	—	1,500	—	8	
	г) обмывка транспортных и спец. автомашин 70% от числа автомашин	112	300	—	33,600	—	8	1,730
	д) хоз. питьеv. нужды (чел.)	24	25	—	0,500	3,0	8	
8	Авторемонтные мастерские	1						
	а) производственный расход (ремонт машин)	5	2500	—	12,500	—	8	0,720
	б) хоз. питьеv. расход (чел.)	100	25	—	2,500	3	8	
	в) расход воды на души из расчета 100% от работающих	10	40	—	0,400	—	0,5	
9	Аэродромный двор							
	а) заправка тракторов	12	60	—	0,720	—	2	0,560
	б) обмывка тракторов (70% от числа тракторов)	9	600	—	5,400	—	8	
	в) мастерские для ремонта и изготовления механизмов (производ. расход плюс хоз. питьевой и души)	2 мастерские	5000	—	10,000	—	8	

№ п/п	Наименование водопотребителей	К-во един.	Норма потребл. воды на единицу в л	Суточн. коэфф. неравномерн. $K_{сут}$	Максн. суточн. расход воды в $м^3$	Часовой коэф. не- равномерн. $K_{час}$	Продолжит. ра- боты в часах	Расчетно-сек. расход $л/сек$
В. Авиагородок								
10	Эксплоатационные гаражи с подсобными сооружениями	3 гаража	3000	—	9,000	—	8	0,300
11	Гаражи собственных машин с подсобными сооружениями	4 гаража	3000	—	12,000	—	8	0,420
12	Конюшня (лошадей)	20	50	—	1,000	—	2	0,140
	Итого:	—	—	—	199,94	—	—	11,000
II. Хозяйственно-питьевые потребности								
А. Зона застройки								
13	Здание управления полетами (в смену-человек)	12 чел.	25	—	За 2 смены 0,600	3	16	0,031
14	Пожарное депо	12 "	25	—	За 24 часа 0,900	3	24	0,010
15	Служебные здания (3 зд.)	60 "	25	—	1,500	3	8	0,156
16	Служебное здание с лабораторией ГСМ	8 "	25	—	0,200	3	8	0,021
17	Столовая с подсобными службами для авиамастерских	300 "	15	—	4,500	1,5	8	0,230
18	Служебное здание гаражной группы	8 "	25	—	0,200	3	8	0,021
19	Служебное здание аэродромного двора	8 "	25	—	0,200	3	8	0,021
Б. Авиагородок								
	Командно-строевая группа							
20	Штабная группа (2 здания)	160 "	25	—	4,000	3	8	0,414
21	Казармы серж. летно-технического состава (6 зданий)	700 "	80	1,25	70,0	1,5	8	1,215

№ п/п	Наименование водопотребителей	К-во един.	Норма потребл. воды на единицу в л	Суточн. коэфф. неравномерн. $K_{сут}$	Максн. суточн. расход воды в $м^3$	Часовой коэф. не- равномерн. $K_{час}$	Продолжит. ра- боты в часах	Расчетно-сек. расход $л/сек$
22	Казармы для рядового и сержантского состава обслуж. частей (3 здания)	600 чел.	80	1,25	60,0	1,5	24	1,042
23	Столовые для рядового и серж. состава (2 столовых)	на 1000 чел	15	—	15,000	1,50	12	0,520
	Культурно-просветит. группа							
24	Дом офицеров	на 400 чел	10	—	4,000	1,0	6	0,185
25	Клуб рядового состава	на 800 чел	10	—	8,000	1,0	6	0,370
26	Средняя школа	на 600 уч.	15	—	9,000	1,5	6	0,625
	Медицинская группа							
27	Войсковой лазарет	на 30 коек	250	—	7,500	2,5	24	0,217
28	Поликлиника (посетителей)	40 чел.	12	—	0,480	1,5	8	0,025
	Хозяйственная группа							
29	Хозяйственные мастерские	80 чел.	25	—	2,000	2,5	8	0,174
30	Баня с пропускной способностью 60 чел/час	60 чел.	180	—	108,000*	1	10	3,000
31	Прачечная с пропускной способн. 100 кг сух. белья в час	100	60	—	60,000*	1	10	1,670
	Жилая группа							
32	Дома офицерского состава квартирного типа (14 домов)	1400 чел.	200	1,10	309,0	1,20	24	4,292

* Баня и прачечная работают по 10 часов в сутки.

№ п/п	Наименование водопотребителей	К-во едн.	Норма потребл. воды на единицу в л	Суточн. коэф. неравномерн. $K_{сут}$	Максн. суточн. расход воды в м ³	Часовой коэф. неравномерн. $K_{час}$	Продолжит. работы в часах	Расчетно-сек. расход л/сек
33	Дома серж. состава сверхсрочной службы квартирного типа (3 дома)	300 чел	150	1,15	51,75	1,30	24	0,779
34	Дома для вольнонаемного состава квартирного типа (6 домов)	600	200	1,10	132,0	1,20	24	1,910
35	Общезития для холостых офицеров гостиничного типа (2 дома)	150	200	1,10	33,0	1,20	24	0,458
36	Столовая для офиц. состава	250	15	—	3,750	1,5	12	0,130
37	Детсад (на 100 мест)	100	75	—	7,500	1,5	10	0,312
38	Дет. ясли (на 60 мест)	60	75	—	4,500	1,5	10	0,188
	Итого:	—	—	—	897,60	—	—	29,03
III. Пожарные расходы								
39	Расход на внутреннее пожаротушение из расчета действия 2-х вн. пож. кранов по 2,5 л/сек	2 п. к.	2,5 л/с	—	—	—	—	5,000
	Всего по аэродрому	—	—	—	897,6*	—	—	34,03*
40	Расход воды на наружное пожаротушение из расчета 30 л/сек на пожар в течение 3 часов	1 пожар	30 л/с	—	Постоянный запас воды для противопожарных целей 324,0	—	—	30,000

Примечание: *) Из указанных расходов следует вычесть расходы на общественные, культурные, лечебные, учебные и т. п. учреждения, которые входят в помещенные выше нормы душевого водопотребления.
В таблице эти расходы значатся под порядковыми номерами — 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 36, 37, 38.

Таким образом, за вычетом указанных расходов—расчетный секунднй расход на аэродроме будет—26,8 л/сек.

§ 8. Водоприемные сооружения для подземных источников

Подземные источники для целей водоснабжения аэродромов имеют огромное значение. По сравнению с поверхностными источниками, они более чистые, прозрачные и наиболее постоянные по качеству и температуре. Схема водоснабжения из подземного источника является наиболее компактной, экономичной, а также наиболее удобной по соображениям ПВО.

Использование поверхностных источников для целей водоснабжения аэродромов допустимо лишь при отсутствии или непригодности подземной воды.

1. Вертикальные водосборы

Для определения необходимого числа скважин или колодцев необходимо определить дебит источника, т. е. производительность его в единицу времени. Более точно дебит определяется посредством пробных откачек, пользуясь удельным дебитом. Последний представляет собой дебит колодца или скважины, приходящийся на единицу понижения уровня воды, при откачке ее. При этом удельный дебит артезианской скважины (с напорной водой) определится по формуле:

$$q_{уд} = \frac{q}{S} \text{ л/мин,}$$

где q —дебит колодца по данным откачки в л/мин;

S —понижение уровня воды при опытной откачке в м.

Удельный дебит колодцев и скважин, получающих грунтовую воду (ненпорную), определится по формуле:

$$q_{уд} = \frac{2qH}{S(2H-S)} \text{ л/мин,}$$

где H —мощность (высота) водоносного слоя в метрах.

Для грунтовой воды максимальный дебит возможен при максимальном понижении динамического уровня воды и скважине во время откачки (рис. 5а):

$$S_{\max} = 0,5 H.$$

Для артезианской воды (межпластовой или напорной) — максимальный дебит возможен при максимальном понижении динамического уровня воды в скважине (рис. 5б):

$$S_{\max} = H - 0,5 m,$$

где H —мощность (высота) ненпорного слоя воды;

m —мощность напорного водоносного грунта.

Величины H и m находят разведочным бурением или принимают ориентировочно по гидрогеологическим данным.

Ориентировочно дебит колодцев или скважин можно определить по формулам Дюпюи—Тима.

Так, максимальный дебит совершенного колодца (колодца, доведенного до водоупора), получающего грунтовую воду (рис. 5а), вычисляют по формуле:

$$q = 1,36 \, k \frac{H^2 - h^2}{\lg R - \lg r} \, \text{м}^3/\text{сек},$$

где k —коэффициент фильтрации водоносного грунта в $\text{м}/\text{сек}$;

R —радиус депрессионной воронки или радиус влияния колодца, характеризующий зону питания колодца в м ;

r —радиус фильтра трубчатого колодца в м ;

H —мощность водоносного грунта в м ;

h —высота слоя воды в м от водоупора до динамического уровня.

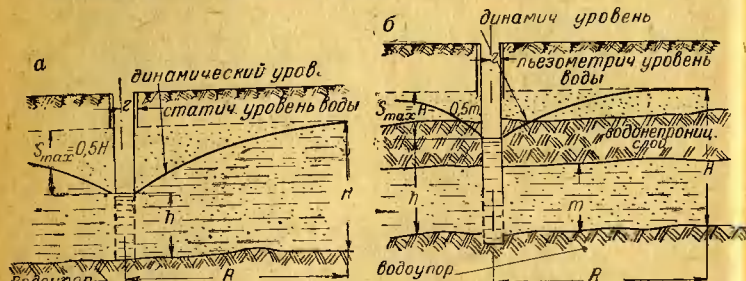


Рис. 5. К определению максимального дебита колодцев и скважин:

а — для грунтовых вод; б — для межпластовых вод

Для максимального дебита $h = \frac{H}{2}$.

Для совершенных колодцев в межпластовых, напорных водах (рис. 5б) дебит вычисляют по формуле:

$$q = 2,72 \frac{kmS}{\lg R - \lg r} \, \text{м}^3/\text{сек},$$

где m —мощность напорного водоносного грунта в м ;

S —понижение столба воды в колодце при откачке в м ,

$$(S_{\max} = H - 0,5 \, \text{м}).$$

Величины H и m принимаются по гидрогеологическим данным или по данным разведки. Величины k и R принимаются приближенно, в соответствии с породой водоносного грунта по табл. 3.

Таблица 3

№ п/п	Породы водоносного грунта	$k \, \text{м}/\text{сек}$	$R \, \text{м}$
1	Суглиники, лессы, супеси . .	$5 \cdot 10^{-6} \div 5 \cdot 10^{-5}$	5—50
2	Тонко и мелкозернистые пески	$5 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-4}$	50—100
3	Среднезернистые пески . . .	$1 \cdot 10^{-4} \div 5 \cdot 10^{-4}$	100—200
4	Крупнозернистые и грубые пески с гравием и галькой	$5 \cdot 10^{-4} \div 5 \cdot 10^{-3}$	100—200
5	Гравий	$5 \cdot 10^{-3} \div 5 \cdot 10^{-2}$	200—500 и более

Радиус депрессионной воронки можно определить по формуле И. П. Кусакина:

$$R = AS\sqrt{Hk} \, \text{м},$$

где A —коэффициент, равный у Кусакина 575 (В. В. Попов рекомендует брать A с запасом 800—1000);

S —понижение уровня воды в колодце, в м ;

H —высота столба воды над водоупором в м ;

k —коэффициент фильтрации в $\text{м}/\text{сек}$.

Следует отметить, что на практике часто колодцы или скважины не доводятся до водоупора; такие колодцы называются несовершенными.

Дебиты колодцев или скважин, заложенных только на некоторую часть мощности водоносного грунта, по сравнению с совершенными, будут меньшими в 1,5—2,0 раза.

При определении взаимного расположения скважин, одновременно работающих, следует добиваться такого режима, чтобы работа каждой скважины не влияла на уменьшение дебита соседних. Это условие достижимо лишь тогда, когда сферы питания каждой из скважин (работающих одновременно) не будут пересекаться со сферой питания других.

Однако на практике часто местные условия не позволяют выдержать желаемые расстояния между скважинами; это ведет к уменьшению дебита каждой из них.

На рис. 6 взаимное расстояние между двумя смежными скважинами обозначено через $L = 2 \, \text{а}$; радиус депрессионной воронки—через R и радиус колодца (скважины)—через r .

В таблице 4, составленной по данным инж. С. П. Зайцева, приведены коэффициенты дебита скважины, при одновременной работе двух, трех и шести скважин (диаметром 150—200 мм) в зависимости от различного расстояния между ними.

На рис. 7 приведен чертеж самоизливающейся артезианской скважины (не требующей водоподъемных средств).

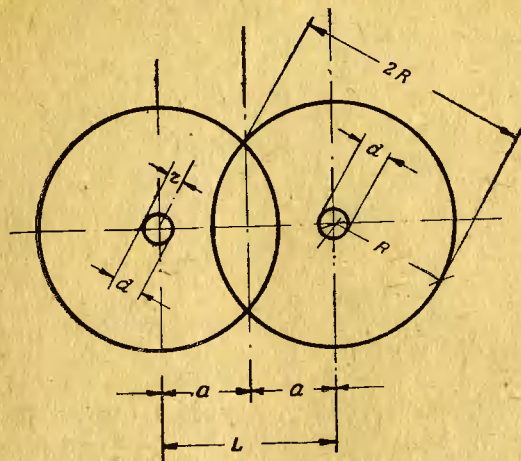


Рис. 6. К определению взаимного расположения скважин

Таблица 4

Расстояние между скважинами	Коэффициент дебита		
	Для 2 скважин	Для 3 скважин	Для 6 скважин
$L = 4R$	—	0,96	0,89
$L = 2R$	1,0	0,90	0,81
$L = R$	0,97	0,80	0,67
$L = 0,5R$	0,91	0,72	0,52
$L = 0,2R$	0,83	0,62	0,42
$L = 0,02R$	0,67	0,43	0,26

Вообще трубчатые колодцы применяются при относительно глубоком залегании водоносного горизонта, с достаточной мощ-

ностью последнего (обычно не менее 5 м) и с хорошей водоотдачей.

При небольших сравнительно глубинах (обычно меньше 20 м) и при водоносных пластах, мощностью не более 5—8 м, со слабой водоотдачей, применяются чаще всего шахтные колодцы.

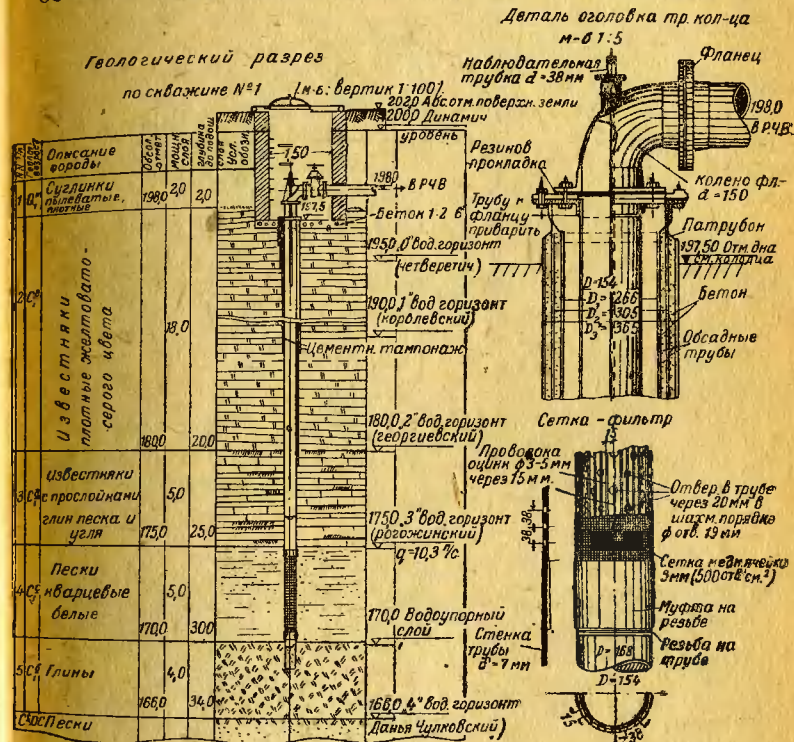


Рис. 7. Артезианская скважина с деталями трубчатого колодца

На рис. 8 дан чертеж шахтного колодца, откуда вода забирается насосом через всасывающую трубу.

При значительной потребности в воде часто устраивается группа шахтных колодцев с сифонным водосбором, как, например, показано на рис. 9.

Вода из шахтных колодцев по сифону поступает в сборный колодец, откуда забирается всасывающим трубопроводом. Си-

фоны обычно укладываются с подъемом 0,005—0,0002 к сборному колодцу, где воздух из них отсасывается вакуумнасосом,

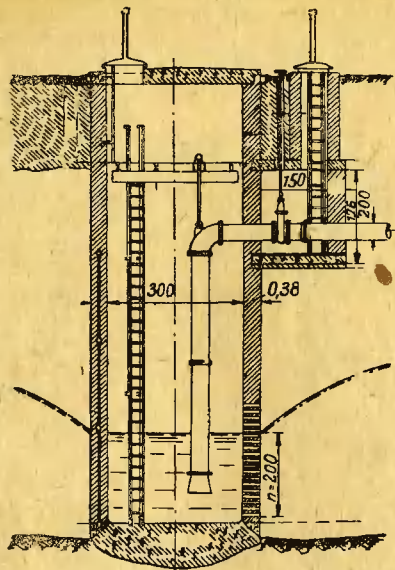


Рис. 8.
Шахтный колодец

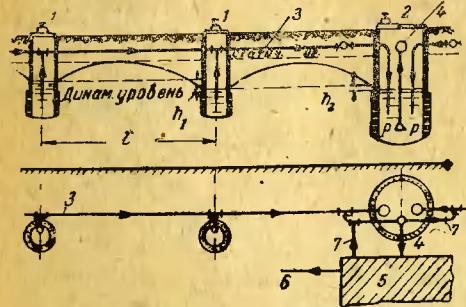


Рис. 9. Схема группы шахтных колодцев с сифонным водосбором:
1 — шахтные колодцы;
2 — шахтный сборный колодец;
3 — сифонный трубопровод;
4 — всасывающий трубопровод;
5 — насосная станция;
6 — напорный трубопровод от насосной станции;
7 — трубопровод от вакуумнасоса;
 h — потеря напора

установленным, вместе с другими насосами, на станции. Указанные сифоны применяются при глубине динамического уровня не ниже 10—12 м от поверхности земли.

2. Горизонтальные водосборы

При малой мощности водоносного пласта (до 2—3 м) и неглубоком залегании его 5—8 м применяются горизонтальные водосборы (дренажные траншеи, дырчатые трубы, галлерей). Горизонтальные водосборы, пересекая подземный поток, могут пол-

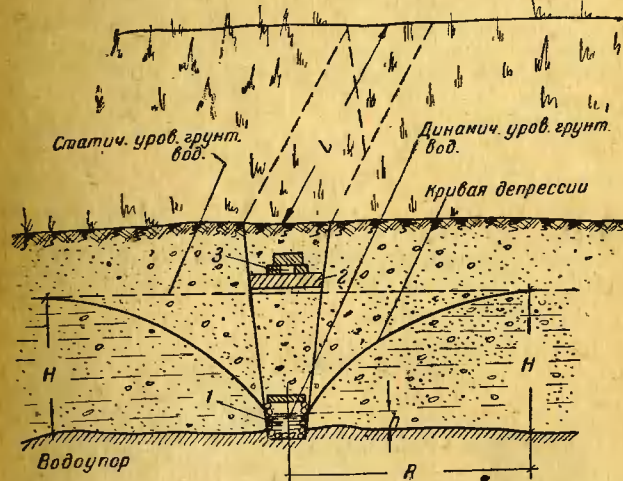


Рис. 10. Дренажная водосборная траншея:

1 — сухая каменная кладка; 2 — глиняная изоляция; 3 — отвод просачивающейся поверхностной воды

ностью перехватить его на определенной длине, чего нельзя достигнуть вертикальными водосборами.

Дебит горизонтального водосбора, для случая двухстороннего питания (рис. 10) можно определить по формуле:

$$q = kL \frac{H^2 - h^2}{R} \text{ м}^3/\text{сек},$$

где q — дебит водосбора в $\text{м}^3/\text{сек}$; k — коэффициент фильтрации в $\text{м}/\text{сек}$; L — длина водосбора в м ; H — высота грунтового потока в м ; h — высота воды в водосборе в м ; R — радиус кривой депрессии в м .

При одностороннем захвате воды дебит будет в два раза меньше:

$$q = kL \frac{H^2 - h^2}{2R} \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Если величина R неизвестна, а известна величина среднего уклона депрессионной кривой I_0 , то для двухстороннего притока дебит можно определить по формуле:

$$q = kL(H+h)I_0 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

По данным С. П. Зайцева средний уклон депрессионной кривой I_0 принимается для грунтов:

Наивысшей водопроницаемости	$I_0 = 0,003 - 0,006$
Песков	$I_0 = 0,006 - 0,02$
Песчаных почв	$I_0 = 0,02 - 0,05$
Суглинков	$I_0 = 0,05 - 0,10$
Глинистых почв	$I_0 = 0,10 - 0,15$
Тяжелых глин	$I_0 = 0,15 - 0,20$

3. Каптаж ключей

По характеру выхода подземной воды (ключей) на дневную поверхность различают: 1) восходящие и 2) нисходящие ключи. Восходящие ключи представляют собою выходы напорных вод. На рис. 11 показан каптаж восходящего ключа. Он пред-

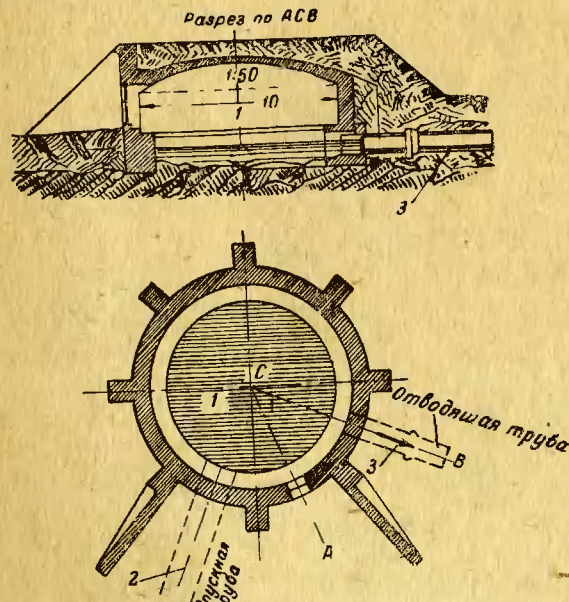


Рис. 11. Каптаж восходящих ключей:

1—сборный бассейн; 2—спускная труба, соединенная со сливной; 3—отводящая труба.

ставляет собой круглый бассейн, перекрытый сверху сводом, засыпанным землей. Доступ в каптаж осуществляется через дверь. Для опорожнения или чистки бассейна имеется спускная труба. Необходимый уровень воды поддерживается сливной трубой. Вентиляция осуществляется через входную дверь.

На рис. 12 показан каптаж нисходящих ключей (ненапорных вод), вытекающих обычно на склонах долины и в вершинах оврагов.

Доступ в камеру осуществляется через лаз, дырчатая крышка которого служит одновременно и средством вентиляции.

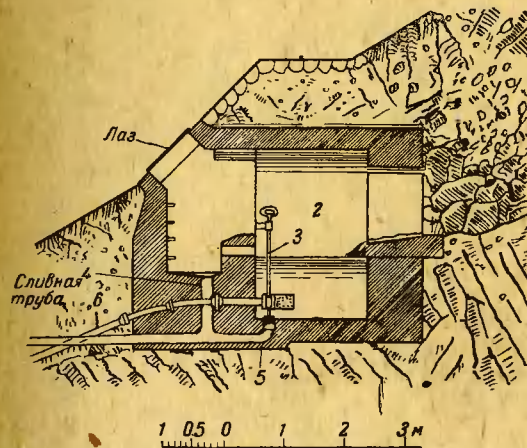


Рис. 12. Каптаж нисходящего ключа:

1—передняя шахта; 2—ключевая камера; 3—клапан для опорожнения и спуска воды; 4—сливная труба; 6—отводящая труба с сеткой

Передняя шахта служит местом управления ключевой камерой (очистка, слив, опорожнение). Чистая вода забирается трубой с сеткой и, в зависимости от последующей схемы водоснабжения, поступает к потребителям.

4. Инфильтрационные воды

Фильтрация воды поверхностных источников через береговую толщу водопроницаемого грунта позволяет получить, в ряде случаев, воду значительно более высокого качества, чем в самих водоемах и даже иногда совершенно безупречную.

Каптаж этих инфильтрационных вод чаще всего производится колодцами (рис. 13). При этом дебит колодцев можно определить по формуле:

$$q = 1,36 k \frac{H^2 - h^2}{\lg 2L - \lg r} \text{ м}^3/\text{сек},$$

где q —дебит колодца в $\text{м}^3/\text{сек}$; k —коэффициент фильтрации в $\text{м}/\text{сек}$; H —высота столба воды от дна водоема до его расчетного уровня воды в м ; h —высота воды в колодце, считая от нап.



Рис. 13. Схема инфильтрационного колодца

низшего установившегося уровня (при откачке) до дна водоема в м ; L —расстояние от уреза воды (при расчетном уровне) до оси колодца в м ; r —радиус колодца в м .

За расчетный уровень воды в колодце при установившемся водоразборе можно принимать отметку, которая на 0,3 м ниже расчетного уровня водоема.

Высота столба воды в колодце h_0 должна быть не меньше 1,25 м. Если $h_0 < 1,25 \text{ м}$, то дно колодца должно быть опущено ниже дна открытого водоема.

Необходимо соблюдать условие, чтобы $L < 0,5 R$ (R —радиус депрессионной кривой). Если $L > 0,5 R$, то колодец не будет получать инфильтрационной воды из водоема. Кроме этого следует также учитывать возможность заиливания берега, как фактора, уменьшающего инфильтрацию.

§ 9. Водоприемные устройства для поверхностных источников

При речном или озерном водоснабжении аэродромов, чаще всего применяются: 1) водоприемники с самотечными линиями (при пологих берегах) и 2) береговые водозаборы (при крутых берегах). Указанные водоприемники должны забирать воду из наиболее чистой части источника. В связи с этим водоприемники

стремится вынести в наиболее глубокую часть реки, располагая его на прямом участке или со стороны подмываемого берега, и ни в коем случае не со стороны выпуклой части берега, который обычно постепенно мелеет благодаря отлагающимся наносам.

Приемное отверстие следует располагать выше дна реки приблизительно на 1—1,5 м и больше, и ниже поверхности воды примерно на 1—1,5 м (считая от самого низкого горизонта воды).

В береговых водозаборах, при больших колебаниях горизонта речных вод, приемные окна располагают в два яруса.

1. Водоприемники с самотечными линиями. На рис. 14 показан простейший водоприемник в виде стояка, наиболее часто применяемый для глубоких рек 4—5 м и более. На реках средней глубины, судоходных или сплавных, с низким горизонтом ледохода, для предохранения оголовка водоприемной трубы от повреждения судами, плотами, льдом, устраивают или свайное ограждение или ограждение, представляющее ряжевую или каменную обделку.

На рис. 15 представлен ряжевый водоприемник, устроенный из бревен с двойными стенками, дном и каменной заборской для устойчи-

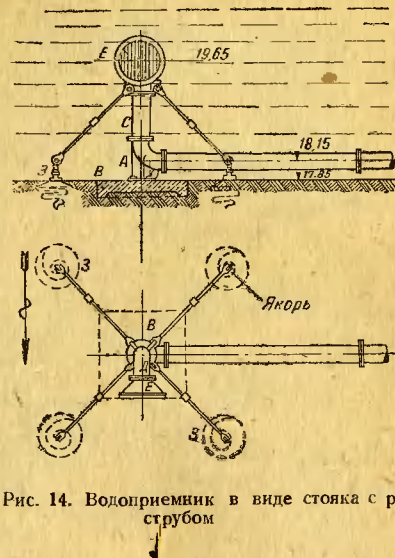


Рис. 14. Водоприемник в виде стояка с рабтрубом

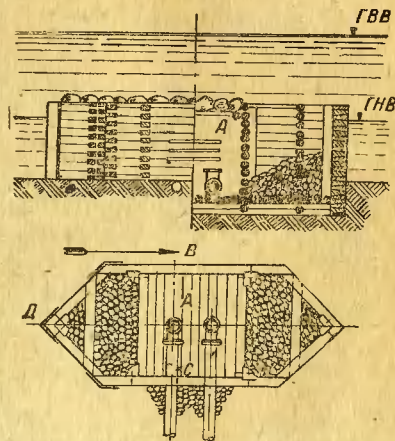


Рис. 15. Ряжевый водоприемник

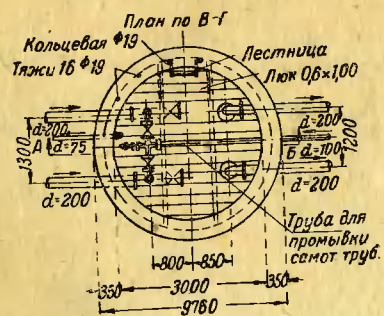
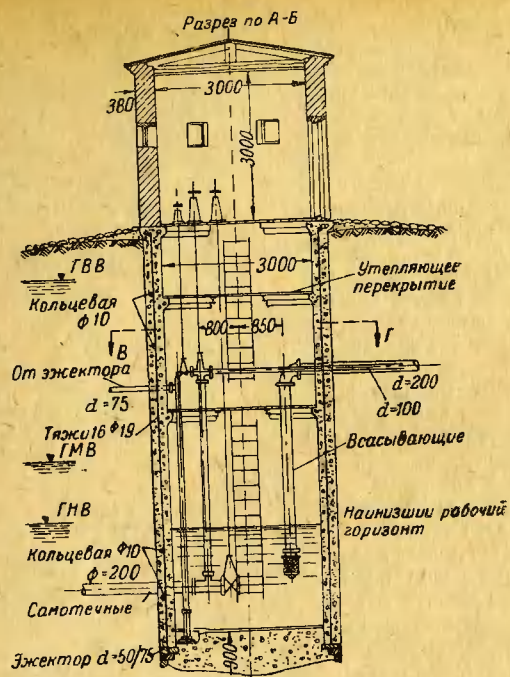


Рис. 16. Береговой колодец

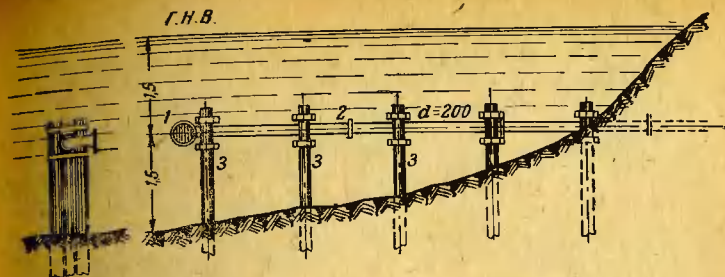


Рис. 17. Водоприемник на свайном основании

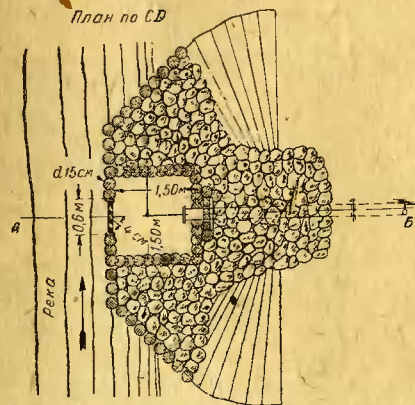
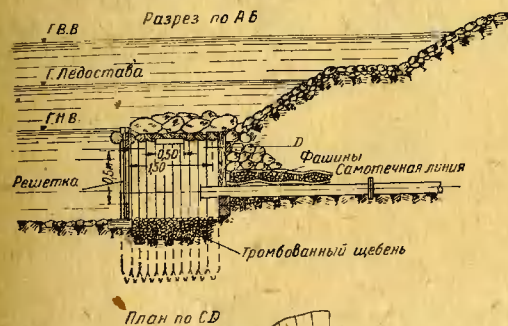


Рис. 18. Свайный водоприемник для рек небольшой глубины

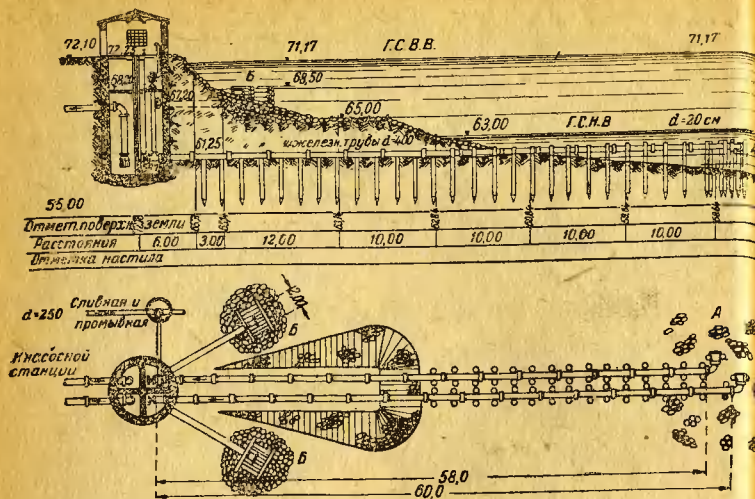


Рис. 19. Комбинированный водоприемник для рек с большим колебанием горизонтов воды

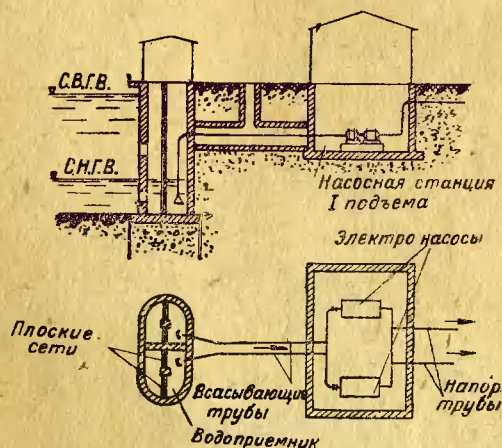


Рис. 20. Схема берегового водозабора раздельного типа

ности. Для входа воды во внутреннюю часть его А в стенках В и С устроены щели по высоте 1,5—2 см. Общая площадь щелей определяется из расчета образования скорости в них около 0,2 м/сек. Передняя острая часть водоприемника Д обивается железом и служит как бы ледорезом. Сверху водоприемник защищен от засорения крышечкой.

Водоприемники с самотечными линиями оканчиваются береговыми колодцами, располагаемыми на незатопляемой отметке берега на 0,5—1,0 м выше самого высокого горизонта воды.

На рис. 16 показан один из типов береговых колодцев, откуда вода забирается насосами при помощи всасывающих труб.

Простейший водоприемник на свайном основании, расположенный недалеко от берега, изображен на рис. 17.

На рис. 18 изображен водоприемник, расположенный у самого берега, который может с успехом применяться для рек небольшой глубины.

На рис. 19 изображен комбинированный водоприемник для рек с большим колебанием воды. Здесь совмещены водоприемник, который работает лишь при низких горизонтах воды, с водоприемником, работающим только в период высокой воды в реке.

Следует отметить, что самотечные трубы рассчитываются на скорость движения воды в них не менее 0,65—0,75 м/сек, во избежание выпадения осадков. Тем не менее необходимо эти трубы

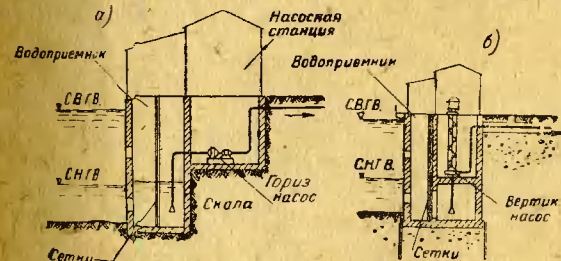


Рис. 21. Схемы береговых водозаборов совмещенного типа: а—с горизонтальными насосами; б—с вертикальными насосами

периодически очищать путем обратной промывки их водой насосами станции первого подъема.

2. Береговые водозаборы применяются для рек, озер с крутыми берегами; располагаются они на незатопляемой отметке. Вода из реки проходит через передние окна со скоростью 0,2—0,4 м/сек, затем, пройдя через сетки, поступает во вторую половину водоприемника, откуда насосами перекачивается, обычно, на очистные сооружения.

Различают береговые водозаборы раздельного со станцией типа (рис. 20) и совмещенного со станцией типа (рис. 21), которые

располагаются на прочном грунте, исключаящем неравномерную осадку берегового водозабора и станции.

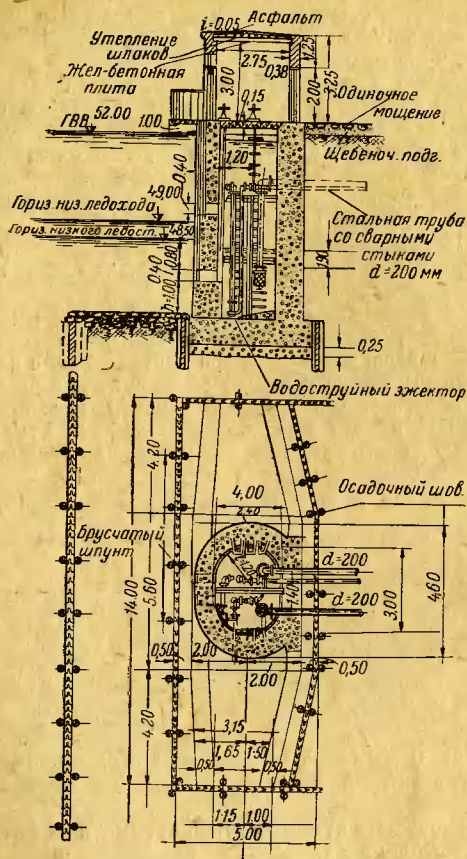


Рис. 22. Береговой водозабор раздельного типа

При наличии вертикальных насосов (рис. 21 б) габариты насосной станции и водозабора можно значительно сократить.

На рис. 22 представлена конструкция одного из применяемых береговых водозаборов раздельного типа.

§ 10. Зоны санитарной охраны

В целях защиты водоприемных сооружений от загрязнения санитарными органами устанавливается зона водоохраны, которая представляется на утверждение вместе с проектом водоснабжения. Охранная зона распадается на три части:

1. Зона «строгого режима», охватывающая место забора воды. Указания зона должна быть ограждена и охраняема от выпуска посторонних лиц, всякого проживания и строительства, не имеющего отношения к водопроводу.

2. Зона «ограничений», охватывающая и другие водные источники, санитарное состояние которых может влиять на состав подаваемой воды. В этой зоне запрещены свалки, выпуск сточных вод, купание, полоскание белья, водопой скота, устройство плотин, стоянок судов, поглощающих колодцев и пр.

3. Зона «наблюдений», которая может лишь косвенно влиять на загрязнение водонесточника. Здесь не устанавливаются особые санитарные правила, но ведется тщательный санитарный учет водных инфекционных заболеваний, с целью принятия мер к недопущению заражения выбранного источника водоснабжения.

На проекте водоснабжения аэродрома должна быть нанесена зона «строгого режима», которая огораживается и охраняется. Минимальное расстояние границ этой зоны от подземных источников водоснабжения должно быть не меньше радиуса кривой депрессии (R).

§ 11. Подъем воды из скважин

Характеристика водоподъемных средств

В зависимости от положения динамического уровня воды в скважине применяются горизонтальные насосы, штанговые, вертикальные центробежные (для скважин) и эрлифты. В таблице 5 дана общая характеристика указанных водоподъемных средств.

Таблица 5

№ п/п	Тип водоподъемника	Наибольшая глубина динамич. уровня	Производит. м³/час	Место подачи воды	Род двигателя	Характеристика скважины
1	а) Насос с горизонтальной осью, установленный на земле б) То же — установленный в шахте	5 м 9 м	2—3000 и более	В резервуар или в сеть	Любой двигатель с гориз. осью	Скважина с близким динамич. уровнем
						Скваж. с неглубок. динам. уровнем

№ п/п	Тип водоподъемника	Наибольшая глубина динамич. уровня	Производит. м³/час	Место подачи воды	Род двигателя	Характеристика скважины
2	Штанговый насос	60	2,4—25	В резервуар	Любой двигатель	Скваж. с средним и глубоким динамич. уровнем
3	Вертикальный центробежный насос (для скважин)	100	5—500 и более	В резервуар или в сеть	Вертик. электромоторы	Скважина с средним, глубоким и очень глубоким динамич. уровнем
4	Эрлифт	100	5—600	В резервуар	В зависимости от типа компрессора	

Насос для артезианских скважин 12НА

Конструкция артезианского насоса была впервые разработана русским инженером-механиком В. А. Пушечниковым в конце XIX века. У нас эти насосы марки „12-НА“ выпускаются заво-

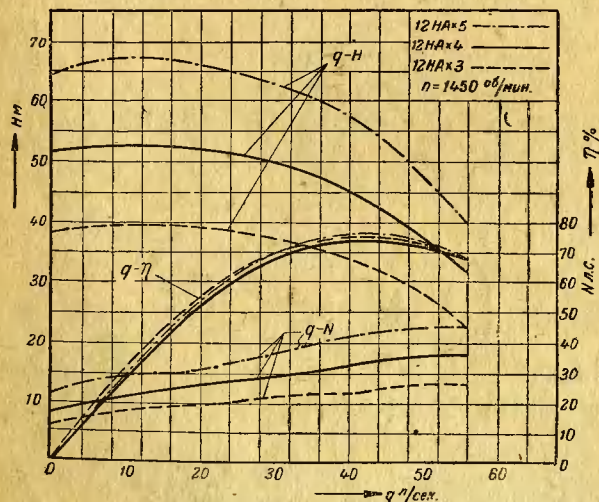


Рис. 23. Характеристики артезианского насоса (12 НА×3, 12 НА×4, 12 НА×5)

дом имени М. И. Калинина для артезианских скважин диаметром не меньше 12 дюймов.

Насосы 12НА представляют собой центробежные многосекционные насосы секционного типа с вертикальным валом. Чугунный корпус насоса с направляющим аппаратом и рабочее колесо составляют секцию. Число секций определяется высотой подачи воды, считая от динамического уровня воды в скважине, плюс потери напора. Насос устанавливается путем подвешивания его к напорной (водоподъемной) трубе. Вертикальный вал с направляющими подшипниками помещен в защитной трубе.

На рис. 23 даны характеристики насоса при 1450 об/мин для трех, четырех и пяти рабочих колес (серийный выпуск этих насосов рассчитан на 5 колес). На рис. 24 дан общий вид насоса 12НА.

Таблица глубин погружений артезианского насоса типа „12 НА“ (к рис. 24)

Насос	a	Размер в в зависимости от числа нормальных секций (3500 мм)					
		0	1	2	3	4	5
12 НА×5	1265	5305	8805	12305	15805	19305	22805
12 НА×4	1075	5305	8805	12305	15805	19305	22805
12 НА×3	885	5305	8805	12305	15805	19305	22805

Продолжение

Насос	a	Размер в в зависимости от числа нормальных секций (3500 мм)				
		6	7	8	9	10
12 НА×5	1265	26305	29805	33305	36805	40305
12 НА×4	1075	26305	29805	33305		
12 НА×3	885					

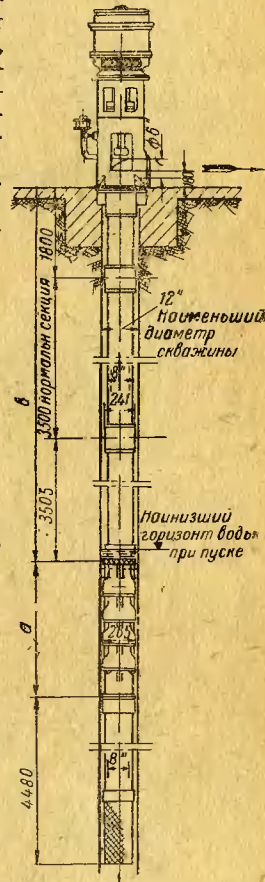


Рис. 24. Вертикальный центробежный насос „12 НА“ завода им. М. И. Калинина для трубчатых колодцев

Принцип действия эрлифта основан на разности удельных весов жидкостей в двух сообщающихся сосудах; одним из них является сама скважина, куда непрерывно притекает подземная

вода, а другим—водоподъемная труба, куда непрерывно поступает сжатый воздух, образуя эмульсию (смесь воды с воздухом). Поднятая эрлифтом вода обычно поступает в сборный резервуар, откуда насосами перекачивается в сеть (рис. 25).

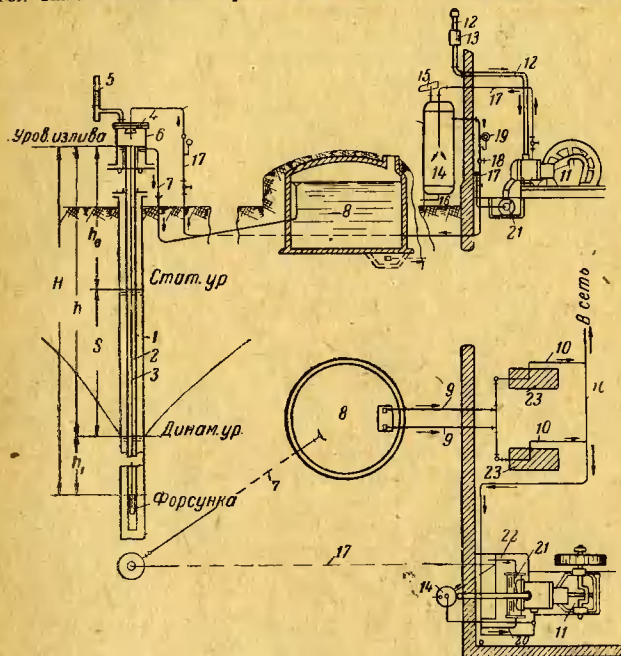


Рис. 25. Схема эрлифтной установки:

1—обсадная труба скважины; 2—водоподъемная труба; 3—воздушная труба; 4—отражатель; 5—выпуск воздуха; 6—приемный бачок; 7—трубопровод, отводящий воду в сборный резервуар; 8—сборный резервуар; 9—всасывающие трубы насосов; 10—напорные трубы; 11—компрессор; 12—воздушные всасывающие трубы; 13—фильтр для воздуха; 14—ресивер; 15—предохранительный клапан; 16—кран для спуска масла и воды; 17—воздухопроводы; 18—пусковой вентиль; 19—манометр для сжатого воздуха; 20—вода для охлаждения компрессора; 21—холодильник компрессора; 22—спуск отработанной воды; 23—насосы II-го подъема

вода, а другим—водоподъемная труба, куда непрерывно поступает сжатый воздух, образуя эмульсию (смесь воды с воздухом). Поднятая эрлифтом вода обычно поступает в сборный резервуар, откуда насосами перекачивается в сеть (рис. 25).

$$h_1\gamma = H\gamma_1 \text{ или } h_1\gamma = (h_1 + h)\gamma_1,$$

где h_1 —глубина воды в скважине от динамического уровня до форсунки; h —высота подъема воды от динамического уровня до излива; H —глубина погружения форсунки от уровня излива; γ —объемный вес воды; γ_1 —объемный вес эмульсии.

Если, например, принять, что для подъема 1 куб. м воды расходуется 1 куб. м воздуха, то при весе 1 м³ воздуха, равном 1,188 кг, получим вес 1 м³ эмульсии, равный $\frac{1000 + 1,188}{2} = 500,6$ кг.

Таким образом, примерно получим, что $\gamma = 2\gamma_1$, откуда $h_1 \cdot 2\gamma_1 = H \cdot \gamma_1$ или $h_1 2\gamma_1 = (h_1 + h)\gamma_1$, затем $2h_1 - h_1 = h$, т. е.

$$h_1 = h.$$

Из этого следует, что для подъема воды из скважины на высоту h м (от динамического уровня до излива) при данном количестве воздуха (1 м³ на 1 м³ воды) необходимо на такую же высоту погрузить форсунку в скважину ниже динамического уровня.

Если теперь на 1 куб. м воды будем давать 3 куб. м воздуха, то получим: $\gamma = 4\gamma_1$; $4h_1 = h_1 + h$ или $3h_1 = h$ или

$$h_1 = \frac{h}{3},$$

т.е. при глубине h_1 , например, в 5 м можно поднять воду на 15 м.

Из приведенных примеров следует, что для подъема воды эрлифтами требуется большая заглубленность скважины, по сравнению с другими водоподъемными средствами.

Обычно на практике h_1 принимают от 1,5 h до 2 h , а количество воздуха на 1 куб. м воды берут от 1,5 до 3,5 м³. Общий к.п.д. всей пневматической водоподъемной установки не превышает 20—25%.

Несмотря на малый к.п.д., эрлифты замечательны своей простотой, отсутствием механизмов и трущихся частей и большей надежностью в работе по сравнению с глубоко опущенными центробежными насосами¹⁾. На рис. 26 показаны детали эрлифтной установки.

¹⁾ Для бесперебойного водоснабжения из скважины, оборудованной вертикальным центробежным насосом, необходимо иметь резервную оборудованную скважину. Для скважины с эрлифтом достаточно иметь одну запасную надземную компрессорную установку.

Для определения диаметров труб на практике обычно пользуются таблицей 6 при параллельном расположении воздушной и водоподъемной труб, и таблицей 7 при концентрическом расположении этих труб.

Таблица 6

Производительность		Диаметр воздушной трубы в мм	Диаметр водоподъемной трубы в мм	Наименьший диаметр обсадных труб в мм
л/сек	м³/час			
1—2	3,6—7,2	12,5	40	100
2,5—3,5	9—12,3	19	50	100
4,5—5,0	16,2—18	25	60	150
6—9	21,6—32,5	32	75	150
12—18	43,2—65	38	100	200
20—30	72—108	50	125	250
30—45	108—162	63	150	300
60—80	216—288	76	200	350

Таблица 7

Производительность		Диаметр воздушной трубы в мм	Диаметр водоподъемной трубы в мм	Наименьший диаметр обсадных труб в мм
л/сек	м³/час			
1—2	3,6—7,2	9,5	40	75
2—3	7,2—10,8	12,5	50	75
3—4,5	10,8—16,2	19	60	100
4—6	14,4—21,6	25	75	100
9—12	32,5—43,2	32	100	150
15—18	54—65	38	150	200
18—28	65—100	50	200	250
37—50	134—180	76	250	300
60—75	216—270	88	300	350

Пример расчета эрлифта

Рассчитать эрлифт с производительностью 30 л/сек воды (108 м³/час.).

Расчетная схема приведена на рис. 27.

Решение примера сведено в табл. 8, где последовательно даны основные расчетные формулы вместе с ответными данными.

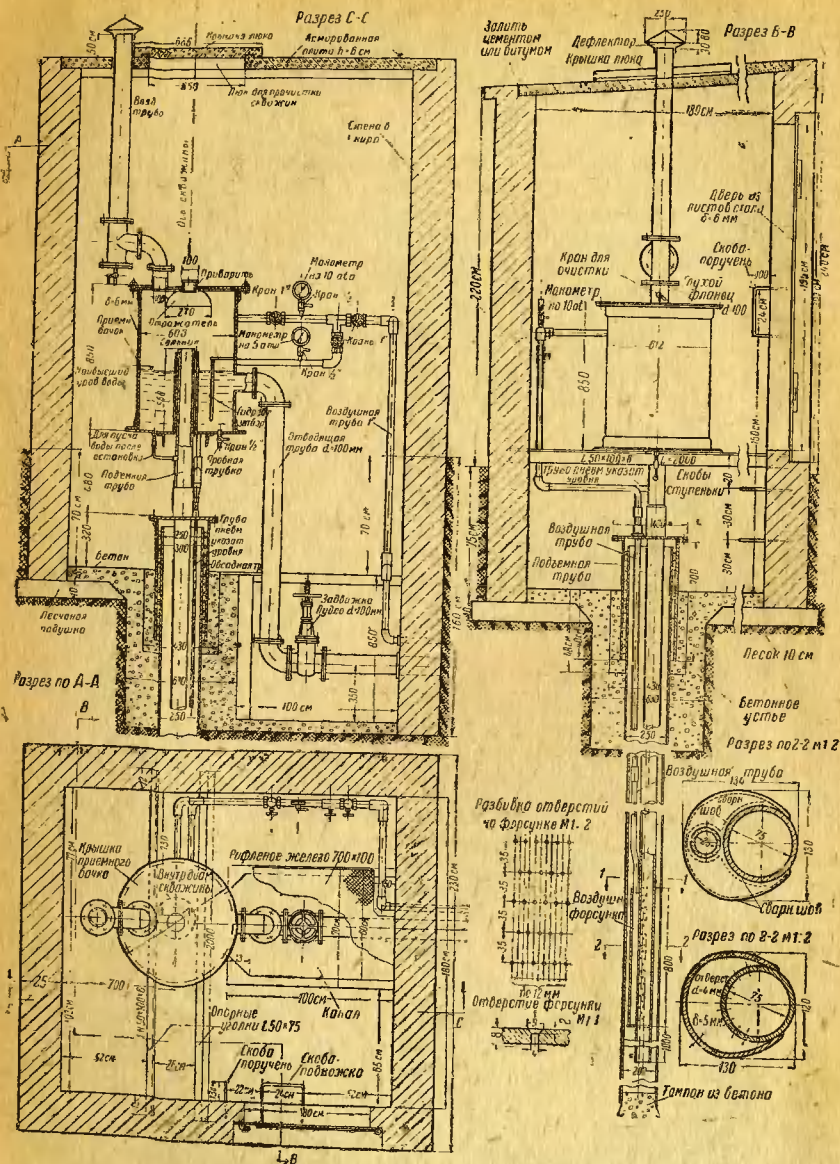


Рис. 26. Детали эрлифтной установки

Расчет примера произведен при коэффициенте погружения форсунки $k=2,5$; этот коэффициент является наиболее выгодным. Мощность вычислена для одноступенчатого компрессора простого действия при рабочем давлении $5,3 \text{ ат}$ производительностью $6,24 \text{ м}^3/\text{мин.}$

Таблица 8

№ п/п	Характеристика	Формулы и обозначения	Размерность	Результаты расчета примера
1	Глубина статич. уровня от уровня излива	h_0	м	18
2	Глубина динамич. уровня от уровня излива (подъем воды)	h	м	30
3	Кoeff. погруж. форсунки	$k = \frac{H}{h}$	—	2,5
4	Глубина погруж. форсунки от уровня излива	$H = kh$	м	75
5	Удельный расход воздуха в м^3 на 1 м^3 воды	$V_0 = \frac{h}{23\eta \lg \frac{h(k-1)+10}{10}}$	—	3,15
	Гидравлич. к.п.д. эрлифта (берется по таблице)	η	—	(0,56)
6	Расход воды	$Q = QV_0$	$\text{м}^3/\text{час}$	108
7	Расход воздуха	$W = \frac{QV_0}{60}$	$\text{м}^3/\text{мин}$	5,67
8	Пусковое давление	$P_0 = 0,1 (kh - h_0 + 2)$	кг/см^2	5,9
9	Рабочее давление у скважины	$P = 0,1 [h(k-1) + 5]$	кг/см^2	5,0
10	Производит. компрессора	$W_k = 1,1 W \div 1,2 W$	$\text{м}^3/\text{мин}$	6,24
11	Сумма потерь давления в воздушной линии от компрессора до скважины	Σp	кг/см^2	0,3 (ориент.)
12	Рабочее давл. компрессора	$P_k = P + \Sigma p$	кг/см^2	5,3
13	Удельная мощн. одноступ. компрессора	$N_0 a$	л.с.	1,43
14	Мощность на валу компрессора	$N_k = W_k P_k N_0$	л.с.	47,3
15	К.п.д. установки	η_y	—	0,26
16	Диам. водопод. трубы	D	мм	200
17	Диам. возд. трубы	d	мм	50
18	Располож. возд. трубы	(рядом или внутри)	—	(внутри)

Для определения гидравлического к.п.д. эрлифта в зависимости от коэффициента погружения форсунки k можно пользоваться следующими данными¹⁾:

При $k=1,5 \quad \eta=0,41$;
 „ $k=2,0 \quad \eta=0,50$;
 „ $k=2,5 \quad \eta=0,56$;
 „ $k=3,0 \quad \eta=0,59$;
 „ $k=3,5 \quad \eta=0,60$.

Удельная мощность N_0 для одноступенчатых компрессоров простого действия колеблется: $1,3 \div 1,4 \text{ л.с.}$ и для двухступенчатых: $1,0 \div 1,05 \text{ л.с.}$

Так как удельная мощность компрессора возрастает с уменьшением рабочего давления, то в N_0 необходимо ввести коэффициент a , учитывающий изменение мощности. По Суреньяну, при изменении рабочего давления P_k одноступенчатых компрессоров с 2 до 6 атм, a изменяется от 1,35 до 1,00. Для двухступенчатых компрессоров, при изменении P_k от 3 до 8 атм, a изменяется от 1,75 до 1,00.

Технические характеристики воздушных компрессоров

Для подъема воды из скважин эрлифтами или для пневматического водоснабжения можно пользоваться воздушными компрессорами, выпускаемыми нашими заводами. Сведения о некоторых из них приводятся ниже.

На рис. 28 даны габаритные размеры с характеристикой вертикального одноступенчатого (одноцилиндрового) компрессора марки ВВК-155 Мелитопольского насосоконпрессорного завода.

На рис. 29 приведен чертеж и данные вертикального двухступенчатого (двухцилиндрового) компрессора марки СА-8 завода „Борец“.

На рис. 30 показан горизонтальный двухступенчатый компрессор марки 300—2К и 400—2К машиностроительного завода имени Фрунзе.

Ниже приведены характеристики еще двух компрессоров Краснодарского завода.

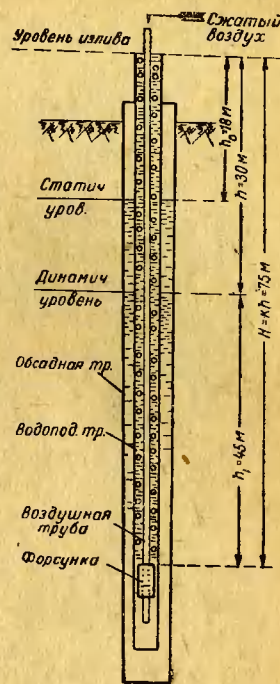


Рис. 27. К примеру расчета эрлифта

¹⁾ Я. С. Суреньяну. Эрлифты. Стройиздат, 1940 г.

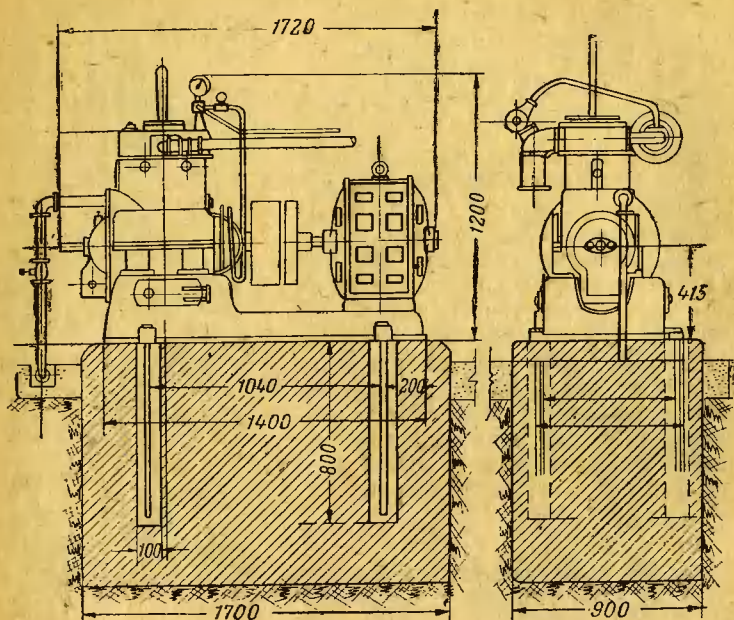


Рис. 28. Вертикальный одноцилиндровый воздушный компрессор марки ВВК-155 (Мелитопольского завода)

Техническая характеристика

Производительность компрессора	2,1 м³/мин
Давление максимальное	7 атм
Число оборотов	950 об/мин
Число цилиндров	2
Диаметр цилиндров	155 мм
Ход поршня	110 мм
Вес компрессора с мотором и шкивом	802 кг

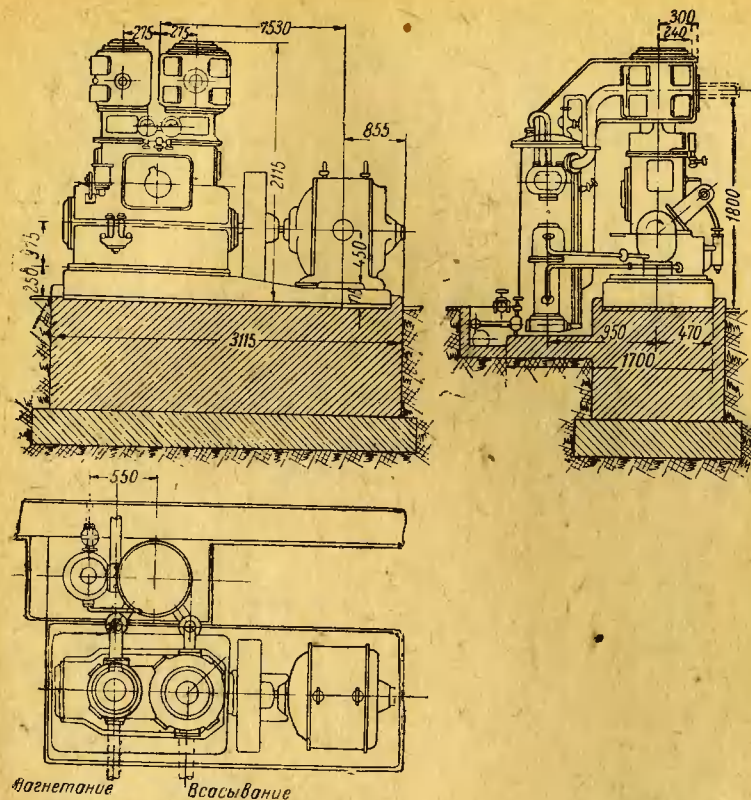


Рис. 29. Вертикальный двухцилиндровый воздушный компрессор марки СА-8 завода „Борец“

Техническая характеристика

Производительность компрессора	10 м³/мин
Давление максимальное	8 атм
Число оборотов в минуту	480
Потребная мощность мотора	75 кв
Диаметр цилиндров	330/210 мм
Ход поршня	170 мм
Вес	3700 кг
Расход воды на охлаждение	1200 л/час

станции, где расположены насосы, подающие воду в сеть. Таким образом, имеющаяся здесь насосная станция является совмещенной, объединяющей первый и второй подъемы воды.

§ 13. Очистные сооружения

Схема очистки

Очистные сооружения для улучшения качества питьевой воды на аэродромах чаще всего состоят из:

1. Коагуляционного отделения со смесителем и камерой реакции.

Если в качестве коагулянта применяется сернокислый алюминий, то дозу его, в зависимости от характеристики исходной воды, берут от 55 до 100 г на 1 м³ воды.

Смешение воды с коагулянтом производится в течение 1—2 минут, а затем смесь попадает в камеру реакции, где пребывает 15—30 мин.

2. Вертикальных отстойников¹⁾, где вода отстаивается в течение 2—4 часов при скорости (подъемной) 0,5—0,75 мм/сек.

3. Песчаных фильтров, через которые вода, после коагуляции и отстаивания, фильтруется со скоростью 5—7 м/час.

4. Хлораторного отделения, где вода после фильтрации получает дозу активного хлора 0,3—1,0 мг на 1 л воды, в целях дезинфекции ее. Качество дезинфекции проверяют по остаточному хлору, равному 0,2 мг/л.

Для обеззараживания воды необходимо соблюдение 30-минутного контакта воды с хлором, а в целях избежания запаха хлора или привкуса желательно, чтобы вода доходила до потребителя после хлорирования, через два-три часа. Обычно это условие соблюдается с помощью подземного резервуара чистой воды, куда вода поступает после очистки.

Дезинфекцию воды можно осуществлять озонированием, основанным на смешении воды с воздухом, содержащим озон (O₃), который легко переходит снова в кислород (O₂). Лишний атом кислорода расходуется на окисление органических веществ в воде, в том числе и бактерий.

При хлорировании воды, наибольшее распространение у нас получили хлораторы системы Б. М. Ремесницкого. За последнее время получил признание вакуумный хлоратор системы того же инженера Ремесницкого. Этот хлоратор наиболее простой и удобный в эксплуатации. В частности, он исключает утечку хлора, так как работает под вакуумом и применим для малых расходов воды.

¹⁾ В настоящее время у нас в Союзе успешно применяется и совершенствуется иный, более эффективный способ осветления воды путем пропуска ее через хлопьевидную взвесь (сuspension), с помощью «осветлителей», работающих на принципе суспензионной сепарации.

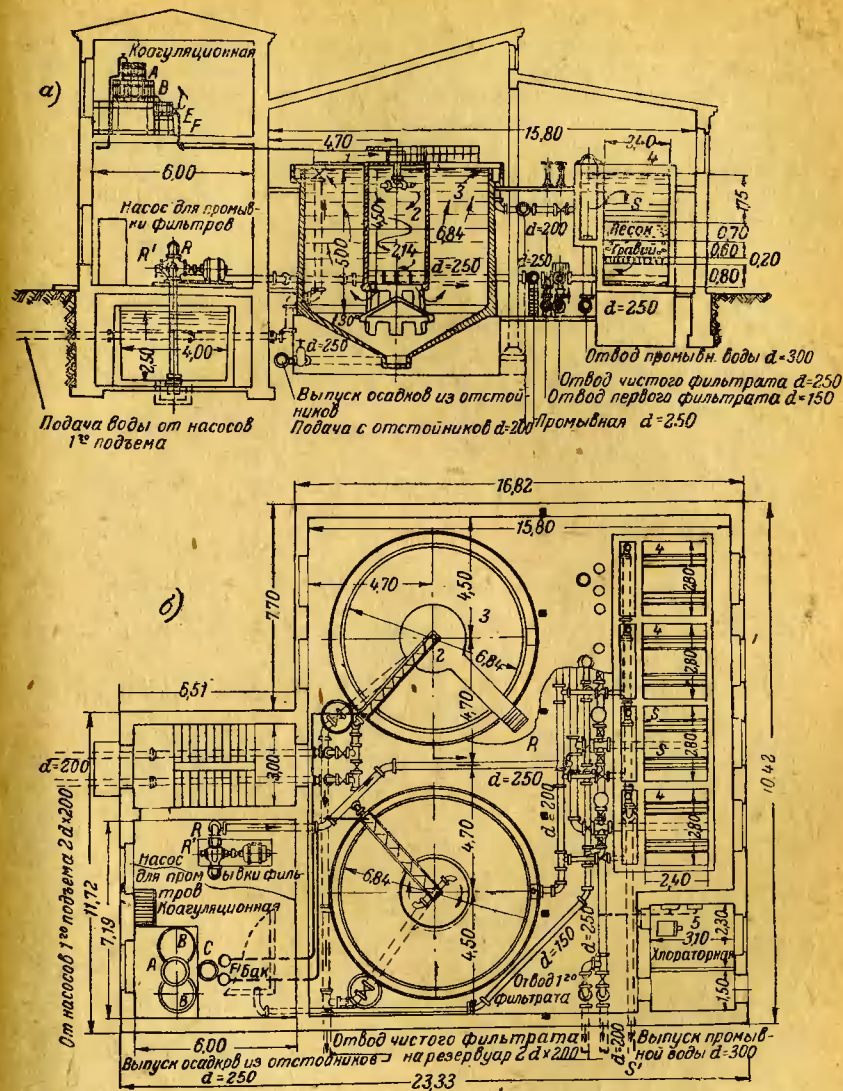


Рис. 31. Станция для очистки питьевой воды:

1—смеситель; 2—камера реакции; 3—отстойник; 4—фильтр; 5—хлораторная

На рис. 31 представлена небольшая станция для очистки питьевой воды, заимствованная нами из книги М. В. Позднеева¹⁾.

На рис. 32 приведен проект весьма компактной очистной станции для аэродрома, разработанный под руководством автора, по типу станции, помещенной Л. М. Жуковым в журнале „Водоснабжение и Санитарная Техника“ № 2—3, 1940 г.

Станция представляет комплексное сооружение, вмещающее реагентное хозяйство, камеру реакции, вертикальный отстойник, фильтры, хлораторную, резервуар чистой воды и насосную станцию 2-го подъема.

Основы расчета очистных сооружений

Для определения общих размеров основных очистных сооружений ниже приводятся расчетные данные.

Отделение коагуляции состоит из затворного бака, растворных баков (для аэродромных условий удобнее принимать один бак) и дозирочного бачка.

Емкость затворного бака $W_{з.б.}$ принимается равной 0,2 от емкости растворного бака $W_{р.б.}$

$$W_{з.б.} = 0,2 W_{р.б.}$$

Емкость растворного бака определяется:

$$W_{р.б.} = \frac{qa}{417nb} \text{ м}^3,$$

где q — часовой расход очищаемой воды в м^3 ;

a — максимальная доза коагулянта в $\text{г}/\text{м}^3$;

n — число затворений в сутки (для аэродромов целесообразно принимать 1 затворение);

b — крепость рабочего раствора в % (5—10%).

Размеры дозирующего бачка принимаются $0,5 \times 0,4 \text{ м}$ при высоте $0,4 \text{ м}$. Здесь помещаются дозирующий кран и шаровой поплавковый кран для регулирования определенного уровня в бачке.

Камера реакции. Продолжительность пребывания смеси в камере реакции 15—30 мин. Скорость протекания $0,2—0,4 \text{ м}/\text{сек}$. Для небольших станций водоочистки до 5000 куб. м в сутки обычно применяются водоворотные камеры реакции, причем центральная труба вертикального отстойника часто и является камерой реакции.

Объем камеры реакции равен

$$W_{к.р.} = \frac{qt}{60},$$

где q — часовой расход воды в м^3 ;

t — время пребывания в мин.

¹⁾ М. В. Позднеев. Противопожарное водоснабжение. Изд. НКХ РСФСР, 1940 г.

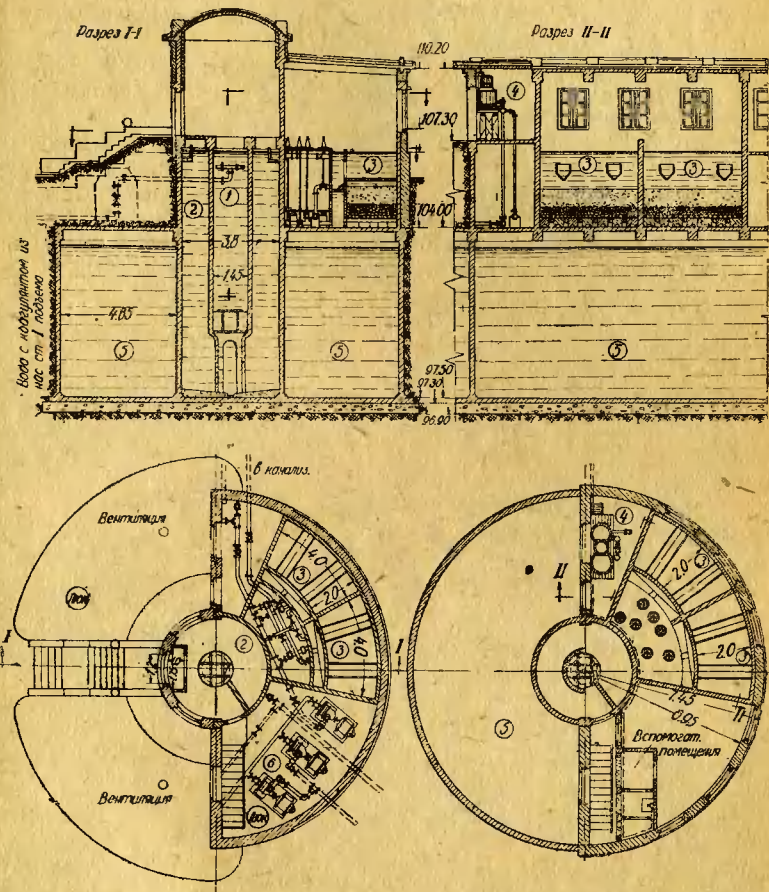


Рис. 32. Комплексная насосно-очистная водопроводная станция:
1—камера реакции; 2—отстойник; 3—фильтры; 4—хлораторная; 5—резервуар чистой воды; 6—насосная станция 2-го подъема

Площадь живого сечения камеры

$$F = \frac{W_{кр}}{H_1},$$

где H_1 — высота центральной трубы отстойника, равная 0,9 высоты отстойника H .

Скорость выхода воды из сопла принимаем 2,5—3,5 м/сек.

Отстойники для небольших и средних станций принимаются обычно—вертикальные.

Время отстаивания t равно 2—4 часа. Скорость подъемная v равна 0,5—0,75 мм/сек. Скорость опускная в центральной трубе v_1 (если последняя не используется как камера реакции) равна 20—30 мм/сек. Угол наклона конусного днища равен 30—45°.

Высота отстойника $H = v \cdot t \cdot 3600$ мм. Расстояние от уровня воды в отстойнике до низа центральной трубы (H_1)

$$H_1 = 0,9H \text{ м.}$$

Площадь центральной трубы

$$f = \frac{q}{v_1} = \frac{\pi d^2}{4} \text{ м}^2,$$

где q — расход воды в м³/сек;

v_1 — опускная скорость в м/сек.

Диаметр центральной трубы

$$d = \sqrt{\frac{4f}{\pi}} \text{ м.}$$

Полезный объем одного отстойника при отстаивании в t часах при 24-часовой работе очистной станции

$$W = \frac{Q_{см}}{24n} t \text{ м}^3,$$

где n — число отстойников.

Полезная площадь одного отстойника

$$F = \frac{q}{v} = \frac{\pi D_1^2}{4} \text{ м}^2,$$

где v — подъемная скорость в м/сек;

D_1 — диаметр отстойника без центральной трубы в м.

Общая площадь отстойника с центральной трубой

$$\Omega = \frac{\pi D_1^2}{4} + \frac{\pi d_1^2}{4} \text{ м}^2,$$

где d_1 — диаметр центральной трубы с учетом толщины ее.

Отсюда расчетный диаметр отстойника будет:

$$D = \sqrt{\frac{4\Omega}{\pi}} \text{ м.}$$

Фильтры (скорые) получили широкое распространение. Скорость фильтрации доведена в настоящее время до 6,5 м/час¹⁾.

Скорость фильтрации коагулированной воды (в зависимости от числа отделений фильтров) выбирается такой, чтобы, во время выключения на промывку одного из отделений, в остальных отделениях она не превышала бы 6,5 м/час. Таким образом скорость равна:

при двух отделениях	3,25 м/час
при трех отделениях	4,33 м/час
при четырех отделениях	4,88 м/час
при пяти отделениях и больше . .	5,0 м/час.

Автоматическое регулирование скорости фильтрации производится специальными приборами систем проф. Турчиновича, инж. Ремесниченко, инж. Дудакова, инж. Лежоева, проф. Сурина и других.

Площадь фильтрации можно определить по формуле²⁾:

$$P = \frac{QT}{24(T-t)v - 86,4Wx} \text{ м}^2,$$

где Q — полезное количество фильтрованной воды, расходуемое потребителями в м³/сутки (с учетом расхода воды на промывку фильтров и первый фильтрат, — полный Q будет больше в 1,14—1,07 раза); T — минимальная продолжительность одного цикла работы фильтров в часах (от одной промывки до другой чаще всего принимается $T = 12$ час); t — максимальная продолжительность простоя фильтра за один цикл, связанного с его остановкой, промывкой и пуском в долях часа (можно принять $t = 0,3$ — 0,4 часа); v — скорость фильтрации в м/час (в зависимости от числа фильтров); W — интенсивность промывки в л/м² площади фильтра в сек (для безмешалочных фильтров $W = 10$ — 12,5 л/сек на 1 м², для мешалочных $W = 5,0$ — 6,5 л/сек на 1 м²); x — продолжительность промывки в долях часа (для безмешалочных фильтров $x = 4$ — 5 мин. или 0,067 — 0,083 часа, для мешалочных $x = 8$ — 10 мин. или 0,133 — 0,167 часа).

Формула предполагает работу очистной станции в течение 24 часов.

¹⁾ На крупных производственных предприятиях применяются сверхскоростные (напорные) фильтры системы инж. Г. Н. Никифорова. Эти фильтры превышают производительность скорых фильтров в 5—10 и более раз.

²⁾ Турчинович В. Т. Улучшение качества воды, 1935.

Емкость резервуара для двух промывок фильтра равна:

$$W_p = 2pW \times 3,6 \text{ м}^3,$$

где p — площадь одного фильтра.

§ 14. Сборные резервуары

После очистки вода поступает в подземные резервуары чистой воды или собирается в сборные резервуары, при получении воды из подземных источников.

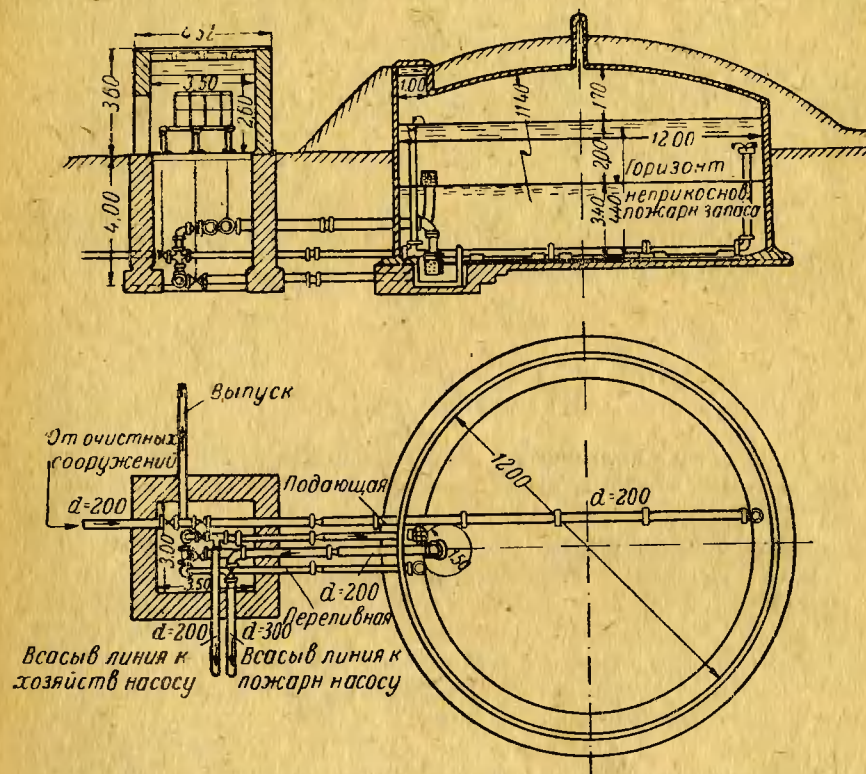


Рис. 33. Резервуар чистой воды с камерой переключения задвижек

Подземные резервуары необходимы для создания определенного запаса воды, в целях бесперебойного водоснабжения как при хозяйственно-питьевом водоразборе, так и при пожаре, где требуются одновременно большие расходы воды.

Емкость резервуаров чистой воды или сборных резервуаров должна вмещать в себя весь пожарный запас воды, необходимый для тушения расчетного числа пожаров, плюс 15—20% суточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды.

Емкость указанных резервуаров для аэродромов колеблется обычно в пределах 500—1000 куб. м.

Материал резервуаров—железобетон или кирпич, форма для малых объемов—обычно круглая с купольным перекрытием. Число резервуаров удобнее принимать равное двум.

Отметка дна резервуара чистой воды должна быть выше самой высокой отметки уровня грунтовых вод. В случае высокого уровня грунтовой воды, допускается исключение, при условии тщательной гидроизоляции дна и стен резервуара. На рис. 33 приведен чертеж резервуара чистой воды с камерой управления задвижками.

§ 15. Насосные станции второго подъема

Насосная станция 2-го подъема перекачивает воду из резервуаров чистой воды или сборных резервуаров в сеть. Станция располагается незаглубленно и имеет в плане форму правильного прямоугольника. Насосы размещаются в один или два ряда.

На станции 2-го подъема, кроме насосов, обслуживающих хозяйственно-питьевые нужды, устанавливаются стационарные пожарные насосы, увеличивающие расход воды и напор в сети во время пожара.

Секундный расход хозяйственных насосов для аэродромов колеблется обычно в пределах 20—30 л и больше.

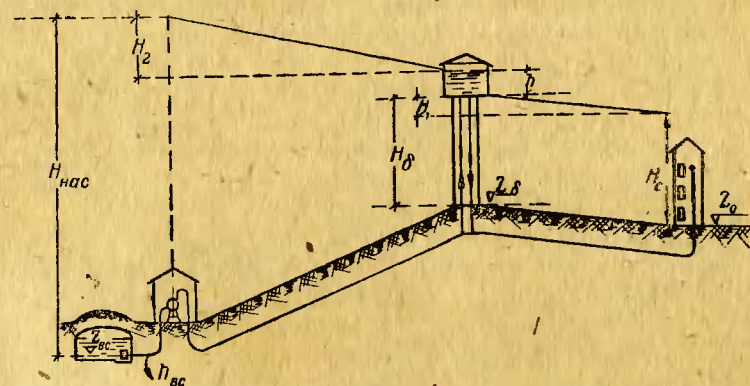


Рис. 34. К определению напора насосов и высоты водонапорной башни

Напор насосов второго подъема, как видно из схемы на рис. 34, равен:

$$H_{нас} = (Z_0 - Z_6) + H_c + H_1 + h + (Z_6 - Z_{вс}) + H_2 + h_{вс},$$

где Z_0 — отметка земли в наиболее удаленной точке сети или высоко расположенной;

Z_6 — отметка земли у башни;

H_1 — потери напора по пути в трубопроводе, считая их от точки Z_0 до водонапорной башни (при хозяйственно-питьевом водоразборе);

H_c — свободный напор (см. в разделе вод. башни).

h — высота воды в баке В. Б.,

Z_{ac} — наинизшая отметка всасывания насоса;

H_2 — потери напора по пути в трубопроводе от водонапорной башни до насосной станции;

h_{ac} — потери напора во всасывающем трубопроводе.

Необходимо соблюдать условие, чтобы геометрическая высота всасывания плюс потери напора во всасывающем трубопроводе составляли бы не больше 4,5 м.

Если выразить высоту водонапорной башни через H_0 (рис. 34), то напор насосов будет равен:

$$H_{nac} = H_0 + h + (Z_0 - Z_{ac}) + H_2 + h_{ac}.$$

Секундный расход пожарных насосов для аэродромов колеблется в пределах 50—100 л.

Напор в сети для тушения пожара из наружных гидрантов передвижными автонасосами должен быть не меньше 10 м. Это обуславливает напор пожарных насосов на станции

$$H_{нас.} = 10 + (Z_0 - Z_{ac}) + H_n,$$

где H_n — потери напора в сети от точки Z_0 до насосной станции при пропуске пожарного расхода воды, плюс хозяйственный расход.

Зная производительность насосов и напор их, легко определить мощность насосных установок на станции.

Кроме насосных агрегатов и трубопроводов, насосные станции имеют вспомогательные и обслуживающие помещения, а также и дополнительное оборудование (мастерская, комната дежурного, санузел и др. помещения). Из дополнительного оборудования сюда входят: электрораспределительное устройство, грузоподъемные средства, измерительная аппаратура и проч.

Размеры зданий насосных станций 2-го подъема определяются размещением насосных агрегатов, труб вспомогательных помещений и оборудования. На рис. 35 представлена насосная станция второго подъема, запроектированная для аэродрома.

Мощность центробежных насосов на валу определяется по формуле:

$$N_n = \frac{QH}{75 \cdot \eta} \text{ л.с.},$$

где N — мощность в л.с.; Q — производительность насоса в л/сек.; H — полный подъем воды в метрах; η — к.п.д. насоса (обычно 0,6—0,75).

Мощность электромоторов определяется по формуле:

$$N_m = \frac{QHk}{75\eta_n} \text{ л.с.},$$

где все обозначения те же, а k — коэффициент запаса мощности (для малых установок $k = 1,20—1,50$).

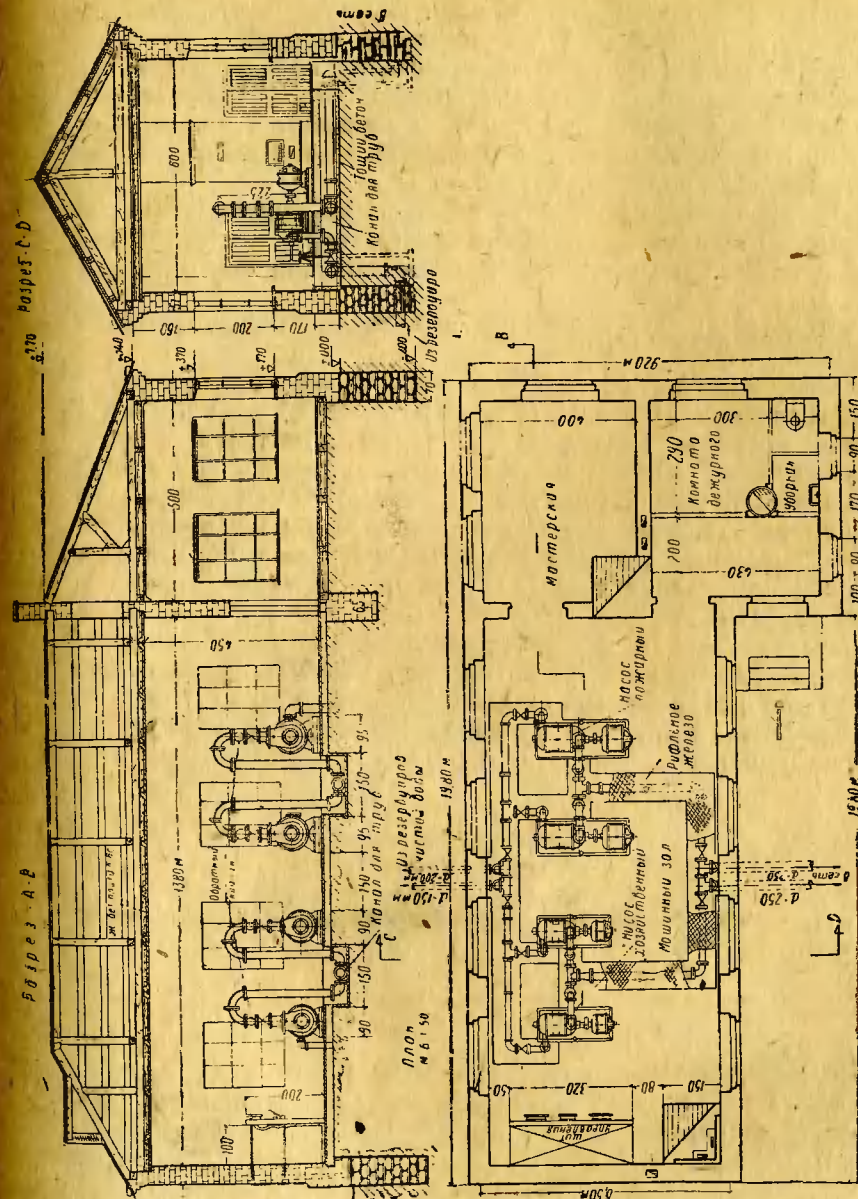


Рис. 35. Проект насосной станции второго подъема

Из многих видов водоподъемных устройств, разнообразных по принципам действия и конструкции, для водопроводных станций чаще всего применяются центробежные насосы.

Для центробежных насосов не существует простой формулы, определяющей зависимость высоты подъема насоса от производительности. Эти соотношения обычно указываются в заводских каталогах в виде таблиц или изображаются в виде кривых; называемых *рабочей характеристикой насоса*.

Для предварительного подбора насосов ниже приводятся ориентировочные таблицы технических показателей центробежных насосов, наиболее пригодных для целей водоснабжения аэродромов.

Более точный подбор насосов возможен с помощью рабочих характеристик насоса.

Ниже, на рисунках 36—42, даны габаритные данные и рабочие характеристики насосов „НК“, „НД“, „НМК“ и „В“.

На этих рисунках кривые $Q-H$ являются основными показателями насосов, характеризующими зависимость напоров H от изменения производительности Q . Кривые $Q-\eta$ характеризуют к.п.д. насоса, а кривые $Q-N$ —потребляемые мощности. При этом сплошные линии относятся к насосам с нормальным рабочим колесом, а пунктирные — к насосам с максимально обрезанным колесом.

Рабочие характеристики, приведенные на рис. 36, 38, 40, даны при определенных числах оборотов колеса насоса. При изменении числа оборотов насоса, основную кривую $Q-H$ можно легко построить, зная, что производительность Q изменяется прямо пропорционально числу оборотов

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{n_1}{n},$$

а напор H изменяется прямо пропорционально квадрату числа оборотов n :

$$\frac{H_1}{H} = \frac{n_1^2}{n^2}.$$

Если пренебречь незначительным изменением к.п.д. при изменении числа оборотов, то ориентировочно можно принять, что мощность N изменяется прямо пропорционально кубу числа оборотов n :

$$\frac{N_1}{N} = \frac{Q \frac{n_1}{n} \cdot H \frac{n_1^2}{n^2}}{QH} = \frac{n_1^3}{n^3}.$$

Таблица 9

Технические характеристики центробежных насосов типа „НК“

Марка насоса	Число оборотов в минуту n	Производительность Q		Манометрический напор, H м	К.п.д. на валу насоса η %	Мощность на валу, насоса N л.с.	Рекомендуем. мощность двигателя $кат$	Вакуумметрическая высота всасывания $H_{вс}$ м	
		$м^3/час$	$л/сек$					Норм. допуст.	Макс. кратковрем.
2 1/2 НК	2900	72	20	28	68	11	10	4,5	5,0
		60	16,5	34	71	10,5	10	5,0	5,5
		60	16,5	28	71	9,0	7,4	5,0	5,5
		60	16,5	22	69	7,0	7,4	5,0	5,5
		50	14	37	70	10	10	5,0	6,0
		50	14	31	70	8,5	7,4	5,0	6,0
		50	14	25	70	6,5	5,0	5,0	6,0
		40	11	28	67	6,2	5,0	5,5	6,0
3 НК	2900	108	30	40	72	22	20	2,5	2,5
		90	25	48	77	21	20	3,5	4,0
		90	25	39	75	18	16	3,5	4,0
		90	25	31	73	14	12	3,5	4,0
		72	20	54	75	19	16	4,0	4,5
		72	20	45	75	16	16	4,0	4,5
		72	20	37	75	13	12	4,0	4,5
		60	16,5	48	73	15	12	4,5	5,0
		60	16,5	40	74	12	12	4,5	5,0
		126	35	82	72	53	48	3,5	4,0
3 НКВ	2850	126	35	71	72	46	35	3,5	4,0
		126	35	60	72	39	35	3,5	4,0
		126	35	48	70	32	28	3,5	4,0
		108	30	86	71	48	48	4,0	4,5
		108	30	76	71	43	35	4,0	4,5
		108	30	65	71	37	35	4,0	4,5
		108	30	54	71	31	28	4,0	4,5
		90	25	80	70	39	35	4,0	5,0
		90	25	70	70	34	28	4,0	5,0
		90	25	60	70	29	28	4,0	5,0
5 НК	1450	216	60	17	80	17	14,5	5,5	6,0
		216	60	12	72	13,5	10,5	5,5	6,0
		180	50	19	81	15,5	13	5,5	6,0
		180	50	14	78	12	10,5	5,5	6,0
		150	42	20	76	15	13	5,5	6,5
		150	42	15	76	11	10,5	5,5	6,5

Таблица 10

Технические характеристики центробежных насосов типа „НД“

Марка насоса	Число оборотов в минуту n	Производительность Q		Манометрич. напор H м	К.п.д. на валу насоса η %	Мощность на валу насоса N л.с.	Рекомендуем. мощность двигателя $kвт$	Вакуумметрическая высота всасывания $H_{вс}$ м	
		$м^3/час$	$л/сек$					Норм. допуст.	Макс. кратковр.
4 НДВ	2950	180 180 150 150 126	50 50 42 42 35	97 84 102 90 94	71 70 68 69 66	91 80 84 73 68	79 60 79 60 60	4,0 4,0 4,5 4,5 4,5	4,5 4,5 5,0 5,0 5,5
	1430	108 90	30 25	22 25	64 71	14 12	12 12	5,5 5,5	6,0 6,0
5 НДВ	1450	250	70	31	68	43	37	5,0	5,5
		216	60	35	72	39	37	5,5	6,0
		216	60	28	70	32	29	5,5	6,0
		180	50	38	70	36	29	5,5	6,0
		180	50	31	70	30	29	5,5	6,0
		180	50	26	70	25	22	5,5	6,0
		150	42	40	68	33	29	5,5	6,5
		150	42	33	69	27	22	5,5	6,5
		150	42	28	69	23	22	5,5	6,5
		150	42	28	69	23	22	5,5	6,5
		126	35	30	68	21	22	5,5	6,5
6 НДВ	1450	360	100	47	75	84	70	5,0	5,5
		360	100	40	73	73	55	5,0	5,5
		360	100	34	71	64	55	5,0	5,5
		325	90	50	76	79	70	5,0	5,5
		300	84	44	76	65	55	5,0	5,5
		300	84	38	74	58	47	5,0	5,5
		250	70	54	73	69	55	5,0	6,0
		250	70	46	73	59	55	5,0	6,0
		250	70	40	73	51	57	5,0	6,0
		216	60	48	70	55	47	5,5	6,0
		216	60	42	71	48	40	5,5	6,0
6 НДС	2950	330	92	65	76	105	79	3,5	4,0
		300	84	70	80	98	79	4,0	4,6
		300	81	60	79	85	79	4,0	4,5
		250	70	75	78	90	79	4,0	5,0
		250	70	64	79	76	60	4,0	5,0
		216	60	78	76	82	79	4,5	5,0
		216	60	68	76	71	60	4,5	5,0

Таблица 11

Технические характеристики центробежных насосов типа „НМК“

Марка насоса	Число оборот. в минуту n	Производи- тельность Q		Манометри- ческий напор H м	К.п.д. на валу насоса η %	Мощность на валу насоса N л.с.	Рекомендуем. мощность двигателя $kвт$	Вакуумметри- ческая высота всасывания $N_{вс}$ м	
		$м^3/час$	$л/сек$					Норм. до- пуст.	Макс. крат- ковр.
4НМКХ2	2950	180	50	145	77	125	100	3,0	3,5
		180	50	120	76	105	93	3,0	3,5
		150	42	100	76	118	93	3,5	4,0
		150	42	135	75	100	79	3,5	4,0
		126	35	165	72	107	93	4,0	4,5
		126	35	145	72	95	79	4,0	4,5
6НМКХ2	2950	360	100	135	80	225	180	0,0	0,5
		300	84	150	78	215	180	0,5	1,0
		300	84	130	79	185	145	0,5	1,0
		250	70	140	76	172	145	1,0	1,5
8НМКХ2	1450	450	125	98	83	200	100	4,5	5,0
		450	125	82	82	170	135	4,5	5,0
		450	125	66	82	135	115	4,5	5,0
		360	100	112	80	190	100	5,0	5,5
		360	100	96	80	160	135	5,0	5,5
		360	100	80	81	130	115	5,0	5,5
		300	84	117	76	175	135	5,0	5,5
		300	84	102	78	145	125	5,0	5,5
		300	84	86	79	120	100	5,0	5,5
		250	70	92	74	116	100	5,0	6,0

Таблица 12

Технические характеристики центробежного насоса типа „В“

№ зап	Марка насоса	Число обор. в мин n	Производ. $м^3/час$ Q	Маном. напор в м H	Мощн. на валу насоса в л.с. N	Рекоменд. мощн. двигат. в кВт $N_{дв}$	Завод
1	2В-200	960	200	35	—	29	Сумский Машиностроительный завод имени Фрунзе
	2В-200	1450	300	80	—	110	
2	3В-200	960	200	52	—	55	
	3В-200	1450	300	120	—	165	
3	4В-200	960	200	70	—	75	
	4В-200	1450	300	160	—	215	
4	5В-200	1450	300	200	—	270	
	5В-200	960	200	87	—	75	
5	2В-250	960	300	44	—	75	
	2В-250	1450	540	100	—	220	
6	3В-250	960	360	66	—	100	
	3В-250	1450	540	150	—	360	
7	4В-250	960	360	88	—	120	
	4В-250	1450	540	200	—	470	

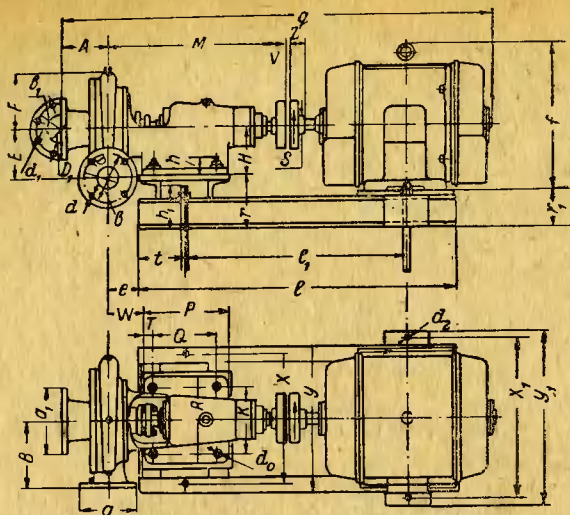


Рис. 36. Центробежный насос „НК“ (габаритный чертеж)

Таблица габаритных размеров насосов типа „НК“ (к рис. 36)

Марка насоса	Напорный патрубок						Всасывающий патрубок						A	B	C
	D	a	b	d	кол. отв.	ост.	D ₁	a ₁	b ₁	d ₁	кол. отв.	ост.			
2½ НК	65	160	130	15	4	745	76	190	150	18	4	745	165	188	
3 НК	76	190	150	18	4	745	100	210	170	18	4	745	163	222	
3 НК в	76	200	160	18	4	746	100	220	180	18	8	746	163	222	
5 НК	125	240	200	18	8	745	200	320	280	18		745	211	300	22

Марка насоса	E	F	H	K	M	P	Q	R	S	T	z	W	V	h	d ₀	Вес насоса в кг
2½ НК	118	140	160	220	613(621*)	300	220	290	64	40	84	113	6	50	18	90
3 НК	140	169	160	220	621	300	220	290	70	40	122	113	6	50	18	100
3 НК в	165	196	160	220	633	300	220	290	70	40	122	118	6	50	18	15
5 НК	220	213	160	220	624	300	220	290	70	40	60	128	6	50	18	130

*) Для моторов AD—41/2 и 42/2—м—613; Для моторов AD—51/2—м—621.

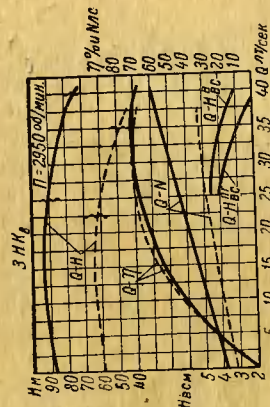
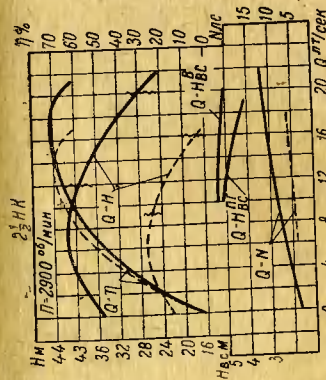
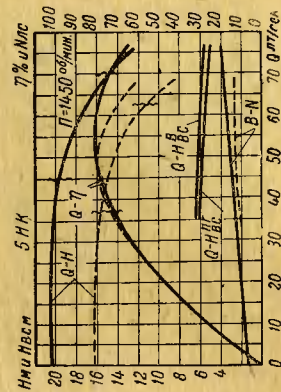
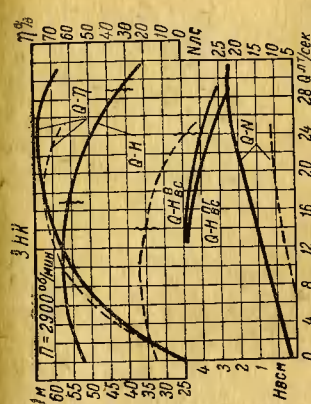


Рис. 37. Характеристики центробежных насосов „НК“

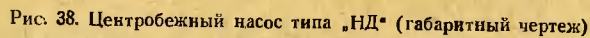


Таблица габаритных размеров насосов типа „НД“ (к рис. 38)

The figure contains two graphs showing the dependence of mechanical properties on the amount of plastic deformation for 4ХДВ and 6ХДВ steels.

Left Graph (4ХДВ, $P=2850$ об/мин):

- Y-axis (left):** Yield strength (H_B) in kg/cm² (0 to 100) and tensile strength (H_B) in kg/cm² (0 to 100).
- Y-axis (right):** Elongation (δ) in % (0 to 100) and reduction of area (ψ) in % (0 to 100).
- X-axis:** Amount of plastic deformation (Q) in % (0 to 60).
- Curves:**
 - H_B (solid line): Increases from ~85 to ~95 kg/cm².
 - H_B (dashed line): Increases from ~85 to ~95 kg/cm².
 - δ (solid line): Decreases from ~100% to ~60%.
 - ψ (dashed line): Decreases from ~100% to ~60%.
 - $Q-N$ (solid line): Decreases from ~100% to ~60%.
 - $Q-H$ (dashed line): Decreases from ~100% to ~60%.
 - $Q-HB$ (solid line): Decreases from ~100% to ~60%.
 - $Q-HC$ (dashed line): Decreases from ~100% to ~60%.

Right Graph (6ХДВ, $P=4450$ об/мин):

- Y-axis (left):** Yield strength (H_B) in kg/cm² (0 to 55) and tensile strength (H_B) in kg/cm² (0 to 55).
- Y-axis (right):** Elongation (δ) in % (0 to 100) and reduction of area (ψ) in % (0 to 100).
- X-axis:** Amount of plastic deformation (Q) in % (0 to 120).
- Curves:**
 - H_B (solid line): Increases from ~45 to ~55 kg/cm².
 - H_B (dashed line): Increases from ~45 to ~55 kg/cm².
 - δ (solid line): Decreases from ~100% to ~60%.
 - ψ (dashed line): Decreases from ~100% to ~60%.
 - $Q-N$ (solid line): Decreases from ~100% to ~60%.
 - $Q-H$ (dashed line): Decreases from ~100% to ~60%.
 - $Q-HB$ (solid line): Decreases from ~100% to ~60%.
 - $Q-HC$ (dashed line): Decreases from ~100% to ~60%.



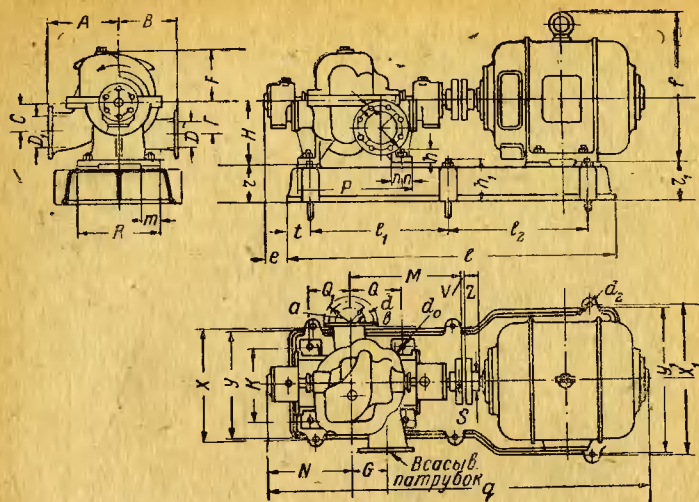


Рис. 40. Центробежный насос „НМК“ (габаритный чертеж)

Таблица габаритных размеров насосов типа „НМК“
(к рис. 40)

Марка	Электромотор		e	d ₂	l	l ₁	l ₂	r	r ₁
	Т н п	Мощн. квт							
4 НМК×2	АД—99/2	93	180	35	1650	690	690	170	180
	АД—101/2	115	180	35	1680	705	705	190	165
6 НМК×2	АД—101/2	115	255	35	2050	710	900	195	260
	АД—102/2	145	255	35	2050	710	900	195	260

Марка	f	g	h ₁	t	x	y	x ₁	y ₁	Вес в кг		
									мо- тора	пли- ты	агре- гата
4 НМК×2	548	1975	185	135	490	460	660	690	480	188	1030
	745	2020	185	135	490	460	740	770	580	196	1150
6 НМК×2	745	2440	215	165	510	480	740	710	580	310	1735
	745	2450	215	165	510	480	740	710	655	310	1810

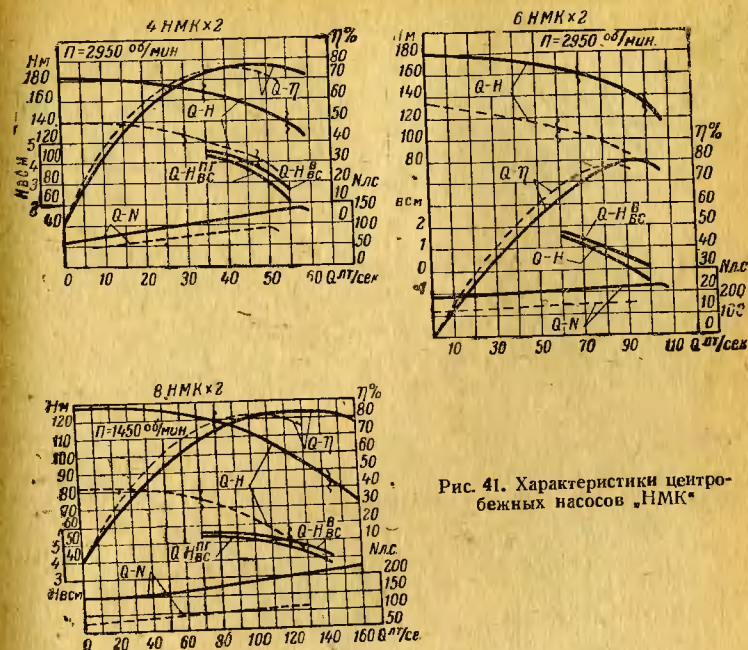


Рис. 41. Характеристики центробежных насосов „НМК“

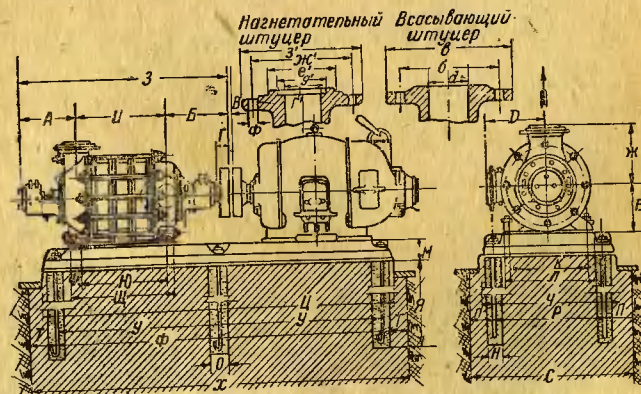


Рис. 42. Центробежный насос „В“ (габаритный чертеж)

Таблица габаритных размеров многоколесных насосов типа „В“
(к рис. 42)

Тип насоса	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т
В-200	515	585	7	120	500	395	475	680	740	100	130	130	250	750	1250	250
В-250	585	632	7	135	550	435	525	740	810						1700	

Тип насоса	Ч	Ш	Я	Всасывающ. штуц.						Нагнетательный штуцер							
				а	б	в	Болты		г'	д'	е'	ж'	з'	Болты			
							чис.	φ						чис.	φ		
В-200	950	78	900	250	350	395	12	22	200	239	259	310	360	12	29		
В-250		90	1000	300	400	445	12	22	250	252	312	370	425	12	29		

Число ступ.	„В-200“							„В-250“				
	З	И	Х	У	Ф	Ц	Ю	З	И	К	Ц	Ю
2	1510	410	2900	1200	2400	563	388	1655	495	3400	650	450
3	1660	560	3200			713	538	1835	675	4500	830	630
4	1810	710	3500			863	688	2015	855		1010	810
5	1960	860	3700			1013	838	2195	1035		1190	990
6	2110	1010	4000			1163	988					

§ 17. Водонапорные башни

Водонапорные башни, имея определенную запасную емкость и расчетную высоту, играют роль аккумуляторов для насосных станций, подающих воду в сеть с неравномерным режимом работы последней.

В часы слабого забора воды из сети, излишнее количество воды, подаваемое насосами, поступает в башню, а в часы максимального водоразбора, вода из башни поступает в сеть, компенсируя таким образом недостаток воды, подаваемой насосами.

Размещение водонапорной башни определяется рельефом местности, потребной высотой напора и др. условиями. Чаще всего башню размещают на более высоких отметках территории с целью уменьшения ее строительной высоты. В связи с этим на плане башня может занимать место а) в начале сети, б) в конце сети (контр-резервуар) и в) внутри сети.

Емкость водонапорного бака башни более точно определяется суточным графиком водопотребления и графиком работы насосов.

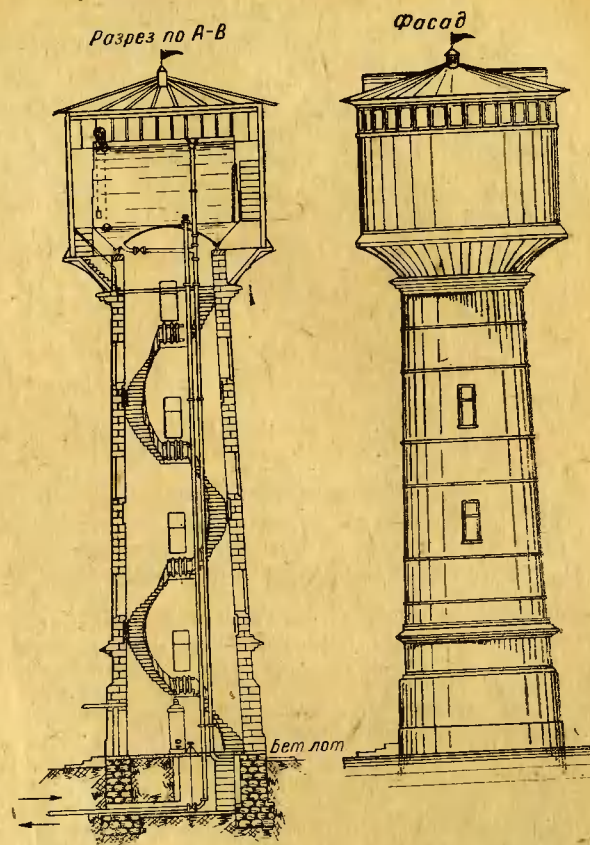


Рис. 43. Водонапорная башня

сов. При отсутствии графиков, емкость определяется из расчета хранения 10—12% запаса воды от суточного расхода, плюс запас воды для внутреннего и наружного пожаротушения в течение 10 минут.

Высоту водонапорной башни, считая от отметки земли до дна бака (на башне), можно определить по формуле (см. рис. 34):

$$H_6 = (Z_0 - Z_6) + H_c + H_1,$$

где Z_0 — отметка земли в наиболее удаленной точке сети или высокорасположенной;

Z_6 — отметка земли у башни;

H_1 — потери напора по пути в трубопроводе, считая их от точки Z_0 до водонапорной башни (при хозяйственно-питьевом водоразборе);

H_c — свободный напор.

Свободный напор зависит от этажности зданий и задается нормами. СТ 20/НКСХ:

для районов с 1 — 2 эт. застройкой	$H_c = 12$ м
" " " 3 " "	$H_c = 16$ м
" " " 4 " "	$H_c = 20$ м
" " " 5 " "	$H_c = 25$ м
" " " 6 " "	$H_c = 30$ м и т. д.

На рис. 43 приведена кирпичная башня, запроектированная для аэродрома.

§ 18. Пневматическое водоснабжение

Общая характеристика

В системе безбашенного пневматического водоснабжения давление в сети, создаваемое башней, заменяется давлением сжатого воздуха, которое поддерживается в герметически закрытых металлических резервуарах.

Эта система может оказаться вполне целесообразной при небольших расходах воды (1000 — 3000 куб. м/сутки), при спокойном рельефе территории, при большой потребной высоте башни и малой емкости напорного бака (напр., при $H = 30—35$ м и $V = 100$ м³). Пневматическое водоснабжение особенно применимо при необходимости соблюдения условия ПВО или при наличии эрлифтов для подъема воды из скважин. В этом случае вся установка, включая и эрлифты, может обслуживаться общими компрессорами.

Из существующих систем пневматического водоснабжения, а) с постоянным давлением и б) с переменным давлением — чаще всего применяется вторая система. Одна из таких насосно-пневматических станций показана на рис. 44.

Расчет пневматического водоснабжения

При расчете емкость водяных баков определяется так же как и для водонапорной башни, а емкость воздушных резервуаров по сравнению с водяными чаще принимается больше в 2 — 3 раза.

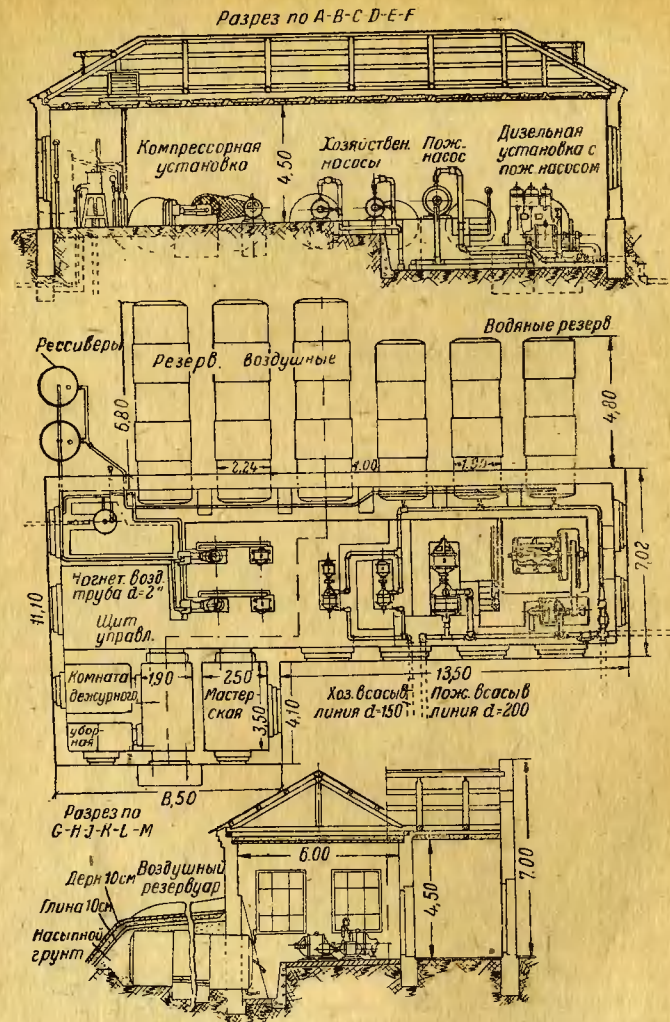


Рис. 44. Насосно-пневматическая станция

В соответствие с этим максимальный напор насосов (для подачи воды в водяные котлы), а также давление компрессоров (подающих сжатый воздух в воздушные котлы) по сравнению с высотой бака водонапорной башни будет больше от 2-х до 1,5 раз.

Наибольшее потребное давление воздуха определяется по закону Бойля-Мариотта, который читается так: „Для данного количества воздуха, произведение его объема на абсолютное давление есть величина постоянная“.

$$(P_1 + 1)V = (P + 1)V_2,$$

здесь P_1 и V_1 — давление воздуха в резервуаре (в избыточных атмосферах) и занимаемый им соответствующий объем;

P_2 и V_2 — тоже, но при другом объеме воздуха.

Если обозначить через V_1 — полезный объем водяного резервуара, V_2 — полезный объем воздушного резервуара, $P_{мин}$ — требуемое наименьшее давление в абсолютных атмосферах, $P_{макс}$ — максимальное искомое абсолютное давление, то можно написать следующее уравнение:

$$P_{мин} (V_1 + V_2) = P_{макс} V_2,$$

отсюда

$$P_{макс} = \frac{P_{мин} (V_1 + V_2)}{V_2}.$$

Пример расчета

Определить максимальное давление пневматической установки для двух случаев:

- 1) $V_2 = V_1$; 2) $V_2 = 2V_1$.

Высота дна бака на водонапорной башне по расчету равна 40 м при этом:

$$P_{мин} = \frac{40}{10} + 1 = 5 \text{ ати.}$$

Для первого случая, когда $V_2 = V_1$; $P_{макс} = 2P_{мин}$ или $(P_{макс} - 1) = (2P_{мин} - 1) \text{ ати.}$

Если $P_{мин} = 5 \text{ ати}$ или 4 ати, то $P_{макс} = 9 \text{ ати} = 90 \text{ м.}$

Для второго случая, когда $V_2 = 2V_1$; $P_{макс} = 1,5P_{мин}$ или $(P_{макс} - 1) = (1,5P_{мин} - 1) \text{ ати,}$ таким образом, $P_{макс} = 6,5 \text{ ати} = 65 \text{ м}$ [давление компрессора и насоса должно соответствовать $(P_{макс} - 1) \text{ ати}$].

Пневматическая установка системы А. А. Рожновского

В аэродромных условиях может найти применение пневматическая установка системы ниж. Рожновского (называемая гидропневматическим аккумулятором), которая получила распространение на жел. дор. транспорте.

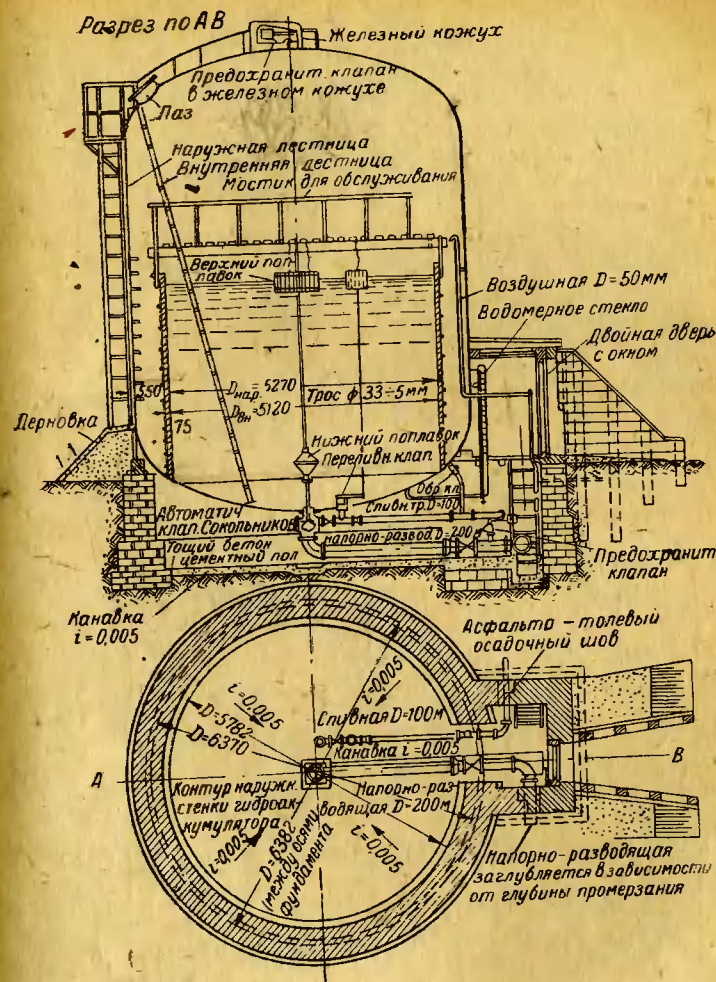


Рис. 45 Пневматическая установка системы А. А. Рожновского

Эта система работает по принципу пневматического водоснабжения с переменным давлением. Здесь водяной бак помещен открыто внутри воздушного, где окружающий его воздух с расчетным давлением служит изоляцией, предохраняющей водяной бак от промерзания. Это обстоятельство позволяет помещать установку на открытом воздухе без здания (рисунк 45).

Кроме этого здесь отсутствуют стационарные компрессорные установки; их заменяет передвижной компрессор, который раз в 10—12 дней нагнетает сжатый воздух в наружный бак до расчетного давления.

Такая схема работы установки вполне выполнима для аэродромов, ввиду наличия табельных передвижных компрессоров.

Следует, однако, отметить, что данная система, вследствие размещения одного бака в другом, имеет увеличенные размеры наружного бака, а следовательно, и увеличенные толщины стенок бака при одинаковом давлении.

Ниже в таблице 13 приведены размеры указанной пневматической установки при емкости водяного бака 60, 80, 120 куб. м³ с эллиптическим днищем, изготовляемой заводским способом с 1937 г.

Таблица 13
Основные размеры пневматической установки
системы А. А. Рожновского

Полезная емкость воды в м ³ W_n	Внутренний (водяной) резервуар					Наружный (воздушный) резервуар					Перепад давления $a = \frac{W_{мин}}{W_{макс}}$
	Мертвый объем воды в м ³ W_m	Полный объем водяного резерв. в м ³ $W_n + W_m$	Диаметр в м d	Высота цилиндр. части в м H_c	Полная высота в м H_n	Наименьш. объем сжат. возд. в м ³ $W_0 = W_{мин}$	Наибольш. объем воздуха в м ³ $W_{макс} = W_n + W_0$	Диаметр в м D	Высота цилиндр. части в м H_c	Полная высота в м H_n	
60	5,5	65,5	5,27	2,80	3,52	124,5	184,5	6,37	3,60	7,01	0,68
80	5,5	85,5	5,27	4,20	4,92	161,5	241,5	6,37	5,70	8,86	0,67
120	5,5	125,5	5,27	5,60	6,32	135,5	255,5	6,37	5,85	9,31	0,63

1) Комягин Л. Ф., Воронцов Н. А. «Гидропневматические аккумуляторы системы А. А. Рожновского. 1938 г.

§ 19. Противопожарное водоснабжение на аэродромах

1. В целях обеспечения своевременного и быстрого тушения пожаров на аэродромах проектом должны быть заранее предусмотрены мероприятия по противопожарной защите, учитывающие обстановку и средства воздушного нападения.

Одним из наиболее эффективных средств борьбы с пожарами является противопожарное водоснабжение.

2. По нормам¹⁾ число одновременных пожаров на аэродроме принято равное одному.

3. Продолжительность пожара принята 3 часа.

4. Секундный расход воды для тушения пожара равен:

- а) для сектора застройки — 30 л/сек;
- б) для авиагородка — 20 л/сек.

5. Внутреннее пожаротушение производится из расчета действия двух пожарных кранов с секундным расходом в 2,5 л/сек на каждый кран.

6. При совмещении хозяйственно-питьевого водопровода с пожарным, необходимо предусмотреть расстановку наружных пожарных кранов (гидрантов) в местах застройки, подлежащей защите от огня, а также в местах стоянок самолетов.

7. Взаимное расстояние между гидрантами должно быть принято не больше 100 пог. м., а в местах стоянок самолетов 150 пог. м (учитывая размеры самолетов и расположение их).

8. Все пожарные гидранты должны быть обеспечены удобными подъездами к ним.

9. В соответствии с табельным имуществом, аэродромная пожарная часть обеспечена пожарными машинами с автонасосом. В связи с этим централизованный водопровод обычно рассчитывается, как водопровод низкого давления.

10. Минимальное давление в водопроводной сети во время пожара при максимально-хозяйственном водоразборе принимается в 10 м.

Во время воздушного нападения допускается понижение давления в сети до 7—5 м.

11. Насосные станции должны иметь пожарный рабочий насос с двигателем и запасный агрегат, которые действуют во время пожара, обеспечивая повышенный расход воды и расчетный напор в сети.

12. Системы противопожарного водопровода должны постоянно иметь запас воды, необходимый для тушения расчетного числа пожаров с принятыми в проекте секундным расходом воды и длительностью пожара. Эта емкость хранится, чаще всего, в подземных резервуарах и должна быть возобновлена (после пожара) не позднее 24 часов.

1) Нормы ГлавСКУ МВС 1947 г.

13. При отсутствии централизованного пожарного водопровода необходимо устройство пожарных водоемов во всех местах, опасных в пожарном отношении.

14. Общее количество водоемов определяется с расчетом чтобы каждый водоем обслуживал здания, сооружения, материальную часть в радиусе 150—250 м.

При наличии естественных водоисточников (реки, пруды, озера) радиус использования их допускается до 400 м, считая от берега.

15. Для устройства пожарных водоемов прежде всего должны быть использованы естественные водоемы (реки, пруды, ручьи с запрудами, местные колодцы, а также водостоки с запорными щитами и т. п.).

В плотных глинистых грунтах могут устраиваться копаные водоемы, чаще всего с откосами 1:1,5, а также искусственные из дерева, кирпича, железобетона и др. материалов.

16. Общая емкость одного водоема может колебаться в пределах 100—400 м³.

17. К пожарным водоемам должны быть устроены подъезды шириной не менее 3,5 м и площадка 10 × 10 м у водоема для маневрирования пожарных машин.

18. Водоемы наполняются в зависимости от существующих источников и систем водоснабжения: из водопроводов, водостоков, копаных колодцев и путем подвоза и подвода воды из других источников.

Таблица 14

Объем воды в м ³	Глубина в м		Размеры в плане в м		Заложение откоса
	воды	водоема	по низу	по верху	
150	2,5	3,0	4 × 4	13 × 13	1:1,5
150	2,5	3,0	1,2 × 2	10 × 11	1:1,5
200	2,5	3,0	5 × 5	14 × 11	1:1,5
200	2,5	3,0	2,2 × 3,2	11 × 12	1:1,5
250	2,0	2,5	7,5 × 11	12,5 × 16	1:1,0
250	2,5	3,0	5 × 7,5	14 × 16,5	1:1,5
250	2,5	3,0	4 × 5	16 × 17	1:2,0
250	2,0	2,5	6 × 16	11 × 21	1:1,0
320	2,5	3,0	3,8 × 12,5	11,3 × 20	1:1,5
360	2,0	2,5	7 × 12	17 × 22	1:2,0
400	2,5	3,0	5 × 10	17 × 22	1:2,0
450	2,5	3,0	10,5 × 8,5	18 × 16	1:1,5
500	3,0	3,5	3 × 12	17 × 26	1:2,0

19. Водоем следует располагать на расстоянии 12—15 м от здания (во избежание подтопления используемых подвалов и фундаментов). В стесненных условиях допускается расстояние, равное половине высоты здания.

20. Габариты некоторых прямоугольных и квадратных водоемов в зависимости от емкости их даны в таблице 14.

Приводимые размеры по верху относятся не к воде, а к поверхности земли. Объемы воды даны с округлением до 5 м³.

21. На аэродромах, наряду с имеющимся хозяйственно-пожарным водопроводом, следует подготовить дополнительно некоторые запасные емкости воды на случай выхода из строя водопровода в военное время. В первую очередь запасные емкости должны быть в районе мест стоянок самолетов, ангаров, складов, авиаремонтных мастерских.

§ 20. Трассировка водопроводной сети

1. Водопроводная разводящая сеть проектируется либо разветвленной, либо кольцевой, либо комбинированной (разветвленной и кольцевой).

В условиях аэродромов лучше сеть проектировать кольцевой, что более надежно и бесперебойно обеспечивает водоснабжение. Особенно это важно для таких объектов как авиаремонтные мастерские, водонагрейки, ангары, места стоянок самолетов.

2. Трассировку водопроводных труб следует производить таким образом, чтобы вода доставлялась к объектам (потребителям) возможно кратчайшим путем.

3. Сеть следует трассировать по проездам, газонам около дорог для лучшего обслуживания ее и удобного подъезда пожарных машин к пожарным гидрантам.

4. Минимальный диаметр наружной водопроводной сети принимается 100 мм.

5. Не реже чем через 100 м на сети устанавливаются пожарные гидранты.

6. В повышенных точках водовода ставятся вантузы (для выпуска воздуха из сети).

7. В пониженных точках сети устанавливаются выпуски для опорожнения сети во время промывки или ремонта.

8. Для борьбы с гидравлическими ударами в сети ставятся предохранительные клапаны, главным образом, на водоводах.

9. Для переключения или выключения сети во время ремонта или при авариях в колодцах ставятся задвижки.

10. Задвижки, вантузы, и пр. виды арматуры и аппаратуры ставятся только в колодцах.

11. Число водоводов, подводящих воду от насосной станции к сети, должно быть не менее двух.

Расстояние между водоводами по условиям ПВО должно быть не менее 50 м.

Порядок расчёта

Таким образом, для гидравлического расчета водопроводной сети, необходимо прежде всего установить расчетные расходы

$$q_x = q_0 l_x.$$
$$q_p = q_m + 0,5 q_n.$$
$$q_P = q_m + q_c,$$

Расчет водопроводной сети обычно сводят в расчетные ведомости.

Расчетная ведомость для случая хозяйственного водоразбора

[illegible]

Расчетная ведомость для случая пожарно-хозяйственного водоразбора

№ участка	Длина участка в м	Диаметр трубы в мм	Расчетный хозяйств. расход л/сек	Пожарный расход л/сек	Суммарный расчетный расход л/сек	Скорость в м/сек	Гидравлич. уклон $i \times 100$ (потеря напора на 100 м)	Потеря напора в м
			$q_{хоз}$	$q_{пож}$	$q_{хоз} + q_{пож}$	v		h

Для наиболее рационального подбора диаметров труб ниже помещена таблица 15, составленная доцентом И. Т. Поздняковым на основании номограммы проф. Лобачева.

Таблица 15

D мм	Расход по трубопроводу в л/сек								
	Предельный максим. хоз. + пожарн. расход			Предельный хозяйственный расход			Минимальный хозяйств. расход		
	Q л/сек	Потеря напора на 1 км в м	Скор. м/сек	Q л/сек	Потеря напора на 1 км в м	Скор. м/сек	Q л/сек	Потеря напора на 1 км в м	Скор. м/сек
100	10	35,3	1,34	5	8	0,64	3	2,88	0,38
125	16	24,9	1,30	8,5	7,03	0,69	6	3,5	0,49
150	25	22,9	1,42	14	7,20	0,79	9,5	3,1	0,53
200	45	16	1,43	27	5,76	0,86	19	2,86	0,60
250	80	15,4	1,63	50	6,01	1,02	30	2,17	0,61
300	110	10,9	1,56	75	5,01	1,06	52	2,43	0,74
350	160	10,3	1,66	108	4,71	1,12	70	1,98	0,73
400	220	9,57	1,76	160	5	1,28	105	2,18	0,84

Расчетные формулы, графики и таблицы

Движение воды в трубах принимается как установившееся и равномерное.

Основными формулами для расчета водопроводных труб являются:

Формула расхода

$$q = \frac{\pi d^2}{4} v,$$

где q — расход воды в $м^3/сек$;

$\frac{\pi d^2}{4}$ — живое сечение трубы в $м^2$;

d — диаметр трубопровода в м;

v — скорость движения воды в м/сек.

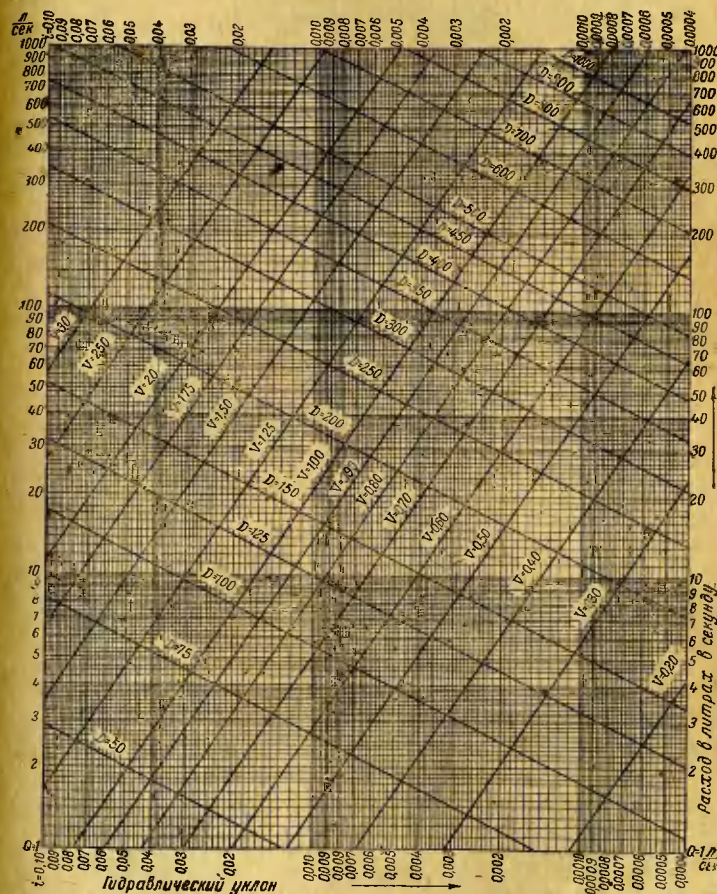


Рис. 46. График для гидравлического расчета водопроводных труб

По формуле Шези

$$v = C \sqrt{Ri},$$

где C — коэффициент в формуле Шези;

R — гидравлический радиус;

i — потеря напора на единицу длины трубы.

Наиболее распространенной формулой для расчета водопроводной сети является формула Маннинга для C

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}},$$

где n — коэффициент шероховатости, принимаемый для чугунных водопроводных труб, бывших в употреблении $n = 0,012$.

Подставляя C в формулу Шези, получим

$$i = \frac{v^2}{C^2 R} = \frac{4^3 q^2}{\pi^2 d^4 \frac{1}{n^2} \frac{d^{0,33}}{4}} = \frac{16 \cdot 4^{0,33}}{3,14^2} \frac{n^2}{d^{0,33}} \frac{q^2}{d^5} = 10,293 \frac{n^2 q^2}{d^{0,33} d^5}$$

для $n = 0,012$

$$i = \frac{0,0014825}{d^{0,33}} \frac{q^2}{d^5} \text{ или } i = 0,0014825 \frac{q^2}{d^{5,33}};$$

Потеря напора h на участке длиной l метров будет

$$h = 0,0014825 \frac{q^2 l}{d^{5,33}} \text{ м.}$$

Для ускорения расчета водопроводной сети в приложении 3 даны таблицы, составленные проф. Гениевым по формуле Маннинга с $n = 0,012$.

По этой же формуле на рис. 46 приведен логарифмический график для гидравлического расчета водопроводных труб, где диаметры даны в миллиметрах, а скорости в метрах в секунду.

Пример расчета водопроводной сети

Рассчитать двухкольцевую водопроводную сеть авиагородка на случаи: 1) максимально-хозяйственного и 2) пожарно-хозяйственного водоразбора.

Общая длина труб $\Sigma L = 3000$ м.

Максимально-хозяйственный расход $\Sigma q = 30,1$ л/сек, в том числе 12,1 л/сек на сосредоточенные расходы.

В расчет принят один пожар с расходом $q_{\text{пож}} = 30$ л/сек.

1. Расчет на максимально-хозяйственный водоразбор (рис. 47).

1. Определение направления движения воды в магистральных.

Рассматривая схему сети, можно прийти к выводу, что в первом кольце нулевая точка должна лежать в точке O . Во-первых, она наиболее удаленная, во-вторых, рядом с ней нет сосредоточенных расходов, которые могли бы нарушить равенство потерь напора при выборе этой нулевой точки и, в-третьих, — имеющиеся сосредоточенные расходы в точках 3 и 4 примерно равноудалены и не дают транзитных расходов на встречных участках 3— O и 4— O .

Несколько сложнее определить нулевую точку во втором кольце. Попытка найти эту точку в точке 6, положительный результат не дала.

Как видно из схемы сосредоточенные расходы весьма сильно влияют на направление потоков воды и выбор нулевой точки.

В результате ряда пробных расчетов были найдены точки встречных потоков воды O и O_1 (см. рис. 47).

2. **Определение расчетных расходов воды.** Из общего расхода воды $\Sigma q = 30,1$ л/сек вычтем сосредоточенные расходы $q_{\text{соср}} = 12,1$ л/сек и определим удельный расход q_0 .

$$q_0 = \frac{\Sigma q - q_{\text{соср}}}{\Sigma L} = \frac{18}{3000} = 0,006 \text{ л/сек. на 1 пог. м сети.}$$

Тогда путевые расходы будут равны:

$$\begin{aligned} \text{На уч-ке } 1-2 \quad q_{1-2} &= q_0 l_{1-2} = 0,006 \times 250 = 1,5 \text{ л/сек} \\ \text{" " } 2-3 \quad q_{2-3} &= q_0 l_{2-3} = 0,005 \times 400 = 2,4 \text{ л/сек} \\ \text{" " } 3-O \quad q_{3-O} &= q_0 l_{3-O} = 0,006 \times 200 = 1,2 \text{ л/сек} \end{aligned}$$

и т. д. (см. расч. ведомость).

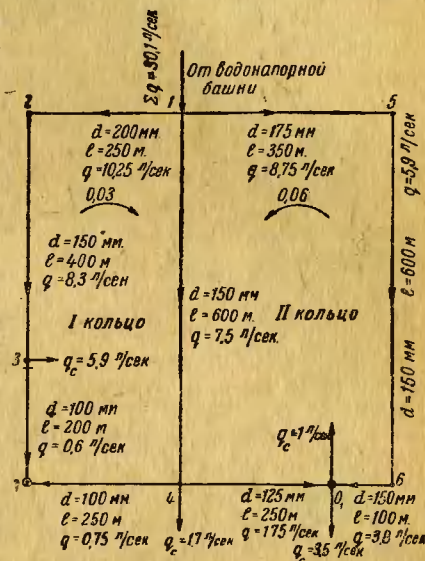


Рис. 47. Схема расчета водопроводной сети при хозяйственном водоразборе

Расчетные расходы на участках определяются в результате сложения транзитного, сосредоточенного и половины путевого расходов

$$q_{расч} = q_{тр} + q_{соер} + 0,5q_{пут}$$

или, если сосредоточенный расход отнести к транзитному, то

$$q_{расч} = q_{тр} + 0,5q_{пут}$$

Например, для участка 1—2

$$q_{расч} = \frac{(1,2 + 2,4 + 5,9)}{q_{тр}} + 0,75 = 10,25 \text{ л/сек},$$

для участка 2—3

$$q_{расч} = 8,30 \text{ л/сек и т. д.}$$

Расчет на случай хозяйственного водоразбора

№ участка	Длина участка в м	Диаметр трубы в мм	Путевой расход л/сек q_n	Транзитный расход л/сек $q_{тр}$	Расчет. расход л/сек $(q_{тр} + 0,5q_n)$	Скорость в м/сек v	Гидравлический уклон $i \times 100$ (потери напора на 100 м)	Потери напора в м h
I кольцо (левая ветвь)								
1—2	250	200	1,5	9,5	10,25	0,33	0,08	0,20
2—3	400	150	2,4	7,1	8,30	0,46	0,25	1,00
3—0	200	100	1,2	0,0	0,60	0,10	0,013	0,03
								$\Sigma h = 1,23$
(правая ветвь)								
1—4	600	150	3,6	5,7	7,50	0,42	0,207	1,24
4—0	250	100	1,5	0,0	0,75	0,10	0,01	0,02
								$\Sigma h = 1,26$
II кольцо (левая ветвь)								
1—4	600	150	3,6	5,7	7,50	0,42	0,207	1,24
4—0 ₁	250	125	1,5	1,0	1,75	0,14	0,02	0,05
								$\Sigma h = 1,29$
(правая ветвь)								
1—5	350	175	2,1	7,7	8,75	0,36	0,12	0,42
5—6	600	150	3,6	4,1	5,90	0,32	0,128	0,76
6—0 ₁	100	150	0,6	3,5	3,80	0,21	0,05	0,05
								$\Sigma h = 1,23$

3. Назначение диаметров труб. В соответствии с расчетными расходами выбирают диаметры труб, следя за тем, чтобы они также были наиболее экономичными при пропуске пожарных расходов и не создавали бы чрезмерно больших скоростей.

4. Определение и увязка потерь напора. При принятом распределении расчетных расходов воды и назначении диаметров труб, определены потери напора в сети.

Причем величины невязок не превышают допускаемые пределы (см. расчетную ведомость).

II. Расчет на пожарно-хозяйственный водоразбор (рис. 48)

Произведенный расчет сети на случай максимально-хозяйственного водоразбора проверяем на пропуск дополнительного пожарного расхода.

В нашем случае пожар предполагаем в точке O_1 второго кольца, где размещены два сосредоточенных расхода на $4,5 \text{ л/сек}$ (см. рис. 48).

Распределение пожарных транзитных расходов в сети намечаем, соотносясь со схемой распределения расходов воды при хозяйственном водоразборе.

При этом расчетные расходы по участкам сети получатся в результате сложения пожарных расходов с хозяйственными (см. ведомость и схему).

Постепенно меняя расчетные расходы воды при пожаре и определяя соответствующие им потери напора, мы найдем действительные расчетные расходы, при которых потери напора в полукольцах будут одинаковыми или с допустимой невязкой (см. расчетную ведомость).

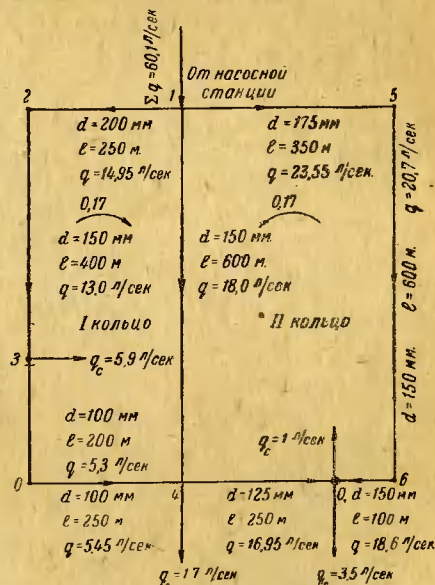


Рис. 48. Схема расчета водопроводной сети при пожарно-хозяйственном водоразборе

№ участка	Длина участка в м	Диаметр труб в мм	Расчет. хозяйств. расход л/сек	Пожарн. расход л/сек	Суммарн. расчетн. расход л/сек	Скорость в м/сек	Гидравлический уклон $i \times 100$ (потеря напора на 100 м)	Потеря напора в м
			$q_{хоз}$	$q_{пож}$	$q_{хоз} + q_{пож}$	v		h
I кольцо (левая ветвь)								
1-2	250	200	10,25	4,7	14,95	0,47	0,17	0,42
2-3	400	150	8,30	4,7	13,00	0,74	0,62	2,48
3-0	200	100	0,60	4,7	5,30	0,68	0,89	1,78
0-4	250	100	0,75	4,7	5,45	0,70	0,94	2,35
								$\Sigma h = 7,03$
(правая ветвь)								
1-4	600	150	7,50	10,5	18,10	1,03	1,20	7,20
								$\Sigma h = 7,20$
II кольцо (левая ветвь)								
1-4	600	150	7,50	10,5	18,00	1,02	1,20	7,20
5-0	250	125	1,75	15,2	16,95	1,38	2,80	7,00
								$\Sigma h = 14,20$
(правая ветвь)								
1-5	350	175	8,75	14,8	23,55	0,99	0,90	3,15
5-6	600	150	5,90	14,8	20,70	1,17	1,60	9,60
6-0	100	150	3,80	14,8	18,60	1,06	1,28	1,28
								$\Sigma h = 14,03$

Основы расчета сети по методу В. Г. Лобачева

Профессор В. Г. Лобачев делает следующие обобщения, облегчающие гидравлический расчет труб.

Если в формуле

$$i = 10,293 \frac{n^5}{d^{5,33}} \frac{q^3}{d^5}$$

обозначить

$$10,293 \frac{n^5}{d^{0,33}} = b,$$

т. е. $i = b \frac{q^3}{d^5}$, то выражая величину $\frac{b}{d^5}$ через A , получим:

$$i = Aq^3 \text{ или } h = Alq^3.$$

Таким образом $A = 10,293 \frac{n^5}{d^{5,33}}$. Значения A для разных диаметров и коэффициентов шероховатости $n = 0,012$ и $n = 0,010$ для чугунных водопроводных труб приведены в таблице 16.

Таблица 16

d мм	$n=0,012$ A	$n=0,010$ A	d мм	$n=0,012$ A	$n=0,010$ A
50	12900,0	8952,6	200	7,922	5,498
75	1480,0	1027,1	250	2,410	1,675
100	319,4	221,7	300	0,9113	0,6324
125	97,16	67,43	350	0,4005	0,2779
150	36,74	25,50	400	0,1965	0,1364

Обозначив Al через s , получим $h = sq^2$. Величина A называется удельным сопротивлением трубопровода ($\text{сек}^2/\text{м}^6$), s — сопротивлением трубопровода (аналогично сопротивлению в электрических проводах).

Примечание. Указанные в таблице значения A даны для расходов, выраженных в $\text{м}^3/\text{сек}$. Для расхода, выраженного в л/сек., следует принимать величину $A \cdot 10^{-6}$.

Численные значения величин сопротивления (s) при расходе (q), выраженном в л/сек., даны в таблице 17.

Таблица 17

Длина в м	Диаметры в мм					
	100	125	150	200	250	300
100	0,03190	0,00975	0,00367	0,000792	0,0002410	0,00009410
150	0,05785	0,01458	0,00551	0,001188	0,0003610	0,00013670
200	0,06380	0,01944	0,00734	0,001584	0,0004840	0,00018220
300	0,09570	0,02916	0,01101	0,002376	0,0007230	0,00027330
400	0,12760	0,03888	0,01468	0,003168	0,0009640	0,00036440
500	0,15950	0,04860	0,01835	0,003960	0,0013268	0,00050603

Таким образом, получается самая простая и общая зависимость для определения потери напора в трубопроводах

$$i = Aq^3 \text{ и } h = sq^2.$$

Если выразить: $q = \sqrt{\frac{1}{A}} \sqrt{i}$ и обозначить $\sqrt{\frac{1}{A}} = K_B$, т. е. $q = K_B \sqrt{i}$, то K_B — пропускная способность трубопровода.

Тогда $K = \frac{1}{A}$.

$$h = Alq^2 = \frac{q^2 l}{K}.$$

Порядок расчета по узловым расходам упрощенным методом итерации

Порядок расчета сводится к следующему:

2. Распределяются расходы воды по расчетным участкам.
3. Вычисляются сопротивления на участках $s = Al$.

4. Вычисляются значения sq .

5. Вычисляются потери напора в кольцах.

6. Определяются величины невязок.

7. Определяются поправочные расходы в кольцах.

8. Определяются поправочные расходы на участках и знаки поправочных расходов.

Правило: Если движение воды на участке обратно движению часовой стрелки, то знак поправочного расхода на участке совпадает со знаком поправочного расхода кольца. Если движение воды на участке совпадает с движением часовой стрелки, то у поправочного расхода ставится знак, обратный знаку кольца, полученному по формуле.

9. Расчетные расходы изменяются на величину поправочных расходов.

$$q_1 = q + \Delta q.$$

10. Повторно определяются sq_1 и т. д. до тех пор, пока величины невязок по всем кольцам не будут допустимыми.

Расчет кольцевой водопроводной сети сводят в расчетную ведомость.

В заключение следует отметить, что водопроводная сеть составляет обычно не менее 50—80 % стоимости всей системы водоснабжения, поэтому рациональная трассировка сети и наиболее экономический расчет ее смогут значительно уменьшить стоимость всего водопровода.

1) Более подробно о расчете см. в книге Кожинов В. Ф. и другие "Водоснабжение промышленных предприятий и населенных мест" ч. II, 1938 г.

²⁾ Впервые расчет сети по узловым расходам был предложен М. М. Андрияшевым (см. его книгу „Техника расчета водопроводной сети,“ 1932 г.).

Расчетная ведомость

[illegible]

Второе направление расчета

Второе исправление расчета					Третье исправление расчета					Скорость $\frac{м}{сек}$ v
Поправоч- ный расход по коэф- циенту $\Delta q_1 = \frac{\Delta h'}{2 \sum s q_1}$	Поправ- очный расход на участке Δq_1	Исправленный расход $q_2 = q_1 + \Delta q_1$	Ветчина $s q_2 = s(q_1 + \Delta q_1)$	Потеря напора $h_2 = (s q_2)^2$	Поправоч- ный расход по коэф- циенту $\Delta q_2 = \frac{\Delta h'}{2 \sum s q_2}$	Поправ- очный расход на участке Δq_2	Исправлен- ный расход $q_3 = q_2 + \Delta q_2$	Ветчина $s q_3 = s(q_2 + \Delta q_2)$	Потеря напора $h_3 = (s q_3)^2$	
14.	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

продолжение

КАНАЛИЗАЦИЯ

Канализация представляет собою комплекс сооружений и устройств, отводящих сточную воду за пределы населенного пункта или объекта, где сточные воды подвергаются необходимой степени очистки, после чего выпускаются в водный проток.

§ 22. Системы канализации

В практике канализования городов и поселков чаще всего применяются следующие системы:

1. *Общесплавная система* канализации, отводящая одной (общей) сетью труб все сточные воды хозяйственно-фекальные, про-

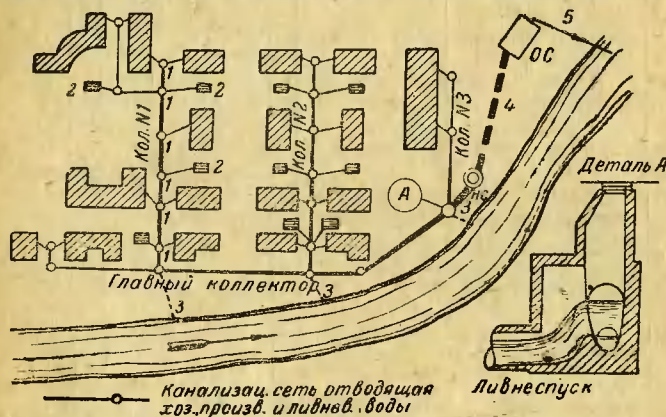


Рис. 49. Схема общесплавной системы канализации:

1—смотровые колодцы; 2—дождеприемные колодцы; 3—ливневоспуски с ливнеотводами; НС—насосная станция; 4—напорный трубопровод; ОС—очистная станция; 5—выпуск

изводственные и атмосферные осадки. Причем, основная масса атмосферных вод, как менее загрязненная, сбрасывается через специальные ливневоспуски в ближайшие водоемы без очистки (рис. 49).

2. *Раздельная система* канализации, состоящая из двух самостоятельных сетей труб. По одной сети отводятся хозяйственные

сточные воды в том числе производственные, а по другой сети — дождевые и талые воды (рис. 50).

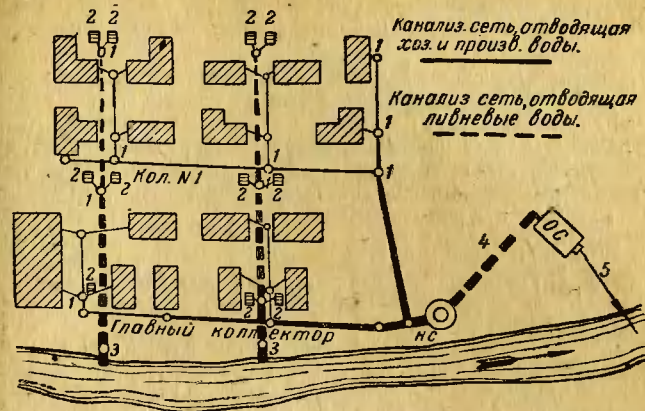


Рис. 50. Схема раздельной системы канализации:

1—смотровые колодцы; 2—дождеприемные колодцы; 3—выпуск ливневых вод в водоем; 4—напорный трубопровод; 5—выпуск; НС—насосная станция; ОС—очистная станция

Часто при этой системе канализации устраивают сеть только для фекально-хозяйственных и производственных вод, а дождевые и талые воды стекают по естественным склонам местности. Такая система канализации будет *неполной раздельной*.

Факторы, влияющие на выбор системы канализации

На выбор системы канализации влияют: а) состав и количество сточных вод; б) близость водного потока и мощность его (чистота, расход, скорость); в) рельеф канализуемой территории; г) количество атмосферных осадков и другие климатические данные; д) характер застройки территории и пр. факторы. Решающим фактором является экономика.

При выпадении больших количеств осадков, хорошем загромождении и соответствующем рельефе общесплавная система может оказаться более приемлемой.

Постройка общесплавной системы канализации по сравнению с раздельной часто обходится дешевле (одна сеть труб и одна траншея), однако она требует больших одновременных капитальных затрат и некоторого увеличения объема очистных сооружений по сравнению с раздельной системой.

Раздельная система более гибкая; вначале можно построить менее дорогую и более важную, в санитарном отношении, сеть, а именно — хозяйственно-фекальную; дождевую же сеть можно построить в дальнейшем при благоприятных экономических условиях.

В условиях аэродромного строительства может оказаться целесообразным применение как той, так и другой системы.

Иногда может оказаться вполне целесообразным решать канализацию авиатородка, например, по неполной раздельной системе, а зону застройки по полной раздельной или общесплавной системе, учитывая необходимость укладки здесь дождевого коллектора для отвода ливневых вод с искусственных полос (ИВПП).

§ 23. Трассировка и проектирование хозяйственной канализационной сети

1. На трассировку канализационной сети влияют: а) местоположение очистных сооружений и выпуска сточных вод; б) рельеф местности; в) принятая система канализации; г) грунтовые условия; д) места, дающие большие сосредоточенные расходы.

2. Канализационная сеть должна трассироваться кратчайшими линиями по направлению к месту выпуска сточных вод, с обязательным учетом местного рельефа.

3. В постройке канализации основная стоимость падает на земляные работы. В связи с этим правильное использование рельефа является главным условием трассировки.

Чем больше сечение трубы, тем меньше нужен уклон для достижения самоочищающей скорости. Поэтому меньшие сечения труб следует трассировать в местах с большим падением рельефа.

4. Наибольшая глубина заложения канализационных труб может быть принята на 0,3 м меньше глубины промерзания грунта (для труб диаметром до 600 мм включительно). Условие прочности труб должно быть соблюдено во всех случаях.

5. Наибольшая глубина заложения канализационной сети в сухих грунтах при открытой выемке принимается 7—8 м.

6. Минимальным диаметром труб для хозяйственной канализации аэродромов является $d = 150$ мм.

7. Лучшими трубами для канализации являются керамические, как наиболее водонепроницаемые, кислотостойкие, гладкие и изготовляемые из недефицитного материала.

8. Канализационные трубы разных диаметров закладываются в стенках колодцев так, чтобы шейки труб были на одном уровне.

9. Смотровые колодцы на сети ставятся на всех поворотах, перепадах, при изменении уклонов или диаметров, в точках присоединений, а также на прямых участках сети через 50 м (для труб диаметром 150—600 мм).

10. Для вентиляции канализационной сети через 200—250 м ставятся приточные вентиляционные тумбы (вытяжка осуществляется через домовые стояки).

§ 24. Расчет канализационной сети.

Нормы расчета

Для гидравлического расчета канализационной сети необходимо прежде всего определить расчетные расходы на отдельных участках сети.

В условиях открытой и редкой застройки на аэродромах подсчет расходов удобнее вести по принципу сосредоточенных расходов, как и для водопроводной сети. При этом водоотведение может быть приравнено к водопотреблению за вычетом расходов на обмывку и заправку.

В соответствии с установленными расходами, расчетом определяют необходимый диаметр труб.

Для хозяйственной сети постоянных аэродромов обычно достаточно бывает сортамент труб в пределах от 150 мм до 300—350 мм.

В соответствии с диаметрами труб, нормами установлены следующие минимальные уклоны:

для труб $d = 150$ мм	$I = 0,007$;
" " $d = 200$ мм	$I = 0,005$;
" " $d = 250$ мм	$I = 0,004$;
" " $d = 300$ мм	$I = 0,003$;
" " $d = 400$ мм	$I = 0,0025$;
" " $d = 500$ мм	$I = 0,002$.

Максимальное наполнение труб сточной жидкостью допускается:

для труб $d = 150 - 300$ мм $h/d = 0,6$; для труб $d = 350 - 450$ мм $h/d = 0,7$; для труб $d = 500 - 600$ мм $h/d = 0,75$.

Для дождевой сети или общесплавной — расчет ведется на полное наполнение труб.

Минимальной расчетной скоростью движения воды в трубах принимается:

$$v_{\min} = 0,7 \text{ м/сек.}$$

Максимальная скорость $v_{\max}$ принимается для бетонных труб — 3,5 м/сек, для керамических труб 5,0 м/сек.

Расчетные формулы и таблицы

Для гидравлического расчета канализационных труб применяются следующие формулы:

$$q = w \times v$$

где q — максимальный секундный расход сточной воды в $\text{м}^3/\text{сек}$;
 ω — площадь живого сечения трубы в м^2 ;
 v — скорость движения воды в $\text{м}/\text{сек}$.
 Скорость движения воды по формуле Шези равна:

$$v = C \sqrt{RI},$$

где C — коэффициент в формуле Шези;
 I — гидравлический уклон.

По формуле Маннинга коэффициент C равен:

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}},$$

где n — коэффициент шероховатости, чаще всего принимаемый для канализационных труб — 0,013.

Таким образом, применяемая формула Маннинга для расчета канализационных труб имеет вид:

$$v = \frac{1}{0,013} R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}.$$

Для облегчения расчета труб, в приложении 4 приведены расчетные таблицы, составленные инж. Г. Л. Зак по формуле Маннинга.

Результаты гидравлического расчета канализационной сети сводятся в расчетную ведомость, кроме этого составляются продольные профили всех коллекторов и притоков.

Масштабы профилей для схемы проекта принимаются: вертикальный 1:200, горизонтальный 1:2000 ÷ 1:5000.

Для технического проекта вертикальный масштаб принимается 1:200 ÷ 1:100, горизонтальный — 1:2000 ÷ 1:1000.

Пример расчета канализационной сети с составлением расчетной ведомости и профиля

Пример. Произвести гидравлический расчет пяти участков главного канализационного коллектора аэродрома при следующих данных:

Расчетные расходы — на участке 1—2 $q = 4,3 \text{ л/сек}$; на участке 2—3 $q = 9,9 \text{ л/сек}$; на участке 3—4 $q = 17,1 \text{ л/сек}$; на участке 4—5 $q = 30,2 \text{ л/сек}$; на участке 5 — насосная станция $q = 40,0 \text{ л/сек}$.

Длины участков $l_{1-2} = 160 \text{ м}$; $l_{2-3} = 180 \text{ м}$; $l_{3-4} = 90 \text{ м}$; $l_{4-5} = 150 \text{ м}$; $l_{5-НС} = 60 \text{ м}$.

Отметки земли в точках: $Z_1 = 20,3 \text{ м}$; $Z_2 = 20,1 \text{ м}$; $Z_3 = 20,1 \text{ м}$; $Z_4 = 19,0 \text{ м}$; $Z_5 = 18,0 \text{ м}$; $Z_{НС} = 17,2 \text{ м}$. Начальная глубина заложения дна канала равна 2,0 м.

Решение. Решение примера сведено в расчетную ведомость (табл. 18 на стр. 102), а профиль коллектора дан на рис. 51.

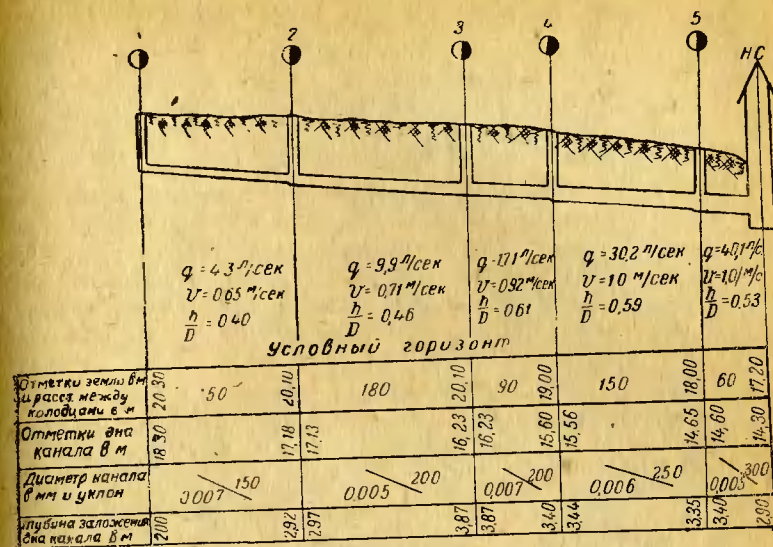


Рис. 51. Профиль канализационной сети (к примеру расчета)

§ 25. Насосные станции

Общие сведения

Насосные канализационные станции устраиваются для подъема сточных вод на очистные сооружения или для подъема их из заглубленного коллектора в выше лежащий коллектор или водоем.

Насосные станции подразделяются на станции для перекачки сточных вод общесплавной или ливневой канализации и станции для перекачки фекально-хозяйственных или производственных вод.

Насосные станции, перекачивающие сточные воды всей канализуемой территории, называются главными насосными станциями, а перекачивающие сточные воды только с части территории называются районными станциями перекачки.

По глубине заложения станции подразделяются на: а) расположенные на поверхности земли, б) углубленные и в) глубокие — (шахтного типа).

По расположению оси насосов относительно уровня перекачиваемой воды в приемном резервуаре существуют станции с заливаемыми и незаливаемыми насосами.

По способу управления насосных агрегатов станции подразделяются на: а) автоматические, б) полуавтоматические, в) неавтоматические (с ручным управлением) и г) управляемые на расстоянии.

Таблица 18 (к примеру расчета

№ кол-лектора	№ расч. участка	Расч. расч. л/сек q	Длина м l	Диаметр мм d	Уклон I	Скорость м/сек v	Наполнение	
							$\frac{h}{d}$	h м.
1	1—2	4,3	160	150	0,007	0,65	0,40	0,060
"	2—3	9,9	180	200	0,005	0,71	0,46	0,092
"	3—4	17,1	90	200	0,007	0,92	0,61	0,122
"	4—5	30,2	150	250	0,006	1,00	0,59	0,148
"	5—ис	40,0	60	300	0,005	1,01	0,55	0,165

Основные элементы станции

Различные типы канализационных насосных станций в основном состоят из: а) приемного резервуара; б) машинного отделения и в) обслуживающих помещений.

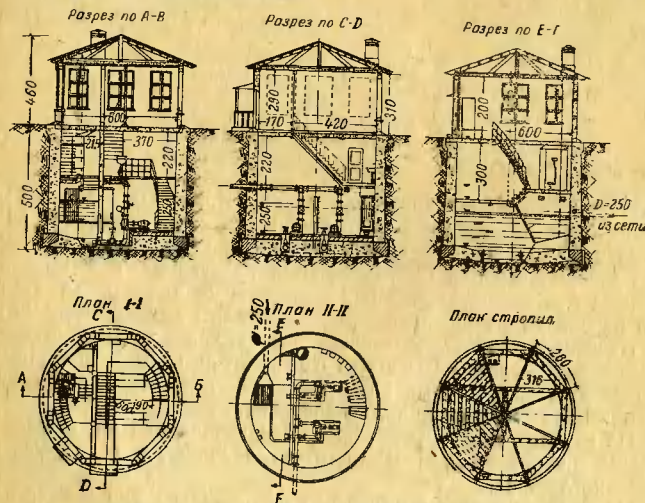


Рис. 52. Насосная канализационная станция

В простейшем случае, применительно к аэродромам, насосная станция может представлять небольшое круглое или прямоугольное здание, чаще всего заглубленного типа (рис. 52).

канализационной сети)

Падение на уч-ке м $I \times I$	Отметки в м						Глубина заложения дна трубы в м	
	Поверхн. земли		Шелыги трубы		Дна трубы			
	в начале уч-ка	в конце уч-ка					Нач.	Кон.
			Нач.	Кон.	Нач.	Кон.		
1,12	20,3	20,1	10,45	17,33	18,30	17,18	2,00	2 92
0,90	20,1	20,1	17,33	16,43	17,13	16,23	2,97	3,87
0,63	20,1	19,0	16,43	15,80	16,23	15,60	3,87	3,40
0,90	19,0	18,0	15,80	14,90	15,55	14,65	3,45	3,35
0,30	18,0	17,2	14,90	14,60	14,60	14,30	3,40	2,90

В приемном резервуаре помещены: решетка для задержания крупных примесей, сосуны насосов и необходимая регулирующая емкость для сточной воды.

Емкость приемного резервуара можно определить из расчета максимальной производительности насоса в течение 10—15 минут. Более точно емкость определяется графиком притока воды на станцию и работы насосов.

Машинное помещение оборудовано двумя центробежными насосами (из которых один запасный), измерительной и регулирующей аппаратурой.

При необходимости устанавливается и вакуум-насос для пуска незаливных насосов.

Мощность насосов определяется так же, как и на водопроводных насосных станциях.

Обслуживающие помещения здесь сводятся к бытовым, а именно: комната для принятия пищи, санузел с умывальником.

Дополнительные сведения к проектированию насосных станций

Для аэродромов насосные станции чаще всего оборудованы одним рабочим насосом и одним запасным. Следует стремиться насосные станции автоматизировать. Это уменьшает потребности в обслуживающих помещениях и размеры приемного резервуара, устраняет необходимость постоянного пребывания на станции обслуживающего персонала. Число включений насоса в час на автоматических станциях допускается до 6.

Перед насосами должна быть установлена решетка, задерживающая крупные вещества из стоков. Величина прозоров для решетки не должна быть менее 15 мм и более 50 мм (в зависимости от конструкции насосов). Ширина всех прозоров решетки, установленной в приемном резервуаре, принимается не менее двух диаметров коллектора.

На напорном трубопроводе, в пределах станции, необходимо предусмотреть водомер или вставку типа Вентури (для учета перекачиваемой станции воды). На случай аварии на станции на подводящем коллекторе устраивается аварийный выпуск. Кроме того, на коллекторе ставится щит или задвижка для прекращения притока сточных вод на станцию при аварии.

Для аэродромов производительность насосов должна соответствовать максимальному часовому притоку. Общая продолжительность работы насоса в сутки должна быть не больше 18—20 часов.

Полиный напор насоса определяется по формуле:

$$H_n = H + h_m + h_{\text{м}},$$

где: H_n — статическая высота подъема воды (всасывание плюс нагнетание) в м;

h_m — потери напора на трение во всасывающем и нагнетательном трубопроводах в м;

$h_{\text{м}}$ — потери напора на местные сопротивления в м, принимаемые ориентировочно от 0,1 до 0,2 h_m .

К местным потерям напора следует отдельно прибавить потерю напора в водомере (ориентировочного $h_{\text{водом}} = 0,5$ м).

Насосы для перекачки сточных вод и взвешенных веществ

В настоящее время канализационные насосные станции оборудуются специальными центробежными насосами, приспособленными к перекачке сточных вод, содержащих различные отбросы.

На рис. 53 приведен общий вид канализационного насоса марки «НФ», выпускаемого Московским заводом им. М. И. Калинина. Характеристики насосов 2,5 НФ; 4 НФ; и 6 НФ — приведены на рис. 54.

В 1947 г. Государственным Всесоюзным Стандартом (ГОСТ-3289-46) опубликованы предварительные данные по новым насосам для перекачки взвешенных веществ: тип «Ф» — фекальные (канализационные) насосы; тип «Т» — торфонасосы; тип «Р» — землесосы; тип «Б» — багерные насосы; тип «Ш» — шламовые насосы; тип «П» — песковые насосы

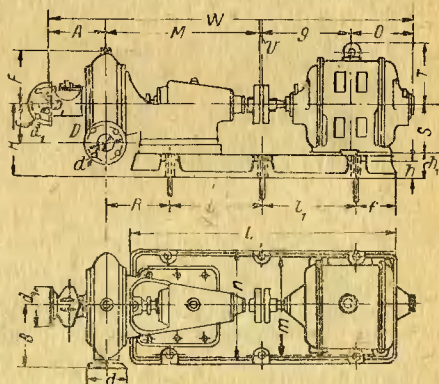
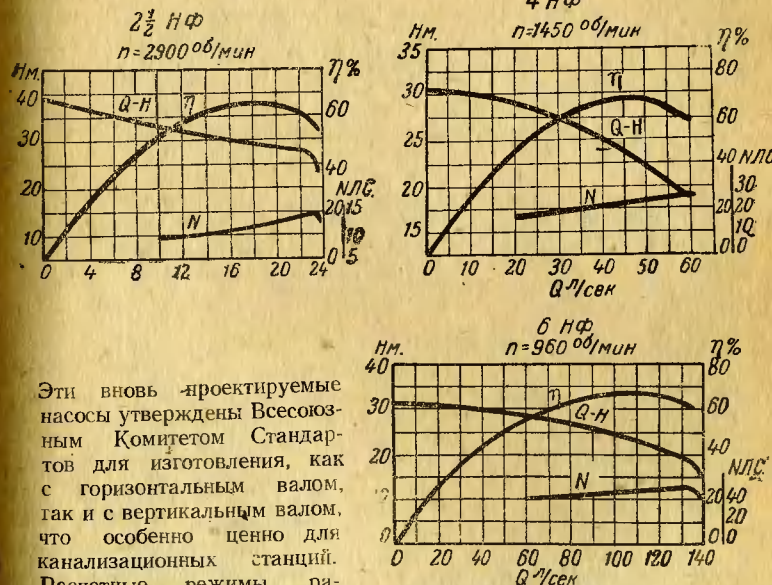


Рис. 53. Канализационный центробежный насос «НФ» (габаритный чертёж)

Таблица габаритных размеров канализационных насосов типа „НФ“ (к рис. 53)

Марка насоса	A	B	E	F	H	h	h ₁	d ₀	M	v
2,5 НФ	200	225	125	190	320	110	150	32/4	785	4
4 НФ	283	300	190	262	345	70	120	32/6	790	4

Марка насоса	e	e ₁	f	h	m	n	W	R	Вес насоса без плиты в кг	Вес плиты в кг
2,5 НФ	721	—	200	1180	480	460	1540	365	200	88
4 НФ	465	465	200	1330	490	550	1821	332	250	128



Эти вновь проектируемые насосы утверждены Всесоюзным Комитетом Стандартов для изготовления, как с горизонтальным валом, так и с вертикальным валом, что особенно ценно для канализационных станций. Расчетные режимы работы различных типов насосов даны в таблице 19.

Рис. 54. Характеристики центробежных насосов „НФ“ завода им. М. И. Калинина

Таблица
Расчетные режимы центробежных насосов для перекачки взвешенных веществ

Марка насоса	Производительность		Полный напор <i>H_м</i>	Число оборотов в минуту <i>n</i>	Коэффициент быстроходности <i>n_s</i>	Допустимая высота всасывания <i>H_{вас}</i>
	<i>л/сек</i>	<i>м³/час</i>				
2Ф-7 2П-7	8	28,8	32	2500	70	7,0
2Ф-11 2П-11			17,5		110	
3Ф-7	20	72	58,5	2900	70	4,5
3Ф-11			32,5		110	
3Ф-17			13		170	
3П-17						
4Ф-7 4П-7 4Б-7	45	162	40	1450	70	6,0
4Ф-11 4П-11			22		110	
4Ф-17 4П-17			12,5		170	
6Ф-7 6П-7 6Б-7	100	360	40	960	70	6,0
6Ф-11 6П-11 6Б-11			22		110	
6Ф-17			12		170	
10Ф-7 10-Р-7 10Б-7	220	792	45	730	70	5,0
10Ф-11 10Р-11			25,5		110	
10Ф-17			14,5		170	
12Ф-11 12Р-11 12Т-11	450	1620	30,5	580	110	4,5
12Ф-17			17		170	
16ФВ-11 16Р-11 16Т-11	900	3240	38,5	490	110	3,5
16ФВ-17			21,5		170	

Примечания: I. Марка насоса указывает: буквы — тип насоса; цифры перед буквой — диаметр входного патрубка в дюймах; цифры после тире — коэффициент быстрогоходности, уменьшенный в 10 раз; вторая буква в марке „В“ обозначает вертикальный насос.
2. Насосы, выходящие за пределы стандарта, могут изготавливаться в индивидуальном порядке.

§ 26. Очистка сточных вод

Общие указания

Органическая и бактериальная часть загрязнений бытовых и производственных сточных вод могут настолько вредно повлиять на водоем, куда эти стоки выпускаются, что последний не сможет служить источником какого бы то ни было водопользования. Кроме того в составе неочищенных сточных вод могут находиться возбудители инфекционных заболеваний (брюшной тиф, холера, дизентерия и др.), которые могут вызвать эпидемии среди населения прибрежных районов. Наконец, смешанные хозяйственные сточные воды с промышленными могут содержать яды и другие химические примеси, которые опасны как для населения, так и для рыбоводства данного района.

В целях защиты водоемов и протоков от загрязнений, выпускаемых сточными водами, последние подвергаются той или иной степени очистки. При этом следует стремиться к возможному использованию результатов очистки сточных вод (орошение, использование воды для пожарных водоемов, создание рыбных прудов, добыча газа, использование осадков в сельскохозяйственных целях и пр.).

По характеру обработки сточных вод, современные очистные сооружения можно разделить на следующие четыре группы.

I. Удаление из воды крупных примесей, минеральных и плавающих веществ с помощью решеток, песколовков и жироловок (грубая или «эстетическая» очистка).

II. Выделение взвешенных и частично коллоидальных веществ с помощью отстойников (механическая или предварительная очистка).

III. Окисление растворенных и нерастворенных органических веществ с помощью биофильтров, аэрофильтров, аэротенков, биологических прудов, полей орошения, полей фильтрации (биологическая или полная очистка).

IV. Дезинфекция или обеззараживание сточных вод с помощью газообразного хлора или хлорной извести.

Вопрос об удалении, обработке и использовании выделенных осадков является особым и представляет специальную и весьма сложную задачу.

Требуемая степень очистки обуславливается, с одной стороны, количеством и составом выпускаемых сточных вод и, с другой стороны, — мощностью и значимостью водоема или протока, куда эти стоки выпускаются.

Выбор степени очистки должен во всех случаях согласовываться с Госсанэпидемиологией.

Схемы очистки

При механической очистке сточных вод можно представить следующий состав очистных сооружений (рис. 55).

При искусственной биологической очистке сточных вод можно применить состав очистных сооружений, приведенных на рис. 56.

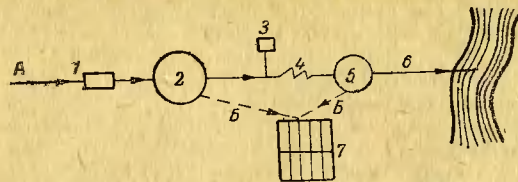


Рис. 55. Схема механической очистки сточных вод: 1—решетка и песколовка; 2—двухъярусный отстойник или отстойник; 3—хлораторная; 4—смеситель; 5—контактный бассейн (вторичный отстойник); 6—выпуск очищенных сточных вод в водоем; 7—иловые площадки; А—сточная жидкость; Б—осадок

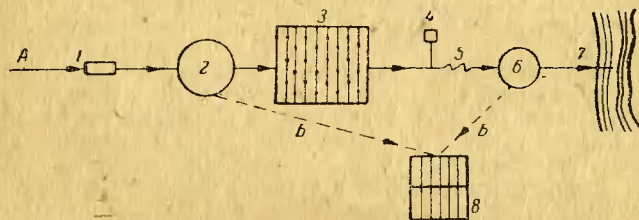


Рис. 56. Схема искусственной биологической очистки сточных вод: 1—решетка и песколовка; 2—двухъярусный отстойник или отстойник; 3—биологические фильтры; 4—хлораторная; 5—смеситель; 6—вторичный отстойник; 7—выпуск очищенных сточных вод в водоем; 8—иловые площадки; А—сточная жидкость; Б—осадок

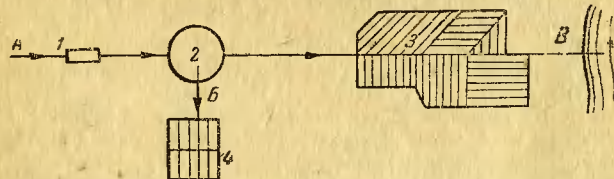


Рис. 57. Схема естественной биологической очистки сточных вод: 1—решетка и песколовка; 2—двухъярусный отстойник или отстойник; 3—поля орошения или поля фильтрации; 4—иловые площадки; А—сточная жидкость; Б—осадок; В—выпуск дренажных вод

При естественной биологической очистке сточных вод можно предварительно очищенные стоки выпускать на поля орошения,

используемые одновременно в качестве сельскохозяйственных угодий, или на поля фильтрации, рассчитанные исключительно на очистку стоков.

Схема подобной естественной биологической очистки дана на рис. 57.

Основные нормы для расчета очистных сооружений

Песколовки. Максимальная скорость потока (при $q_{\max}$) не больше 0,3 м/сек для горизонтальных песколовков и не более 0,1 м/сек для вертикальных. Минимальная скорость — 0,05 м/сек. Время потока (при $q_{\max}$) не менее 30 сек для горизонтальных песколовков и не менее 20 сек для вертикальных.

Количество задерживаемого песколовками осадка — 0,03 л на одного человека в сутки, влажность осадка — 60—70%, а удельный вес его около 1,5.

Отстойники (вертикальные). Время отстоя воды (при $q_{\max}$) равно 1 часу. Скорость в опускной вертикальной трубе не более 0,1 м/сек, а при отсутствии отражательного щита не более 0,03 м/сек. Вертикальная скорость подъема воды в отстойнике не более 1 мм/сек. Количество выпадающего осадка при влажности 95% — 0,7 л/сутки на одного человека. Высота нейтрального слоя, считая от низа трубы, до расчетного уровня ила, — не менее 0,75 м, а при отражательном щите — не менее 0,5 м.

Объем иловой части отстойника рассчитывается на хранение осадка не более 3 дней.

Угол наклона днища не менее 45°. В вершине конуса днища устраивается площадка диаметром 0,40 м.

Гидростатический напор для выдавливания ила не менее 1,5 м, а диаметр иловой трубы не менее 200 мм.

Возвышение бортов отстойника над горизонтом сточной жидкости не менее 0,20 м.

Расстояние между отражательным щитом и нижним обрезом центральной трубы — 0,40—0,70 м.

Глубина погружения в воду плавающего щитка у сливных желобов — 0,15 м. Расстояние его от борта сливного желоба 0,10—0,20 м.

Отстойники перед полями орошения и фильтрации рассчитываются на длительность пребывания воды в них до 15—30 мин считая по $q_{\max}$.

Отстойники вторичные (после биофильтров). Время отстоя воды по $q_{\max}$ не менее 0,5 часа. Расчетная скорость (восходящая) не более 1 мм/сек. Скорость опускная не более 0,01 м/сек при отсутствии щита и не более 0,10 м/сек при его наличии. Количество осадка при влажности 96% — 0,15 л на одного человека в сутки. Высота нейтрального слоя — 0,5 м. Величина гидростатического давления для выдавливания ила по трубе $d=200$ мм не менее 1,2 м.

Септик — тзнки. Септики наиболее применимы при канализовании отдельно стоящих зданий или группы зданий.

Объем осадочной части равен суточному расходу сточных вод. Полезная глубина септика — не менее 1,5 м. Высота корочной части — не менее 0,5 м. Продолжительность хранения осадка (период между чистками) 180—365 дней. Расстояние между перекрытием и верхом корки в закрытых септиках — не менее 0,5 м.

Глубина погружения впускного и выпускного отверстий, не менее 0,5 м.

При двухкамерных септиках объем первой камеры принимается равным 2/3 полного объема.

При трехкамерных — объем первой камеры равен половине полного объема, а вторая и третья камеры берутся одинаковыми.

В последних камерах, при необходимости, можно осуществить дезинфекцию сточных вод.

Двухъярусные отстойники (эмиеры). Осадочные желоба обычно рассчитываются по нормам горизонтальных отстойников (время отстоя — 1 час по максимальному расходу; скорость движения воды в желобах не более 10 мм/сек).

Полная глубина осадочных желобов не более 2 м. Наклон боковых стенок желобов не менее 1,2 : 1. Размер щели желоба 150 мм.

Суммарная площадь осадочных желобов может составлять не более 80% всей площади поверхности двухъярусных отстойников.

Высота бортов над водой — не менее 0,40 м. Высота нейтрального слоя 0,50 м (от щели желобов до уровня осадков).

Объем иловой или септической части отстойника принимается, при установках с пропускной способностью свыше 1000 м³ сутки, для центральных районов СССР — 60 л на одного человека, присоединенного к канализации, для более южных районов (Северный Кавказ, Юг, Украина и т. д.) — 45 л, а для юга Закавказья и т. п. — 30 л на одного человека.

Уклон дна отстойника не менее 30°.

Диаметр иловой трубы — 200 мм. Гидростатический напор не менее 1,5 м.

Биологические фильтры. Лучшим загрузочным (фильтрующим) материалом является котельный шлак.

Крупность загрузочного материала различных слоев б/ф принимается считая снизу:

для 1-го слоя высотой 0,2 м — 70—50 мм,

для 2-го слоя высотой 1,6 м — 50—30 мм,

для 3-го слоя высотой 0,2 м — 30—20 мм.

Уменьшение слоя загрузки с 2 до 1,5 м производится за счет среднего слоя.

При расчете биофильтров принимается

а) БПК (биохимическая потребность в кислороде) на одного человека, присоединенного к канализации — 40 г в сутки.

б) Окислительная мощность биофильтров из шлака в зависимости от среднегодовой температуры воздуха — принимается:

При t от $+3^{\circ}$ до $+7^{\circ}$ — 150 г/м ³	} б/ф открытого типа.
» t от $+7^{\circ}$ до $+10^{\circ}$ — 200 »	
» t свыше $+10^{\circ}$ — 300 »	

в) При загрузке б/ф гравием объем загрузки увеличивается (по сравнению со шлаком) в 1,5 раза. При загрузке щебнем или торфом — в 1,2 раза.

Окислительная мощность б/ф в здании увеличивается на 20—30%. Закрытые помещения для б/ф необходимы для районов со среднегодовой температурой воздуха от $+3^{\circ}$ до $+7^{\circ}$. Для станций производительностью от 1000 до 10000 куб. м в сутки.

Высота подфильтрового пространства не менее 0,25 м.

Число секций биофильтров не менее двух.

При орошении б/ф аппаратами «Фиддиана» соотношение между шириной и длиной должно быть от 1/6 до 1/9; потребный напор 0,7—0,9 м (производительность «Фиддиана» брать по заводским данным).

При спринклерном орошении потребный напор не менее 1,8 м. Орошение малых б/ф может быть осуществлено с помощью дырчатых желобов или других простейших средств.

Поля фильтрации. Под поля фильтрации желательно отводить участки со спокойным и однообразным уклоном до 0,005, расположенные по гидроизогипсам, ниже водозаборных сооружений.

На полях фильтрации может очищаться как предварительно отстоенная, так и неотстоенная сточная жидкость.

Для ориентировочных расчетов, среднесуточная нагрузка на 1 га принимается:

Таблица 20

Виды почв	Виды жидкостей	
	Для неотстоенной сточной жидкости в м ³ в сутки	Для отстоенной сточной жидкости в м ³ в сутки
Для песков	до 150	до 225
» супесков	» 100	» 150
» суглинков	» 70	» 100
» глины	» 20	» 20

На канавы, дороги и валики принимается дополнительно 20—25% от полезной площади.

Поля орошения. Под поля орошения лучше отводить территорию с небольшим и спокойным уклоном до 0,01.

Для предварительных и ориентировочных расчетов средняя суточная нагрузка на 1 га принимается (в м³):

Таблица 21

Виды почв	В районах со среднегодовой температурой	
	от +3° до +7° Ц	от +7° до +10° Ц
Для песчаных почв . . .	50	70
„ супесчаных почв . . .	35	50
„ суглинистых почв . . .	25	40
„ глинистых почв . . .	15	20

На время перерыва в орошении (предпосевной период, посев, уборка урожая) предусматривается резервная площадь полей орошения (фильтрационные участки) в размере 20—30 % от расчетной площади.

На каналы, дороги и валики принимается 20—25 % от суммарной площади полей орошения и фильтрационных участков.

Иловые площадки. Годовая нагрузка на 1 м² иловых площадок принимается:

Таблица 22

Виды осадков	Виды площадок		
	Естествен. площадки (в м ²)		Искусствен. площадки (в м ²)
	на песчаных грунтах	на супесчан. и суглинист. грунтах	
Для сброженных осадков (из двухъярусных отстойников)	2,5	1,5	3,0
Для сырых осадков	1,5	1,0	1,5

Для северных районов СССР приведенные нормы нагрузки снижаются на 30—50 %, а для южных районов повышаются на 30—50 %.

Дезинфекция сточных вод. При ориентировочных расчетах доза хлора (активного) на 1 м³ сточной жидкости принимается:

Для неочищенной сточной жидкости	50—60 г.
Для сточной жидкости после септик-танков	25—30 г.
Для сточной жидкости после первичных отстойников	20—25 г.
Для сточной жидкости после биофильтров	5—10 г.

Продолжительность контакта хлора со сточной жидкостью не менее получаса.

При наличии отводного канала (от очистных сооружений), протяженность которого обеспечивает 20-минутный проток в нем сточной жидкости, можно не применять контактных резервуаров.

Примеры расчета некоторых очистных сооружений

Расчет септика (по Строганову). Рассчитать септик для группы зданий с суточным расходом воды $Q_{сут} = 30$ куб. м. Общий полезный объем септика

$$W_c = W_0 + W_u + W_k,$$

где W_0 —объем отстойной части;

W_u —объем иловой части;

W_k —объем корковой части.

Отстойная часть W_0 рассчитывается на 24 часа, т. е.

$$W_0 = Q_{сут} = 30 \text{ куб. м.}$$

При высоте потока воды в септике в 1 м поверхность водного зеркала в септике будет

$$F = \frac{Q}{1} = \frac{30}{1} = 30 \text{ м}^2.$$

При уплотнении осадка в среднем с 95,5 % до 90 %, распаде осадка не свыше 25 % и эффекте осаждения в септике в 70 % получим:

$$W_u = \frac{Q \cdot n \cdot t \cdot 2,5 \cdot 0,75 \cdot 0,70}{100 \cdot 10},$$

где n %—содержание осадимых взвешенных веществ в стоках (принимается $n = 1$ %);

t —срок хранения ила в септике (180—360 дней). В нашем примере $t = 180$ дней.

Таким образом,

$$W_u = \frac{30 \cdot 1 \cdot 180 \cdot 2,5 \cdot 0,75 \cdot 0,70}{100 \cdot 10} = 7,10 \text{ м}^3.$$

Высота иловой части

$$h = \frac{W_u}{F} = \frac{7,10}{30} \approx 0,24 \text{ м.}$$

Объем

$$W_k = F \cdot 0,5 = Q \cdot 0,5 = 15 \text{ м}^3.$$

(принимается толщина корки 0,5 м).

Полный полезный объем септика

$$W_c = W_0 + W_u + W_k = 30 + 7,10 + 15 = 52,10 \text{ м}^3.$$

Размеры септика:

$$\text{Поверхность зеркала воды септика } F = 30 \text{ м}^2.$$

$$\text{Ширина } b = 3,50 \text{ м.}$$

$$\text{Длина (полезная) } l = 8,60 \text{ м.}$$

Для трехкамерного септика¹⁾ объем первой камеры по норме должен быть равен половине от полного объема, а вторая и третья камеры должны занимать объем по 0,25 от W_c .
Все размеры септика показаны на рис. 58.

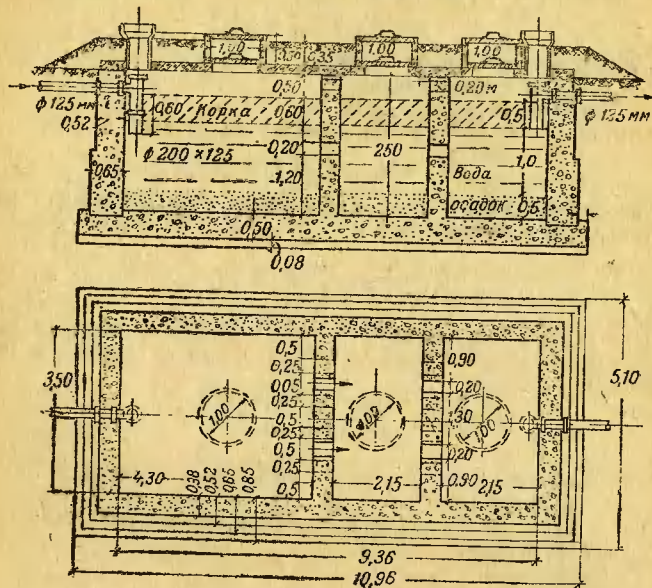


Рис. 58. Септик-тэнк

Расчет двухъярусного отстойника. Определить число и размеры двухъярусных отстойников для авиагарнизона с максимально суточным водоотведением в $1000 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

Аэродром расположен в центральной части СССР (по фактическому расходу сточной воды, — приведенное число людей будет составлять 6000 чел).

1. Максимальный часовой расход:

$$Q_{\text{макс. час.}} = \frac{Q_{\text{макс. сут.}}}{24} \approx 41,67 \text{ м}^3$$

(принимая конструкцию одиночных отстойников с одним жолобом у каждого).

¹⁾ При необходимости в последней камере септика можно осуществить хлорирование.

Высота прямоугольной части жолоба — $h_1 = 0,5 \text{ м}$.

Высота треугольной части жолоба — $h_2 = 1,5 \text{ м}$.

2. Тогда ширина жолоба будет:

$$b = \frac{2h_2}{1,2} = \frac{2 \cdot 1,5}{1,2} = 2,5 \text{ м.}$$

3. Площадь живого сечения жолоба (осадочного)

$$F_{\text{ос}} = bh_1 + \frac{bh_2}{2} = 3,125 \text{ м}^2.$$

4. Объем осадочного жолоба (при $D_{\text{отст}} = 6,5 \text{ м}$)

$$W_{\text{ос}} = F_{\text{ос}} \cdot D = 3,125 \cdot 6,5 \approx 20,3 \text{ м}^3.$$

5. Число одиночных отстойников

$$n = \frac{Q_{\text{макс. час.}}}{W_{\text{ос}}} = \frac{41,67}{20,3} = 2,05$$

(принимая два отстойника).

6. Фактическое время отстаивания будет:

$$t = \frac{nW_{\text{ос}} 60}{Q_{\text{макс. час.}}} = 58,5 \text{ мин.}$$

7. Горизонтальная скорость потока воды по жолобу

$$v = \frac{L}{t} = \frac{6,5 \cdot 1000}{60 \cdot 58,5} \approx 2 \text{ мм} \quad [L = D].$$

8. Высота нейтрального слоя воды (по норме)

$$h_3 = 0,5 \text{ м.}$$

9. Общий объем иловой части

$$W_{\text{ил. общ.}} = \frac{NA}{1000} = \frac{6000 \cdot 60}{1000} = 360 \text{ м}^3.$$

N — число людей, A — по норме.

10. Объем иловой части на один отстойник:

$$W_{\text{ил.}} = \frac{W_{\text{общ.}}}{n} = \frac{360}{2} = 180 \text{ м}^3.$$

11. Высота конической части:

$$h_5 = 0,29D - 0,12 = 1,76 \text{ м.}$$

$$\left[0,29D = \frac{D}{2} \operatorname{tg} 80^\circ \right].$$

12. Объем конической части

$$W_{\text{конич}} = \frac{\pi h_6}{3 \cdot 4} (D^2 + 0,4D + 0,4^2) = 20,7 \text{ м}^3.$$

13. Объем цилиндрической части

$$W_{\text{цил}} = W_{\text{ил}} - W_{\text{конич}} = 159,3 \text{ м}^3.$$

14. Высота цилиндрической части:

$$h_4 = W_{\text{цил}} : \frac{\pi D^2}{4} \approx 4,8 \text{ м}.$$

15. Высота бортов $h_6 = 0,4 \text{ м}$.

16. Общая строительная высота двухъярусного отстойника:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \approx 9,5 \text{ м}.$$

17. Свободная поверхность отстойника (т. е. поверхность, незапятанная жолобом) равна:

$$\frac{\pi D^2}{4} - (s \cdot D) = \frac{3,14 \cdot (6,5)^2}{4} - (2,5 \cdot 6,5) = 16,92 \text{ м}^2.$$

что по отношению ко всей площади отстойника составляет:

$\sim 50\% > 20\%$ требуемых по норме (рис. 59).

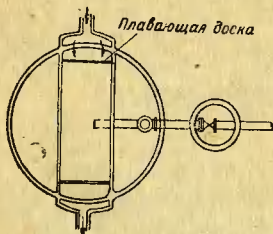
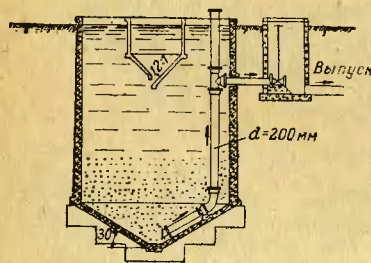


Рис. 59. Двухъярусный отстойник

Расчет иловых площадок. Определить размер площади иловых площадок для авиагарнизона с приведенным числом людей в 6000 чел. Сточные воды очищаются в двухъярусных отстойниках (см. предыдущий пример).

1. Полезная площадь

$$F_1 = \frac{N \cdot n \cdot 365}{1000 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3,0} = \frac{6000 \cdot 0,7 \cdot 365}{1000 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3,0} \approx 130 \text{ м}^2,$$

где N — привед. число людей;
 n — норма осадка в л на 1 чел./сутки, содерж. 95% воды (0,7 л);
 365 — число дней в году;

2,0 — уменьшение объема осадка за счет уплотнения или уменьшения влажности с 95% до 90%;

2,0 — уменьшение объема осадка в результате распада органических веществ;

3,0 — слой годового напуска осадков в м (по норме).

2. Прибавляя 20% на устройство валиков, дорожек, получим общую площадь

$$F = 1,2 F_1 \approx 160 \text{ м}^2.$$

3. Суточное количество осадков для рассчитанных выше двух отстойников составляет:

$$W = \frac{N \cdot n}{1000 \cdot 2 \cdot 2} = 1,05 \text{ м}^3.$$

4. При выпуске перегибшего осадка из двухъярусных отстойников один раз в 5 дней, получим единовременное поступление осадка на площадки:

$$W_1 = 1,05 \times 5 = 5,25 \text{ м}^3.$$

5. Заливаемая площадь при слое напуска осадка $h = 0,25 \text{ м}$ будет

$$f = \frac{W_1}{h} = \frac{5,25}{0,25} = 21 \text{ м}^2.$$

6. Разделив всю полезную площадь F_1 на 2 площадки размерами $b \times l = 3 \times 21 = 63 \text{ м}^2$ и кроме того, разделив каждую пло-

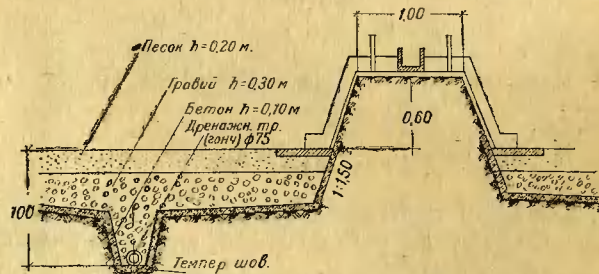


Рис. 60. Разрез иловых площадок

щадку на три равные части (деревянными разделительными щитами), мы получим 6 малых площадок (рис. 60).

Каждая из них будет заливаться поочередно один раз в 5 дней. В результате подсушки осадка объем его уменьшится в 2,5 — 3,0 раза.

Расчет биологических фильтров. Определить площадь и объем биофильтров, загруженных шлаком при приведенном числе людей в 6000 чел. Среднегодовая температура воздуха $+5^{\circ}\text{C}$. Суточный расход воды—1000 м^3 .

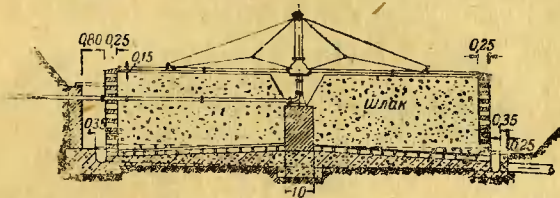


Рис. 61. Круглый биологический фильтр

1. БПК (биохимическая потребность в кислороде) для очистки 1 м^3 сточной воды, при норме $a=40$ г в сутки на одного человека будет

$$\text{БПК} = \frac{N \cdot a}{Q_{\text{сут}}} = \frac{6000 \cdot 40}{1000} = 240 \text{ г/м}^3.$$

2. Объем биофильтров (при окислительной мощности шлака, равной 150 г/м^3 с учетом среднегодовой температуры $+5^{\circ}\text{C}$) будет:

$$W_{\text{биф}} = \frac{240 \cdot 1000}{150} = 1600 \text{ м}^3.$$

3. Полезная площадь биофильтров при высоте загрузки фильтра $h=2$ м будет:

$$F_{\text{биф}} = \frac{W_{\text{биф}}}{h} = 800 \text{ м}^2.$$

4. Принимаем 4 круглых биофильтра.

а) Площадь каждого биф будет 200 м^2 , откуда б) диаметр био-

фильтра $D = \sqrt{\frac{4 \cdot 200}{3,14}} = 12 \text{ м}$ (см. рис. 61).

Удаленность очистных станций от аэродрома

Очистные станции должны быть расположены за пределами аэродрома (вниз по течению реки) и удалены от границ его на следующие расстояния: при механической очистке не ближе 250 м; при

биологической очистке с биофильтрами — не ближе 400 м, с полями срошения или фильтрации не ближе 600 м. Во всех случаях, при

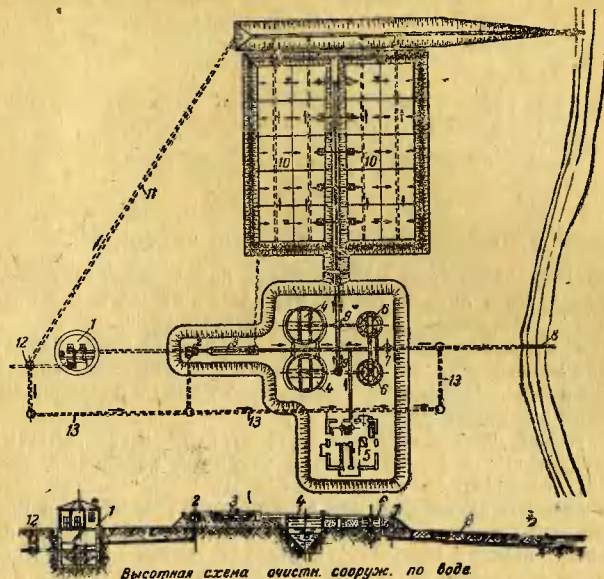


Рис. 62. Генплан очистных канализационных сооружений аэродрома: 1 — насосная станция; 2 — распределительная камера с решеткой; 3 — песколовка; 4 — двухъярусный отстойник; 5 — хлораторная; 6 — контактные бассейны; 7 — выпускная камера; 8 — выпуск очищенных стоков в реку; 9 — иловые колодцы; 10 — иловые площадки; 11 — дренажная вода с иловых площадок; 12 — колодец (аварийный); 13 — аварийный выпуск

размещении очистных сооружений необходимо учитывать розу ветров.

На рис. 62 приведен генплан очистной станции с механической очисткой, запроектированной для аэродрома.

Площади земли для устройства очистных сооружений

В табл. 23 приведены примерные величины площади земли, необходимые для различных схем очистки сточных вод, включая и предварительную очистку.

Цифры относятся к очистным сооружениям производительностью в 5000 куб. м/сутки .

Таблица 23

Наименование сооружений (схема очистки)	Площадь земли в га
Механическая очистка	0,7—0,5
Биологическая очистка	
а) с полями орошения	150—100
б) с полями фильтрации	50—30
в) с биофильтрами	3—2

§ 27. Основы расчета наружных водостоков¹⁾

Наружные водостоки или ливневая канализация представляют собой сеть труб, лотков, канав, отводящих атмосферные воды за пределы аэродрома, или других канализуемых объектов.

Отвод атмосферных вод (дождевых и талых) необходим во избежание затопления или заболачивания той или иной территории, а также в целях сохранения одежды дорог, улиц и поддержания санитарного состояния объекта.

Наружные водостоки могут быть открытыми, закрытыми или комбинированными из открытых и закрытых каналов; однако во всех случаях расчет водостоков необходим.

На аэродромах водосточная сеть обычно устраивается для отвода атмосферных вод с искусственных взлетно посадочных полос.

Весьма важно рассчитать водостоки также для авиагородка и сектора застройки (в первую очередь для приангарных площадок, стоянок самолетов, дорог и др. замощенных площадей) в целях правильного определения сечения труб и каналов.

При этом не следует забывать о тех возможных комплексных решениях на аэродроме, о которых уже упоминалось в § 5.

Определение расчетного расхода дождевого стока аналитическим методом

Расчетный расход дождевого стока определяется по формуле:

$$Q = q \cdot F \cdot \psi \text{ л/сек,}$$

где q — интенсивность расчетного дождя в л/сек с 1 га;

F — площадь бассейна стока в га;

ψ — коэффициент стока, учитывающий ту часть воды, которая попадает в ливневую сеть, остальная часть испаряется и просачивается в грунт.

¹⁾ Расчет наружных водостоков для аэродромов дан в курсе „Осушение аэродромов“ инж.-подл. Ершова Н. И. Изд. ЛКВИА, 1948г. В нашем же разделе даны основы расчета для авиагородков и др. территорий.

Интенсивность дождя можно выразить не объемным способом, а высотой слоя выпавшей воды h в мм в единицу времени t (1 мин)

$$i = \frac{h}{t} \text{ мм/мин.}$$

Если принять интенсивность дождя по слою $i = 1 \text{ мм/мин.}$, то объемная интенсивность дождя, выпавшего на площадь в 1 га в 1 сек, будет:

$$q = \frac{1 \cdot 10\,000}{60} = 167 \text{ л/сек с 1 га.}$$

Таким образом число 167 может служить переходным модулем при пересчете интенсивности дождя по слою i (по метеорологическим данным) на объемную интенсивность q .

Наиболее точно расчетную формулу можно определить, пользуясь местными или близко расположенными метеорологическими станциями, где имеются амбрографические записи дождей за 10 лет и больше.

Пользуясь этими данными, можно получить аналитическую зависимость интенсивностей дождей q от продолжительности их t

$$q = f(t),$$

которые на логарифмической диаграмме обращаются в прямые и имеют следующий общий вид:

$$q = \frac{A}{t^n},$$

где A и n — постоянные величины для каждого дождя.

Так как при $t = 1$ $q = A$, следовательно, A измеряется так же, как и интенсивность дождя длительностью в 1 мин., $n = \text{tg} \alpha$ — угол, характеризующий крутизну линии дождя.

Однако для многих населенных пунктов длительные амбрографические записи отсутствуют, в этом случае расчетную интенсивность дождя определяют по методу проф. П. Ф. Горбачева.

Расчет по методу предельных интенсивностей

П. Ф. Горбачев предложил эмпирическую формулу для определения предельной интенсивности i дождя при данной продолжительности t и повторяемости (раз в $P^{\text{м}} \text{ лет}$) по среднегодовому количеству осадков $H \text{ мм}$ в данной местности.

$$i = \frac{\Delta}{t^{0,5}} \quad (1)$$

$$\Delta = \mu \sqrt[3]{P} \quad (2)$$

$$\mu = a \sqrt[3]{H^2}, \quad (3)$$

где Δ —сила дождя, характеризующая интенсивность его в мм при продолжительности $t=1$ мин;

μ —климатическая постоянная данного района;

a —коэффициент пропорциональности инж. Зака Г. Л.;

P —период однократного переполнения канала, выраженный в годах.

Классификация дождей по Горбачеву и коэффициенты „а“ по Заку—приведены в таблицах 24 и 25.

Таблица 24
Классификация дождей по Горбачеву

№№ п/п	Категории осадков	Характеристика стока	Сила дождя
1	Мелкие дожди	Поверхностного стока нет	до 1,0
2	Обыкновенные дожди	Сток по замощен. поверхн.	1,1—3,0
3	Умеренно-проливн. дожди	Сток по естеств. склонам	3,0—5,0
4	Большие проливн. дожди	Сильные потоки	5,1—7,0
5	Значительные ливни	Затопление улиц в городах	7,1—9,0

Наивысшие силы дождей наблюдались
в СССР $\Delta=11,2$
в гористых областях Европы $\Delta=16,0$

Таблица 25
Коэффициент „а“ по Г. Л. Заку

№№ п/п	Области СССР	а
1	Северная	0,0253
2	Сев. Западная	0,0315
3	Западная	0,0384
4	Центральная	0,0407
5	Восточная	0,0340
6	Юго-восточная	0,0487
7	Юго-западная	0,0538

Величина периода (P) однократного переполнения водосточков принимается от 5 и больше лет до 0,25 года. На аэродромах, при расчете водосточков для ВПП, P принимают 1,0—0,5 года.

Принимаемая в расчет продолжительность (t) дождя складывается из трех величин:

$$t = t_1 + t_2 + t_3,$$

где t_1 —время поверхностной концентрации воды (т. е. время пробега воды от самой отдаленной точки площади до лотка уличной мостовой), t_1 —принимается обычно 4—8 мин;

t_2 —время протекания воды по уличному лотку до дождеприемника (определяется по скорости течения воды в лотке и зависит от уклона и одежды лотка) (см. таблицу 26);
и t_3 —время протекания воды по коллектору от дождеприемника до рассчитываемого сечения в мин.

t_1 —часто обозначают через t_0 , а (t_2+t_3) через t_n .

Таблица 26

Одежда лотка	Уклоны	Скорость в м/мин
Поверхность, покрытая растительностью	0,005 до 0,05	3—20
Поверхность булыжная	0,005 до 0,05	36—80
Поверхность асфальтовая	0,005 до 0,10	86—100

Коэффициент стока (ψ). В канализацию попадает только часть дождевых стоков, остальная часть испаряется и просачивается в грунт ($\psi < 1$)

$$q_{расч} = q\psi$$

или

$$q_{расч} = \frac{\psi A}{t^n}.$$

Коэффициент стока зависит от покрова местности:

Таблица 27

Покров	ψ	Покров	ψ
Крыши	0,8—0,95	Мостовая с водопро- нцаемым швом . . .	0,50—0,70
Мостовая асфальтовая	0,75—0,90	Булыжная мостовая . . .	0,30—0,50
с цем. швом	0,75—0,85	Парки, сады, газоны . . .	0,05—0,25

Среднее значение ψ для населенных пунктов в целом принимается $\psi_{ср} = 0,30—0,70$.

Более точную зависимость для ψ дает формула Ленинградского Научно-исследовательского Института Коммунального хозяйства.

$$\psi = \xi q^{0,20} t^{0,10},$$

где ξ —коэффициент, зависящий от рода поверхности площади стока (берется по таблице 28 ЛНИИКХ).

Таблица 28

№№ п/п	Род поверхности	ξ	№№ п/п	Род поверхности	ξ
1	Торцовая мостовая . .	0,240	4	Шоссе	0,125
2	Диабазовая мостовая . .	0,224	5	Садово-парковая дорожка	0,090
3	Булыжная мостовая . .	0,145	6	Газоны, незамош. поверхности	0,038

Для водонепроницаемых поверхностей (крыша, асфальт, бетон) ξ зависит от расчетного дождя ($q = \frac{A}{t^n}$) и берется по таблице 29:

Таблица 29

n	A									
	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
0,50—0,60	0,319	0,302	0,288	0,278	0,269	0,262	0,256	0,251	0,246	0,242
0,65 и более . . .	0,334	0,316	0,302	0,291	0,282	0,274	0,268	0,263	0,258	0,253

Учет коэффициента замедления стока a . Расчет водостоков производится по формулам установившегося равномерного движения. Фактически же, вследствие кратковременности выпадения расчетных дождей, течение в каналах за это время установиться не может¹⁾.

Расчетная

Наименов. уч-ка	Длина в м	Площ. стока в га			Скорость в м/сек	Время протока воды в мин	Расч. интенсивн. в л/сек с 1 га	Расч. расх. в л/сек	Днам. в мм	Уклон трубы	Пав. в м
		собств. вен.	при-токов	расч. ная							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

¹⁾ В настоящее время у нас в Союзе ведется исследовательская работа по расчету водостоков с учетом неустановившегося движения потока.

Таким образом, фактические расходы будут меньше расчетных. Это обстоятельство влияет на уменьшение скорости (т. е. на замедление стока), а следовательно, на увеличение времени (t), от чего интенсивность падает.

При учете коэффициента замедления стока у нас в Союзе a берут по А. А. Сурину равный 1,2, т. е. $a = 1,2 t_n$.

Уместно отметить, что для открытой дождевой сети, коэффициент замедления стока будет еще больше благодаря просачиваемости воды в грунт через стенки открытые каналы или канавы, а также благодаря дополнительной испаряемости

Порядок расчета водостоков по методу предельных интенсивностей

1. По данным H и a определяют климатическую постоянную μ

$$\mu = a \sqrt[3]{H^2}.$$

2. Зная μ и задавшись p , находят Δ

$$\Delta = \mu \sqrt[3]{p};$$

затем:

3. Определяют интенсивность расчетного дождя:

$$q = \frac{167\Delta}{\sqrt{t}} \text{ или } q = \frac{167\Delta}{at_n + t_0} \text{ л/сек с га}$$

и наконец

4. Определяют расчетный расход

$$Q = qF\psi \text{ л/сек.}$$

Расчет водостоков сводят в расчетную ведомость.

Для сравнительно „спокойного“ рельефа аэродромов можно с успехом применять напорный метод расчета закрытой дождевой сети¹⁾, предложенный проф. Н. Н. Беловым в 1932 г.

Ведомость

Отметки в м						Глубина заложения дна трубы		Примечание
земли		шелыги		дна трубы		в начале	в конце	
в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце			
13	14	15	16	17	18	19	20	21

¹⁾ Подробнее о расчете дождевой канализации и в частности о напорном методе расчета водостоков см. в книге Иванов В. Ф. и др. Канализация населенных мест, ОНТИ—1935 г. (гл. 8 изложена Н. Н. Беловым).

§ 28. Пример трассировки водопроводной и канализационной сетей и расположения сооружений на аэродроме

На рис. 63 приведен один из возможных примеров водоснабжения и канализации авиагородка постоянного аэродрома.

Водоснабжение представлено здесь: двумя артезианскими скважинами, питающими водой авиагородок и зону застройки; сборными подземными резервуарами; насосной станцией; водонапорной башней и водопроводной сетью. Для большей надежности и бесперебойности в подаче воды потребителям, трассировка сети принята как правило — кольцевая.

Канализация здесь решена по неполной раздельной системе; причем, сеть, в соответствии с рельефом, затрассирована совершенно самостоятельно как для авиагородка, так и для зоны застройки.

В авиагородке главный коллектор начинается около бани, прачечной и хлебопекарни; он отводит все хозяйственные и производственные воды, присоединяемые к нему остальными тремя второстепенными коллекторами.

Сточные воды самотеком поступают на насосную станцию, откуда по напорному трубопроводу перекачиваются на очистные сооружения.

Из зоны застройки все сточные воды (хозяйственные и производственные) также перекачиваются на общие очистные сооружения.

В состав очистной станции с механической очисткой воды входят следующие сооружения: распределительная камера, песколовки, двухъярусные отстойники, контактные бассейны, выпускная камера с выпуском в реку и иловые площадки для обработки осадков. В схеме канализования аэродрома предусмотрены аварийные выпуски в колодцах перед насосными станциями, на случай серьезных повреждений на очистных сооружениях или насосных станциях.

Приложение 1

Укрупненные измерители для ориентировочного подсчета стоимости водопроводных и канализационных сооружений

Настоящее приложение составлено по справочнику укрупненных показателей расхода рабочей силы и материалов, часть 4 (внешние сети и сооружения водопровода и канализации). Москва, 1945 г. Главстройпроект СССР.

В качестве дополнительного источника, для недостающих сведений, взят временный прейскурант порайонных расценок на работы по железнодорожному строительству 1942 г. «Внешняя сеть водопровода и канализации». По этому источнику расценки приведены как минимальные, так и максимальные. Минимальные расценки соответствуют, главным образом, южным районам СССР, где климатические и гидрогеологические условия наиболее благоприятствуют производству работ. Максимальные расценки относятся преимущественно к северным районам СССР.

Стоимость наружного водопровода

Водозаборные сооружения

1. Шахтные водосборные колодцы с оборудованием и с земляными работами в мокром грунте, с средним водоотливом (стоимость в рублях).

Кирпичные $d=3$ м с жел. бетонным перекрытием			Рубленые из бревен с внутренним сечением $2,75 \times 4,0$ м		
Г л у б и н а з а л о ж е н и я к о л о д ц а в м					
до 7	до 12	до 15	до 7	до 12	до 15
10650	19700	24000	5400	8450	10375

2. Шахтные срубовые колодцы из пластин сечением $1,0 \times 1,0$ м. Оголовок из пластин и досок с устройством глиняного замка и с отмошкой вокруг. Фильтр из песка и гравия

Подъем воды ручным поршневым насосом			Подъем воды воротом		
Г л у б и н а з а л о ж е н и я к о л о д ц а в м					
до 5	до 10	до 15	до 5	до 10	до 15
1720	2480	3400	1500	2500	3580

3. Водосборные каптажные деревянные галереи с фильтрами, обсыпкой камнем и земляными работами за 10 пог. м.

минимальная стоимость в рублях	1920
максимальная " "	2680

4. Артезианские скважины

а) буровые работы

Глубина скважин	до 50 м	50 м и более	100 м и более
Минимальная стоимость			
1 пог. м в руб	200	300	600
Максимальная стоимость 1 пог. м в руб.	300	420	840

б) оборудование скважины при производительности от 100 до 300 м³/час на 1 м³/час

минимальная стоимость в рублях	80—140
максимальная " "	110—190

5. Водоприемники ряжевые и на сваях

Водоприемники открытые на сваях с ограждением свайными кустами с приемным оборудованием на две линии

минимальная стоимость в рублях за 1 шт.	1170
максимальная " "	1640

Водоприемники ряжевые (речные) с заброской камня и планировкой дна с приемным оборудованием на две линии

минимальная стоимость в рублях за 1 шт.	3580
максимальная " "	5820

6. Водоприемники камерные

Шпунтовые с приемным оборудованием на две линии:

минимальная стоимость в рублях за 1 шт.	3870
максимальная " "	5950

Ряжевые с размером 6,22×6,22×6 м (без металлического оборудования с планировкой дна и загрузкой камнями:

минимальная стоимость в рублях за 1 шт.	5850
максимальная " "	9360

7. Водоприемные колодцы железобетонные (без днища, оголовка и оборудования) с земляными работами в среднем грунте на 1 пог. м.

Внутренний диаметр колодца	Глубина в метрах			
	до 10		до 15	
	стоимость в рубл.		стоимость в рубл.	
	миним.	максим.	миним.	максим.
d=3 м	530	820	730	1090
d=4 м	700	1050	880	1430

Дополнительная стоимость днища, оголовка и оборудования трубопроводом и арматурой на 1 колодец.

Для колодца d=3 м		Для колодца d=4 м	
Стоимость в рублях		Стоимость в рублях	
миним.	максим.	миним.	максим.
6580	7950	7020	9790

8. Укладка стальных самотечных труб в водоеме на готовых свайных опорах или на дно водоема с планировкой дна за 1 пог. м.

Диаметры труб в мм	200	250	300
минимальная стоимость в рублях	38	44	54
максимальная " "	47	56	68

9. Устройство свайных опор для самотечных линий

минимальная стоимость в рублях	38
максимальная " "	60

10. Устройство ряжевых опор для самотечных линий. За 1 пог. м высоты опоры

минимальная стоимость в рублях	260
максимальная " "	415

11. Глиняные перемишки высотой до 3 м с выемкой грунта и загрузкой глиной за 1 пог. м

минимальная стоимость в рублях	70
максимальная " "	108

Насосные станции

Стоимость в рублях одного здания, прямоугольного на бутовом ленточном фундаменте

Количество агрегатов	2	3	4
Кирпичное здание	15450	18450	21150
Деревянное " "	10450	13300	15850

Стоимость оборудования (насосы с моторами на одном валу, трубы стальные и фасонные части)

Количество агрегатов	2	3	4
Стоимость в рублях	6825	10250	13650

Станции освещения и обезвреживания воды

Производительность в куб. м/сутки до	500	1 000	1 500	2 000	3 000
Строительные работы (фундаменты бутовые, ленточные. Стены кирпичные. Кровля рубероидная по железобетонному перекрытию. Фильтры загружены гравием и песком. Промывка центробежным насосом)	117 900	147 200	173 100	211 600	242 600

Оборудование (монтаж трубопроводов, фасонных частей, задвижек, аппаратуры, хлораторов Ремесницкого, насосов для промывки фильтров, бачков для реагентов) . . .

6 850 6 850 6 850 6 850 8 325

Отстойники горизонтальные с бутowymi стенками. Днище асфальтовое по щебенчатой подготовке. Стены бутовые. Кровля тесовая по деревянным стропилам с прокладкой толя

Производительность одного сооружения в куб. м/сутки	до 1 000	до 2 000	до 4 000
Стоимость в рублях без коагулянта	33 950	48 050	82 450
Стоимость в рублях с коагулянтам	—	44 700	68 100

Камеры реакции с кирпичными стенами (в сухих грунтах). Полы асфальтовые на щебенчатой подготовке. Кровля тесовая по деревянным стропилам. Камера заглублена в землю на высоту стен.

Производительность одного сооружения в куб. м/сутки	до 1 000	до 2 000	до 3 000	до 4 000
Стоимость в рублях	13 000	14 350	17 250	19 650

Для камер реакций в мокрых грунтах добавлять к стоимости камер в сухих грунтах.

Производительность одного сооружения в куб. м/сутки			
до 1000	до 2000	до 3000	до 4000
6975	9175	10900	12250

Резервуары для чистой воды и камеры переключения задвижек

Железобетонные круглые резервуары, заглубленные до половины высоты в землю. Основание из того же бетона. Днище, стены, и перекрытие железобетонные, оштукатуренные с железением

Емкость резервуара в куб. м до:										
50	75	100	150	200	250	300	400	500	600	1000
8675	10300	12000	15350	18400	22450	25550	31850	38100	43800	66300

Резервуары круглые кирпичные и бутовые. Основание щебеночное, днище асфальтовое. Стены оштукатуренные.

Емкость резервуаров в куб. м	до 150	до 200	до 300
Стоимость в рублях кирпичных резервуаров	14 700	22 000	27 550
Стоимость в рублях бутовых резервуаров	11 850	19 100	31 550

Камеры переключения задвижек. Стены бето-бетонные, перекрытие железобетонное ребристое.

Высота камеры	2,2—3,2 м
Объем камеры до	50 м³
Стоимость в рубл.	11500

Примечание: При устройстве камер в мокрых грунтах стоимость увеличивается на 15—20%.

Водонапорные башни

1. Железобетонные башни, фундаменты железобетонные, пол цементный, кровля — гольцементная, резервуар железобетонный

Емкость бака в м³	50		100		200		300		400	
Высота башни до низа бака в м	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Стоимость башни в рублях	51500	59425	59000	67600	72400	82250	88600	99400	102200	113500

2. Деревянные башни

Емкость бака в м³	до 50		до 100	
Высота башни до низа бака в м	20	25	20	25
Стоимость башни в рублях	26750	30100	31800	35500

Пневматические резервуары (вертикальные гидроаккумуляторы)

Емкость в м³	60				120			
Толщина наружной стенки резервуара в мм	8	10	12	14	10	12	14	20
Стоимость в рублях: минимальная	26400	28200	30100	32200	34500	37100	39200	46000
максимальная	30600	32500	34600	36800	39600	42400	44600	50600

Водопроводная сеть

Глубина в м	Стоимость укладки 100 пог. м труб в рублях									
	В сухих грунтах, при диаметре труб в мм							Для мокрых грунтов добавлять при диаметре труб в мм		
	100—150	200	250	300	350	400	500	до 200	до 350	до 450
1. Стальные трубы										
до 2	6575	7450	9150	10650	15750	29250	40450	3310	4180	4860
до 3	8275	9125	10800	12500	17750	31400	41850	5250	5975	7300
2. Чугунные трубы										
до 2	6725	8100	10200	12450	14250	17200	22950	3320	4110	4610
до 3	9100	10500	12550	14700	16500	19950	25300	5200	6000	7300

Колодцы на водопроводной сети

1. Смотровый колодец, кирпичный, круглой формы с внутренним диаметром 1 м. Глубина до низа трубы 3 м (без земляных работ)

	В сухом грунте	В мокром грунте
минимальная стоимость в рублях	230	300
максимальная " "	410	485

2. То же из бетонных колец

	В сухом грунте	В мокром грунте
минимальная стоимость в рублях	189	288
максимальная " "	238	327

Пожарные гидранты и водоразборные колонки

Установка одного подземного пожарного гидранта высотой 1,75 м с установкой фасонных частей и арматуры (в готовом колодце) 220 рублей
Водоразборная колонка. Сруб колонки из пластин 2560 "

Открытые пожарные резервуары в песчаных грунтах

Емкость в м³	до 150	до 250	до 500	до 700	до 1000
Стоимость одного резервуара в рублях	12300	18200	28700	38550	48750

Стоимость наружной канализации

Сеть

1. Керамические трубы

Укладка труб с земляными работами, устройством оснований и колодцев

Глубина заложения лотка трубы в м	Стоимость укладки 100 пог. м труб в рублях											
	Диаметры труб в мм											
	150		200		250		300		350		400	
	грунт сухой	грунт мокрый	грунт сухой	грунт мокрый	грунт сухой	грунт мокрый	грунт сухой	грунт мокрый	грунт сухой	грунт мокрый	грунт сухой	грунт мокрый
до 2,0	5850	12150	6875	13200	8425	15050	4575	16300	10900	17300	13350	19900
до 3,75	7745	16500	8850	17500	10500	19800	11700	20950	13150	22450	14100	25300
до 5,0	11450	22100	12500	23200	14400	25450	15550	26750	16900	28250	18950	31850

2. Деревянные трубы

Глубина заложения лотка трубы в м	Стоимость укладки 100 пог. м труб в рублях											
	Сечение труб в мм											
	150 × 150		200 × 200		250 × 250		300 × 300		450 × 450		600 × 600	
	грунт сухой	грунт мокрый	грунт сухой	грунт мокрый	грунт сухой	грунт мокрый	грунт сухой	грунт мокрый	грунт сухой	грунт мокрый	грунт сухой	грунт мокрый
до 2,5	5775	99 0	6175	11350	6775	11750	7875	13300	9900	16100	12400	23300
до 3,75	6800	13550	7900	15100	8325	15600	9825	18050	11800	20600	14750	27800

Смотровые колодцы

Диаметр равен 1,0 м из бетонных колец (без земляных работ)

Глубина заложения до низа лотка	до 2 м	до 3 м	до 5 м
минимальная стоимость в рублях	200	240	290
максимальная " "	290	350	410

Насосные станции перекачки

Оборудование и строительная часть.

Производительность в м³/сутки до	500	1000	2000
В сухом грунте по оборудованию	7650	7650	7775
по строительству	54800	60200	63400
В мокром грунте дополнительно по оборудованию	27250	29980	39000
по строительству	82500	90150	107400

Очистные сооружения

1. Песколовки (стоимость дана в рублях на 100 м³ полезного объема).

Прямоточные с шатром емкостью	15 м³	228600
Системы Строганова с шатром	20 м³	117700
С круговым потоком без шатра	до 30 м³	45650

2. Отстойники вертикальные железобетонные с бетонной подготовкой под основание для легких грунтов и бутовой подготовкой для средних и тяжелых грунтов (стоимость дана на 100 куб. м полезного объема)

Емкость отстойников в куб. м	до 100	до 150	до 200	до 300 и более
Грунты средние и тяжелые	6475	5000	4020	3630
Грунты легкие	11900	9375	8175	7525

3. Двухъярусные отстойники железобетонные одиночные (стоимости даны на одно сооружение)

Диаметры колодцев в м	6	6	7	7	8	8
Глубина „ до	8,5	10,0	9,0	10,5	9,5	11,0
Стоимость в рублях (для сухих грунтов)	19300	23200	25700	32550	34600	41450
Для мокрых грунтов дополнительно	9850	12350	14300	18550	21950	25350

4. Двухъярусные отстойники железобетонные спаренные (стоимости даны на 100 м³ объема)

Полезная емкость двух колодцев в м³ до	150	250	400	500	более 500
Стоимость в рублях	8000	6500	5875	4910	4375

5. Биологические фильтры, круглые с оросителем системы „Фиддиана“. Фундамент кирпичный (стоимости даны на 100 м³ загрузки)

Объем загрузки в м³ до	100	300	более 300
Стоимость в рублях	10550	8300	7425

6. Биологические фильтры прямоугольные с sprinkлерным распределением воды (стоимости даны на 100 м³ загрузки)

Объем загрузки в м³ до	500	1000	более 1000
Стоимость в рублях	7875	7075	6600

7. Поля фильтрации и поля орошения в зависимости от количества земляных работ и системы дренажа (канавы или трубы) с устройством валов и разводящих лотков с задвижками за 1 га площади полей от 6000 до 12000 рублей.

8. Иловые площадки. Размер одной карты 6,0×3,0. Высота вала 1,0 м, откосы одинарные. Постель из песка, илака и гравия. Разводящие лотки и дренажные трубы—деревянные. Колодцы размером 1,0×1,0 м из пластин (стоимости даны на одно сооружение)

Количество карт	2	3	4	6	8	12
Стоимость в рублях	1620	2270	2630	3860	4920	7275

9. Выпуски. Предусмотрены три типа выпусков:

- I—без оголовка с каменной отмосткой;
- II—с бутовым оголовком (кладка на растворе);
- III—с деревянным оголовком из пластин на сваях.

Сечение выпусков в мм	200×200			250×400		
Тип выпуска	I	II	III	I	II	III
Стоимость в рублях на одно сооружение	130	750	315	130	770	350

Лотки

Предусмотрены открытые лотки трех типов:

1. Кирпичные на щебеночной подушке. Внутренняя поверхность лотков оштукатурена.

2. Деревянные из пластин и дощатых рам, с конопаткой и осмолкой на 2 раза.

3. Мошеные на песчаной подушке, укладываются на слое мягкой глины (стоимости даны на 100 пог. м лотков).

Сечение лотка в м²	0,1	0,2	0,35
Стоимость кирпичных лотков в рублях	3380	4490	5350
Стоимость деревянных лотков в рублях	2340	3270	4200
Стоимость мошечных лотков в рублях	2400	3360	4120

Выгребы

Выгреб рубленый из бревен с глиняным замком и отмосткой из булыжного камня

Емкость в м³	5	10	15	20
Стоимость в рублях (на 1 выгреб)	1870	2170	3150	4540

Приложение 2

Нормы водопотребления для проектирования водоснабжения (Утвержденные ГЛАВСКУ МВС в 1947 г.)

1. Область применения

Настоящие нормы вводятся взамен норм водопотребления, напечатанных в разделе III инструкции по проектированию водоснабжения военных городков, изданной в 1939 г., и в условиях военного времени, изданной в 1943 году. Эти нормы обязательны для применения всеми проектными организациями системы ГлавСКУ МВС.

II. Нормы водопотребления

При проектировании вновь, а также расширении или реконструкции существующих водопроводов военных городков, складов и аэродромов принимаются следующие нормы потребления воды на хозяйственно-бытовые нужды в сутки:

A. Неканализованные и частично канализованные объекты

1) В жилищах:	
на умывание	6 л
на содержание жилища в чистоте	6 л

Всего на одного живущего . . . 12 л

2) В столовых:	
на питье	3 л
на приготовление пищи, обработку продуктов, мытье посуды и пр.	12 л
Всего на одного столоującego	15 л
3) В бане, считая на одного пользующегося 125 л и 3 посещения бани в месяц при 25 сменных днях, в среднем на одного человека в сутки	$\frac{125 \cdot 3}{25} = 15$ л
4) В прачечной, считая ручную стирку с расходом 35 л на 1 кг сухого белья и 8 кг белья на человека в месяц при 25 прачечных днях, на одного человека в сутки	$\frac{35 \cdot 0,8}{25} = 1,1$ л
5) В лазарете, считая на одну койку 250 л в сутки при 20% коек от числа жителей, на одного человека в сутки	$\frac{250 \cdot 2}{100} = 5$ л
6) В хлебопекарне на одного человека	2 л
Всего	60 л

Б. Канализованные объекты

1) В жилищах:	
на умывание	11 л
на содержание жилища в чистоте	9 л
на промывку уборных	15 л
Всего на одного живущего	35 л
2) В столовых:	
на питье	3 л
на приготовление пищи, обработку продуктов, мытье посуды и прочее	18 л
Всего на 1 столоującego	21 л
3) В бане, считая на одного пользующегося 150 л и 3 посещения бани в месяц, при 25 банных днях, в среднем на одного человека в сутки	$\frac{150 \cdot 3}{25} = 18$ л
4) В прачечной, считая механизированную стирку с расходом 60 л на 1 кг сухого белья и 8 кг белья на человека в месяц при 25 прачечных днях, на одного человека в сутки	$\frac{60 \cdot 8}{25} = 19,2$ л
5) В лазарете, пункте медпомощи, считая на одну койку 250 л в сутки, при 20% коек от числа жителей, на одного человека в сутки	$\frac{250 \cdot 2}{100} = 5$ л
6) В хлебопекарне на одного человека	2 л
Всего	100 л

Кроме того дополнительно:

1) В мастерских на одного рабочего	25—35 л
2) В канцеляриях и штабах на 1 служащего	6 "
3) В учебных заведениях на 1 курсанта	12 "
4) В клубах на 1 зрительное место	6 "
5) В амбулаториях на 1 посетителя	12 "
6) В казармах на мытье ног в канализованных объектах	6 "
7) " " в неканализованных объектах	4 "

8) На 1-ванну в лазарете, госпитале	300 "
9) На 1 душ для рабочих на 1 пользующегося	40 "
10) В детсадах и дет. яслях на 1 ребенка	75 "
11) На 1 лошадь или голову крупного рогатого скота	60 "
12) На голову мелкого скота	15 "
13) На поливку газонов на 1 кв. м	2 "

Примечание: 1. Для войск ВВС и мото-мех. частей считать 4 посещения бани в месяц и норму стирки белья 12 кг на человека в месяц.

2. В южных округах принимать дополнительно расход воды на 1 красноармейца, на гигиенический душ для канализованных объектов 15 л для неканализованных объектов 10 л

Дополнительные данные и указания

1. При пректировании водоснабжения лагерей принимаются нормы потребления воды на 1 человека в сутки по п. 1. А* с исключением в каждом отдельном случае, в зависимости от местных условий, тех или иных единичных норм (напр., потребность на баню, прачечную, на лазарет и т. д.).

2. При определении норм расхода воды для технических нужд пользоваться указаниями довольствующего управления.

Вообще же можно принимать в сутки:

В гаражах на 1 легк. автомобиль (мойка и заправка)	400 л
То же на 1 грузовой автомобиль (мойка и заправка)	600 л
На 1 трактор	500 л
На 1 танк (заправка)	100 л
На 1 танк (мойка)	500—1000 л
На мастерскую на 1 трактор	1500 л
На мастерскую на 1 автомашину	700 л
На дизель на 1 л. с.	15 л
На охлаждение нефтяных двигателей на 1 л. с. ч.	25 л
На охлаждение газовых двигателей на 1 л. с. ч.	30—40 л
На паровой котел на 1 м ² поверхности нагрева в час	25 л

3. Указанные в пункте 1 валовые нормы 60—100 л на одного человека в сутки принимаются лишь для предварительного подсчета среднесуточного расхода.

4. Максимальное суточное количество подаваемой водопроводом воды получается от умножения максимальной цифры людского состава, лошадей, транспорта и пр. на указанные выше единичные нормы. Умножение следует производить для каждого строения отдельно, а затем суммировать. При вычислении максимального суточного количества воды для бань и прачечных следует принимать действительное число дней работы в месяц.

5. Коэффициенты суточной неравномерности не учитываются, часовые коэффициенты неравномерности принимаются:

для неканализованных городков и частично канализованных	2,2
для канализованных городков	1,0

6. Расчетные нормы подачи воды на пожар принимаются:

для военных городков, складов и постоянных лагерей с каменными зданиями	10 л/сек
для тех же объектов с деревянными и смешанными зданиями	20 л/сек
для аэродромов, школ ВВС	30 л/сек

7. Расчет сети ведется на один пожар с подачей на него всего указанного расчетного количества воды при одновременном среднесуточном расходе, с включением технического расхода.

8. Пожар предполагается в наиболее неблагоприятной и наиболее удаленной или возвышенной точке. При наличии в объекте нескольких точек проверочный расчет должен быть сделан для каждой точки отдельно.

9. Продолжительность пожара принимается равной 2 часам. На аэродромах и производственных объектах (склад типа-1)—3 часам.

Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб

Таблицы составлены проф. Генцевым Н. Н. по формуле Маннинга с коэффициентом шероховатости $n=0,012$. В таблице расходы q выражены в л/сек; диаметры d — в мм; скорости v — в м/сек; потери напора i в м на 100 м длины трубопровода

d	100 мм		125 мм		150 мм		175 мм		200 мм		250 мм	
	100 л	v	100 л	v	100 л	v	100 л	v	100 л	v	100 л	v
0,25	0,00200	0,03										
0,50	0,00799	0,06	0,00243	0,04								
0,75	0,0179	0,10	0,00547	0,06								
1,00	0,0320	0,13	0,00973	0,08	0,00367	0,06						
1,25	0,0499	0,16	0,0152	0,10	0,00547	0,07						
1,50	0,0720	0,19	0,0219	0,12	0,00827	0,08						
1,75	0,0979	0,22	0,0298	0,14	0,0113	0,10	0,00497	0,07				
2,00	0,128	0,25	0,0389	0,16	0,0147	0,11	0,00646	0,08				
2,25	0,162	0,29	0,0492	0,18	0,0186	0,13	0,00819	0,09				
2,50	0,200	0,32	0,0608	0,20	0,0229	0,14	0,0102	0,10				
2,75	0,241	0,35	0,0736	0,22	0,0278	0,16	0,0122	0,11	0,00598	0,09		
3,00	0,288	0,38	0,0876	0,24	0,0331	0,17	0,0146	0,12	0,00712	0,10		
3,25	0,337	0,41	0,1030	0,26	0,0388	0,18	0,0171	0,13	0,00835	0,10		
3,50	0,392	0,45	0,1190	0,29	0,0450	0,20	0,0199	0,14	0,0096	0,11		
3,75	0,449	0,48	0,1370	0,31	0,051	0,21	0,0223	0,16	0,0111	0,12		
4,00	0,511	0,51	0,1568	0,33	0,0583	0,23	0,0258	0,17	0,0125	0,13	0,00602	0,10
4,25	0,577	0,54	0,1760	0,35	0,0664	0,24	0,0291	0,18	0,0143	0,14	0,00727	0,11
4,50	0,647	0,57	0,1970	0,37	0,0744	0,25	0,0327	0,19	0,0160	0,14		
4,75	0,721	0,60	0,2190	0,39	0,0829	0,27	0,0365	0,20	0,0176	0,15		
5,00	0,799	0,64	0,2430	0,41	0,0919	0,28	0,0405	0,21	0,0198	0,16		
5,50	0,967	0,70	0,2940	0,45	0,1120	0,31	0,0489	0,23	0,0239	0,18		
6,00	1,150	0,76	0,3500	0,49	0,1320	0,34	0,0582	0,25	0,0285	0,19	0,00864	0,12
6,50	1,350	0,83	0,4110	0,53	0,1550	0,37	0,0683	0,27	0,0334	0,21	0,00957	0,13
7,00	1,570	0,89	0,4770	0,57	0,1800	0,40	0,0792	0,29	0,0388	0,22	0,0118	0,14
7,50	1,790	0,96	0,5470	0,61	0,2070	0,42	0,0910	0,31	0,0445	0,24	0,0136	0,15
8,00	2,040	1,02	0,6230	0,65	0,2350	0,45	0,1030	0,33	0,0506	0,25	0,0153	0,16
8,50	2,280	1,08	0,7030	0,69	0,2660	0,48	0,1170	0,35	0,0572	0,27	0,0173	0,17
9,00	2,590	1,15	0,7880	0,73	0,2980	0,51	0,1310	0,37	0,0641	0,29	0,0195	0,18
9,50	2,880	1,21	0,8780	0,77	0,3320	0,54	0,1460	0,39	0,0713	0,30	0,0218	0,19
10,00	3,200	1,27	0,9730	0,81	0,3670	0,57	0,1620	0,42	0,0781	0,32	0,0241	0,20
10,5	3,530	1,34	1,070	0,86	0,4060	0,59	0,1790	0,44	0,0874	0,33	0,0265	0,21
11,0	3,870	1,40	1,180	0,90	0,4450	0,62	0,1960	0,46	0,0960	0,35	0,0291	0,22
11,5	4,220	1,47	1,290	0,94	0,4960	0,65	0,2130	0,48	0,1050	0,37	0,0319	0,23
12,0	4,600	1,53	1,400	0,98	0,5290	0,68	0,2330	0,50	0,1140	0,38	0,0347	0,24
12,5	4,990	1,59	1,520	1,02	0,5740	0,71	0,2530	0,52	0,1240	0,40	0,0377	0,25
13,0	5,400	1,66	1,640	1,06	0,6210	0,74	0,2720	0,54	0,1340	0,41	0,0407	0,26
13,5	5,820	1,72	1,770	1,10	0,6700	0,76	0,2960	0,56	0,1440	0,43	0,0439	0,28
14,0	6,260	1,78	1,910	1,14	0,7210	0,79	0,3180	0,58	0,1550	0,45	0,0472	0,29
14,5	6,720	1,85	2,050	1,18	0,7730	0,82	0,3400	0,60	0,1660	0,46	0,0506	0,30
15,0	7,190	1,91	2,190	1,22	0,8270	0,85	0,3640	0,62	0,1770	0,48	0,0542	0,31

q	d	100 M _M		125 M _M		150 M _M		175 M _M		200 M _M		250 M _M		300 M _M	
		100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v
15.5		7.67	1.98	2.34	1.26	0.883	0.88	0.388	0.64	0.189	0.49	0.0578	0.32	0.0216	0.22
16.0		8.17	2.04	2.49	1.30	0.941	0.91	0.414	0.67	0.202	0.51	0.0616	0.33	0.0231	0.23
16.5		8.68	2.10	2.65	1.34	1.000	0.93	0.440	0.69	0.215	0.52	0.0655	0.34	0.0245	0.23
17.0		9.23	2.17	2.81	1.38	1.060	0.96	0.467	0.71	0.228	0.54	0.0695	0.35	0.0260	0.24
17.5		9.79	2.23	2.98	1.43	1.120	0.99	0.495	0.73	0.242	0.56	0.0737	0.36	0.0268	0.25
18.0		10.31	2.29	3.15	1.47	1.200	1.02	0.525	0.75	0.257	0.57	0.0779	0.37	0.0291	0.25
18.5		10.92	2.36	3.33	1.51	1.250	1.05	0.554	0.77	0.271	0.59	0.0824	0.38	0.0308	0.26
19.0		11.52	2.42	3.51	1.55	1.320	1.08	0.584	0.79	0.286	0.60	0.0872	0.39	0.0325	0.27
19.5		12.20	2.49	3.70	1.59	1.390	1.10	0.615	0.81	0.301	0.62	0.0920	0.40	0.0342	0.28
20.0		12.80	2.55	3.89	1.63	1.470	1.13	0.647	0.83	0.318	0.64	0.0958	0.41	0.0360	0.28
20.5		13.40	2.61	4.09	1.67	1.550	1.16	0.680	0.85	0.332	0.65	0.1010	0.42	0.0379	0.29
21.0		14.10	2.68	4.29	1.71	1.630	1.19	0.713	0.87	0.348	0.67	0.1060	0.43	0.0398	0.30
21.5		14.70	2.74	4.50	1.74	1.710	1.22	0.747	0.89	0.366	0.68	0.1110	0.44	0.0415	0.30
22.0		15.50	2.80	4.71	1.79	1.790	1.25	0.782	0.91	0.383	0.70	0.1170	0.45	0.0436	0.31
22.5		16.20	2.87	4.98	1.83	1.860	1.27	0.818	0.94	0.400	0.72	0.1220	0.46	0.0457	0.32
23.0		16.90	2.93	5.14	1.87	1.940	1.30	0.855	0.96	0.419	0.73	0.1270	0.47	0.0477	0.33
23.5		17.60	3.00	5.37	1.92	2.030	1.33	0.893	0.98	0.437	0.75	0.1320	0.48	0.0498	0.33
24.0		—	—	5.60	1.96	2.120	1.36	0.931	1.00	0.456	0.76	0.1380	0.49	0.0519	0.34

q	d	100 M _M		125 M _M		150 M _M		175 M _M		200 M _M		250 M _M		300 M _M	
		100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v
24.5		—	—	5.84	2.00	2.200	1.39	0.970	1.02	0.475	0.78	0.145	0.50	0.0563	0.35
25.0		—	—	6.08	2.04	2.290	1.42	0.020	1.04	0.494	0.79	0.150	0.51	0.0586	0.36
25.5		—	—	6.32	2.08	2.390	1.44	1.050	1.06	0.514	0.81	0.156	0.52	0.0600	0.37
26.0		—	—	6.56	2.12	2.490	1.47	1.090	1.08	0.534	0.83	0.162	0.53	0.0631	0.38
26.5		—	—	6.81	2.16	2.590	1.50	1.130	1.10	0.555	0.84	0.168	0.54	0.0655	0.38
27.0		—	—	7.07	2.20	2.690	1.53	1.170	1.12	0.576	0.86	0.175	0.55	0.0680	0.39
27.5		—	—	7.34	2.24	2.780	1.56	1.220	1.14	0.592	0.87	0.181	0.56	0.0705	0.40
28.0		—	—	7.61	2.28	2.880	1.59	1.270	1.16	0.620	0.89	0.188	0.57	0.0731	0.40
28.5		—	—	7.89	2.32	2.990	1.61	1.320	1.18	0.642	0.91	0.192	0.58	0.0757	0.41
29.0		—	—	8.18	2.36	3.100	1.64	1.360	1.20	0.665	0.92	0.202	0.59	0.0784	0.42
29.5		—	—	8.47	2.40	3.200	1.67	1.410	1.22	0.688	0.94	0.209	0.60	0.0811	0.43
30.0		—	—	8.76	2.45	3.310	1.70	1.460	1.24	0.712	0.96	0.217	0.61	0.0867	0.44
31.0		—	—	9.34	2.53	3.540	1.76	1.550	1.28	0.760	0.99	0.232	0.63	0.0923	0.45
32.0		—	—	9.93	2.61	3.680	1.81	1.650	1.32	0.810	1.02	0.245	0.65	0.0982	0.47
33.0		—	—	10.60	2.69	4.000	1.87	1.760	1.37	0.861	1.05	0.262	0.67	0.104	0.48
34.0		—	—	11.20	2.77	4.250	2.03	1.870	1.41	0.920	1.08	0.278	0.69	0.110	0.50
35.0		—	—	11.90	2.86	4.500	1.98	1.980	1.45	0.970	1.11	0.295	0.71	0.116	0.51
36.0		—	—	12.60	2.94	4.750	2.04	2.100	1.49	1.030	1.15	0.312	0.73	0.123	0.52
37.0		—	—	13.30	3.02	5.020	2.10	2.210	1.53	1.080	1.18	0.329	0.75	0.130	0.54
38.0		—	—	—	—	5.290	2.15	2.330	1.58	1.140	1.21	0.347	0.77	0.137	0.55
39.0		—	—	—	—	5.580	2.21	2.450	1.62	1.200	1.24	0.366	0.79	0.144	0.57
40.0		—	—	—	—	5.880	2.27	2.580	1.66	1.260	1.27	0.385	0.81	—	—

d q	150 MM		175 MM		200 MM		250 MM		300 MM		350 MM		400 MM	
	100 i		100 i		100 i		100 i		100 i		100 i		100 i	
	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
41	6,17	2,32	2,71	1,70	1,33	1,30	0,404	0,83	0,153	0,58	0,0678	0,43	0,0330	0,33
42	6,58	2,38	2,85	1,74	1,39	1,34	0,424	0,86	0,161	0,59	0,0712	0,44	0,0346	0,34
43	6,78	2,44	2,99	1,78	1,44	1,37	0,445	0,88	0,168	0,61	0,0746	0,45	0,0369	0,34
44	7,10	2,49	3,13	1,82	1,52	1,40	0,466	0,90	0,176	0,62	0,0781	0,46	0,0380	0,35
45	7,43	2,55	3,27	1,87	1,60	1,43	0,487	0,92	0,184	0,64	0,0811	0,47	0,0397	0,36
46	7,76	2,61	3,42	1,91	1,67	1,46	0,508	0,94	0,193	0,65	0,0856	0,48	0,0415	0,37
47	8,11	2,66	3,57	1,95	1,75	1,49	0,531	0,96	0,202	0,66	0,0881	0,49	0,0433	0,37
48	8,47	2,72	3,72	1,99	1,82	1,53	0,555	0,98	0,210	0,68	0,0928	0,50	0,0453	0,38
49	8,82	2,78	3,88	2,03	1,89	1,56	0,578	1,00	0,219	0,69	0,0968	0,51	0,0472	0,39
50	9,16	2,83	4,04	2,07	1,97	1,59	0,601	1,02	0,228	0,71	0,101	0,52	0,0491	0,40
52	9,90	2,94	4,37	2,16	2,14	1,65	0,651	1,06	0,243	0,74	0,109	0,54	0,0532	0,41
54	—	—	4,71	2,24	2,30	1,72	0,702	1,10	0,263	0,76	0,118	0,56	0,0573	0,43
56	—	—	5,07	2,32	2,47	1,78	0,754	1,14	0,282	0,79	0,126	0,58	0,0616	0,45
58	—	—	5,44	2,40	2,66	1,84	0,810	1,18	0,302	0,82	0,136	0,60	0,0661	0,46
60	—	—	5,83	2,49	2,84	1,91	0,864	1,22	0,323	0,85	0,146	0,62	0,0699	0,48
62	—	—	6,21	2,57	3,04	1,97	0,924	1,26	0,345	0,88	0,155	0,64	0,0735	0,49
64	—	—	6,62	2,65	3,24	2,03	0,984	1,30	0,368	0,91	0,166	0,67	0,0804	0,51
66	—	—	7,04	2,73	3,44	2,10	1,040	1,34	0,391	0,93	0,176	0,69	0,0858	0,53
68	—	—	7,47	2,82	3,66	2,16	1,110	1,38	0,416	0,96	0,187	0,71	0,0912	0,54
70	—	—	7,92	2,90	3,88	2,22	1,170	1,43	0,440	0,99	0,198	0,73	0,0965	0,56
72	—	—	8,37	2,99	4,10	2,29	1,240	1,47	0,466	1,02	0,210	0,75	0,102	0,57
74	—	—	—	—	4,33	2,35	1,320	1,51	0,492	1,05	0,222	0,77	0,107	0,59
76	—	—	—	—	4,57	2,42	1,390	1,55	0,519	1,07	0,233	0,79	0,113	0,61
78	—	—	—	—	4,81	2,48	1,470	1,59	0,546	1,10	0,246	0,81	0,119	0,62
80	—	—	—	—	5,06	2,54	1,540	1,63	0,574	1,13	0,258	0,83	0,126	0,64

d q	200 MM		250 MM		300 MM		350 MM		400 MM		450 MM		500 MM	
	v		v		v		v		v		v		v	
	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v
82	5,31	2,61	1,62	1,67	1,16	0,603	0,271	0,85	0,132	0,65	0,0703	0,51	0,0402	0,42
84	5,58	2,67	1,70	1,71	1,19	0,633	0,285	0,87	0,139	0,67	0,0738	0,53	0,0422	0,43
86	5,85	2,74	1,78	1,75	1,22	0,663	0,298	0,89	0,145	0,68	0,0772	0,54	0,0441	0,44
88	6,12	2,80	1,87	1,79	1,25	0,695	0,313	0,92	0,152	0,70	0,0809	0,55	0,0463	0,45
90	6,41	2,86	1,95	1,83	1,27	0,728	0,328	0,94	0,159	0,72	0,0846	0,56	0,0484	0,46
92	6,69	2,93	2,04	1,87	1,30	0,761	0,342	0,96	0,166	0,73	0,0890	0,58	0,0506	0,47
94	6,98	2,99	2,12	1,91	1,33	0,795	0,356	0,98	0,174	0,75	0,0927	0,59	0,0528	0,48
96	—	—	2,22	1,95	1,36	0,834	0,372	1,00	0,181	0,76	0,0965	0,60	0,0551	0,49
98	—	—	2,31	2,00	1,39	0,867	0,388	1,02	0,188	0,78	0,101	0,61	0,0574	0,50
100	—	—	2,41	2,04	1,42	0,900	0,404	1,04	0,196	0,80	0,104	0,63	0,0598	0,51
104	—	—	2,60	2,12	1,47	0,974	0,437	1,08	0,212	0,83	0,113	0,65	0,0648	0,53
108	—	—	2,81	2,20	1,53	1,050	0,471	1,12	0,229	0,86	0,122	0,68	0,0697	0,55
112	—	—	3,02	2,28	1,58	1,130	0,506	1,17	0,246	0,90	0,131	0,70	0,0750	0,57
116	—	—	3,24	2,36	1,64	1,210	0,541	1,21	0,264	0,93	0,141	0,73	0,0807	0,59
120	—	—	3,46	2,45	1,70	1,290	0,582	1,25	0,283	0,96	0,151	0,75	0,0858	0,61
124	—	—	3,70	2,53	1,75	1,380	0,621	1,29	0,302	0,99	0,161	0,78	0,0915	0,63
128	—	—	3,94	2,61	1,81	1,470	0,662	1,33	0,322	1,02	0,172	0,80	0,0980	0,65
132	—	—	4,19	2,69	1,87	1,560	0,703	1,37	0,342	1,05	0,182	0,83	0,104	0,67
136	—	—	4,45	2,77	1,92	1,670	0,746	1,42	0,362	1,08	0,194	0,85	0,110	0,69
140	—	—	4,72	2,89	1,98	1,770	0,791	1,46	0,388	1,12	0,205	0,88	0,117	0,71

d q	250 мм		300 мм		350 мм		400 мм		450 мм		500 мм		600 мм	
	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v
144	4,99	2,94	1,87	2,04	0,840	1,50	0,407	1,15	0,217	0,91	0,124	0,73	0,0468	0,51
148	5,27	3,02	1,97	2,09	0,888	1,54	0,430	1,18	0,230	0,93	0,131	0,75	0,0495	0,53
152	—	—	2,09	2,15	0,936	1,58	0,453	1,21	0,242	0,95	0,139	0,78	0,0523	0,54
156	—	—	2,19	2,21	0,984	1,62	0,478	1,24	0,255	0,98	0,146	0,80	0,0550	0,56
160	—	—	2,31	2,26	1,030	1,66	0,502	1,28	0,269	1,01	0,153	0,82	0,0579	0,57
164	—	—	2,42	2,32	1,080	1,71	0,518	1,31	0,282	1,03	0,161	0,84	0,0609	0,58
168	—	—	2,54	2,38	1,150	1,75	0,554	1,34	0,296	1,06	0,169	0,86	0,0639	0,60
172	—	—	2,67	2,43	1,190	1,79	0,581	1,37	0,310	1,08	0,177	0,88	0,0669	0,61
176	—	—	2,79	2,49	1,250	2,83	0,608	1,40	0,325	1,11	0,185	0,90	0,0700	0,63
180	—	—	2,91	2,55	1,300	1,87	0,636	1,44	0,340	1,13	0,194	0,92	0,0732	0,64
184	—	—	3,04	2,60	1,370	1,91	0,665	1,47	0,355	1,16	0,202	0,94	0,0765	0,66
188	—	—	3,18	2,66	1,430	1,95	0,694	1,50	0,371	1,18	0,211	0,96	0,0799	0,67
192	—	—	3,32	2,72	1,490	2,00	0,724	1,53	0,386	1,21	0,221	0,98	0,834	0,68
196	—	—	3,46	2,77	1,550	2,04	0,754	1,56	0,403	1,23	0,230	1,00	0,0869	0,70
200	—	—	3,60	2,83	1,620	2,08	0,789	1,60	0,420	1,26	0,239	1,02	0,0904	0,71

d q	300 мм		350 мм		400 мм		450 мм		500 мм		600 мм		700 мм	
	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v	100 i	v
205	3,78	2,90	1,69	2,13	0,827	1,63	0,441	1,29	0,253	1,04	0,0950	0,72	0,0417	0,53
210	3,96	2,97	1,77	2,18	0,866	1,67	0,464	1,32	0,264	1,06	0,0937	0,74	0,0438	0,55
215	—	—	1,85	2,24	0,906	1,71	0,484	1,35	0,276	1,10	0,1043	0,76	0,0459	0,56
220	—	—	1,94	2,29	0,951	1,75	0,507	1,38	0,289	1,12	0,109	0,78	0,0481	0,57
225	—	—	2,03	2,34	0,995	1,79	0,531	1,41	0,302	1,15	0,114	0,79	0,0503	0,59
230	—	—	2,12	2,39	1,040	1,83	0,555	1,45	0,316	1,17	0,120	0,81	0,0525	0,60
235	—	—	2,21	2,44	1,080	1,87	0,579	1,48	0,330	1,20	0,125	0,83	0,0548	0,61
240	—	—	2,31	2,50	1,13	1,91	0,604	1,51	0,344	1,22	0,130	0,85	0,0572	0,62
245	—	—	2,42	2,55	1,18	1,95	0,630	1,54	0,359	1,25	0,136	0,86	0,0595	0,64
250	—	—	2,50	2,60	1,23	1,99	0,655	1,57	0,374	1,27	0,141	0,88	0,0621	0,65
260	—	—	2,73	2,70	1,33	2,07	0,709	1,63	0,404	1,32	0,153	0,92	0,0671	0,68
270	—	—	—	—	1,43	2,15	0,764	1,70	0,436	1,38	0,165	0,95	0,0724	0,70
280	—	—	—	—	1,54	2,23	0,822	1,76	0,469	1,43	0,177	0,99	0,0779	0,73
290	—	—	—	—	1,64	2,31	0,883	1,82	0,502	1,48	0,190	1,03	0,0835	0,75
300	—	—	—	—	1,77	2,39	0,943	1,88	0,538	1,53	0,203	1,06	0,0894	0,78

Таблицы составлены инж. Г. Л. Зак по формуле Маннинга с коэффициентом
Круглое сечение

Запол- нение <i>H</i>	У к л о н ы									
	6		7		8		9		10	
	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>
0,10	0,25	0,27	0,27	0,29	0,29	0,31	0,30	0,33	0,32	0,35
0,15	0,57	0,35	0,61	0,37	0,66	0,40	0,70	0,42	0,74	0,45
0,20	1,03	0,41	1,11	0,44	1,19	0,47	1,26	0,50	1,34	0,53
0,25	1,59	0,46	1,72	0,50	1,84	0,54	1,95	0,57	2,05	0,60
0,30	2,30	0,52	2,48	0,55	2,66	0,60	2,81	0,63	2,97	0,67
0,35	3,04	0,56	3,29	0,60	3,52	0,65	3,74	0,68	3,94	0,71
0,40	3,95	0,60	4,26	0,65	4,57	0,70	4,84	0,74	5,24	0,78
0,45	4,94	0,64	5,31	0,69	5,69	0,74	6,03	0,78	6,37	0,82
0,50	5,92	0,67	6,40	0,72	6,82	0,77	7,23	0,82	7,62	0,86
0,55	6,97	0,70	7,49	0,75	8,02	0,81	8,48	0,85	8,96	0,90
0,60	7,86	0,72	8,50	0,77	9,08	0,83	9,63	0,87	10,18	0,92
0,65	8,94	0,74	9,64	0,79	10,32	0,85	10,95	0,90	11,54	0,96
0,70	9,89	0,75	10,70	0,81	11,44	0,87	12,12	0,92	12,78	0,97
0,75	10,80	0,76	11,68	0,82	12,50	0,88	13,25	0,93	13,95	0,98
0,80	11,41	0,76	12,47	0,82	13,34	0,88	14,12	0,93	14,91	0,98
0,85	12,15	0,76	13,14	0,82	14,02	0,88	14,90	0,93	15,68	0,9
0,90	12,60	0,75	13,61	0,81	14,55	0,87	15,43	0,92	16,28	0,97
0,95	12,71	0,73	13,74	0,79	14,65	0,84	15,64	0,90	16,49	0,94
1,00	11,84	0,67	12,80	0,72	13,64	0,77	14,46	0,82	15,24	0,86

расчета канализационных труб

коэффициента $n=0,013$; расходы Q выражены в л/сек, скорости v — в м/сек
диаметр 150 мм (6")

Запол- нение <i>H</i>	У к л о н ы									
	20		30		40		60		80	
	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>
0,10	0,45	0,49	0,55	0,60	0,64	0,69	0,78	0,85	0,90	0,98
0,15	1,04	0,63	1,28	0,77	1,48	0,89	1,81	1,09	2,10	1,26
0,20	1,88	0,75	2,31	0,92	2,66	1,06	3,26	1,30	3,78	1,50
0,25	2,90	0,85	3,55	1,04	4,10	1,20	5,01	1,46	5,80	1,70
0,30	4,20	0,94	5,15	1,16	5,95	1,34	7,29	1,64	8,40	1,89
0,35	5,50	1,01	6,75	1,23	7,85	1,43	9,63	1,75	11,10	2,02
0,40	7,20	1,09	8,80	1,34	10,20	1,56	12,48	1,90	14,42	2,20
0,45	9,00	1,16	11,06	1,43	12,75	1,65	15,65	2,02	18,00	2,33
0,50	10,70	1,21	13,18	1,49	15,24	1,72	18,60	2,11	21,60	2,44
0,55	12,63	1,27	15,52	1,56	17,92	1,80	21,90	2,20	25,40	2,55
0,60	14,44	1,31	17,65	1,60	20,41	1,85	25,00	2,26	29,00	2,62
0,65	16,30	1,34	19,95	1,64	23,07	1,90	28,20	2,32	32,60	2,69
0,70	18,09	1,37	22,10	1,67	25,53	1,94	31,59	2,37	36,30	2,73
0,75	19,71	1,38	24,30	1,70	27,90	1,96	34,20	2,40	39,50	2,77
0,80	21,10	1,39	25,81	1,70	29,80	1,97	36,60	2,41	42,20	2,78
0,85	22,18	1,38	27,17	1,69	31,40	1,96	38,44	2,40	44,40	2,77
0,90	23,00	1,37	28,20	1,68	32,60	1,94	39,90	2,38	46,12	2,75
0,95	23,18	1,33	28,37	1,63	32,80	1,89	40,20	2,31	46,40	2,67
1,00	21,40	1,21	26,36	1,49	30,48	1,72	37,20	2,11	43,20	2,44

Заполнение <i>H</i>	Уклоны в												тысячных										Заполнение <i>H</i>
	5		6		7		8		9		10		20		30		40		60		80		
	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	
0,10	0,49	0,30	0,54	0,33	0,58	0,35	0,62	0,38	0,65	0,40	0,69	0,42	0,97	0,59	1,20	0,73	1,39	0,84	1,70	1,03	1,95	1,19	0,10
0,15	1,13	0,38	1,24	0,42	1,34	0,45	1,43	0,48	1,52	0,51	1,60	0,54	2,26	0,76	2,76	0,93	3,20	1,08	3,91	1,32	4,50	1,52	0,15
0,20	2,03	0,45	2,24	0,50	2,40	0,54	2,58	0,58	2,74	0,61	2,88	0,64	4,06	0,91	4,96	1,11	5,75	1,29	7,05	1,57	8,13	1,82	0,20
0,25	3,18	0,52	3,48	0,57	3,78	0,61	4,02	0,66	4,27	0,69	4,52	0,73	6,35	1,04	7,78	1,27	9,02	1,47	11,00	1,79	12,80	2,08	0,25
0,30	4,52	0,57	4,98	0,63	5,38	0,68	5,74	0,72	6,09	0,77	6,41	0,81	9,02	1,14	11,08	1,40	12,81	1,62	15,69	1,98	18,20	2,29	0,30
0,35	5,99	0,61	6,59	0,67	7,09	0,73	7,58	0,77	8,03	0,83	8,48	0,87	11,85	1,21	14,65	1,50	16,95	1,73	20,80	2,12	24,00	2,45	0,35
0,40	7,75	0,66	8,52	0,73	9,18	0,78	9,82	0,84	10,42	0,89	11,00	0,94	15,48	1,32	19,00	1,63	21,95	1,88	27,08	2,31	31,30	2,67	0,40
0,45	9,50	0,70	10,58	0,77	11,40	0,83	12,20	0,89	12,95	0,95	13,62	1,00	19,25	1,41	23,60	1,72	27,20	2,00	33,50	2,44	38,53	2,81	0,45
0,50	11,58	0,74	12,75	0,81	13,18	0,88	14,40	0,94	15,65	1,00	16,40	1,05	22,20	1,48	28,30	1,81	32,90	2,10	40,40	2,57	46,70	2,97	0,50
0,55	13,55	0,77	14,95	0,84	16,10	0,91	17,21	0,97	18,30	1,03	19,30	1,09	27,15	1,53	33,40	1,88	38,50	2,17	47,30	2,67	54,40	3,07	0,55
0,60	15,60	0,79	17,18	0,87	18,50	0,94	19,70	1,00	20,95	1,06	22,00	1,12	31,20	1,58	38,20	1,94	44,00	2,24	53,96	2,75	62,10	3,17	0,60
0,65	17,56	0,81	19,25	0,89	20,80	0,96	22,28	1,03	23,60	1,09	24,86	1,15	35,18	1,62	43,00	1,99	49,72	2,30	60,50	2,81	70,20	3,25	0,65
0,70	19,43	0,83	21,30	0,91	22,97	0,98	24,66	1,05	26,11	1,11	27,51	1,17	38,90	1,65	47,65	2,03	55,00	2,34	67,40	2,86	77,81	3,31	0,70
0,75	21,20	0,84	23,21	0,92	24,91	0,99	26,85	1,06	28,48	1,12	30,00	1,18	42,40	1,67	51,22	2,05	60,00	2,37	73,40	2,90	84,70	3,35	0,75
0,80	22,71	0,84	24,89	0,92	26,87	1,00	28,70	1,07	30,50	1,13	32,14	1,19	45,43	1,68	55,60	2,06	64,21	2,38	78,70	2,92	90,90	3,37	0,80
0,85	23,87	0,84	26,18	0,92	28,00	0,99	30,20	1,06	32,13	1,13	33,80	1,19	47,70	1,67	58,45	2,05	67,53	2,37	82,80	2,91	95,80	3,36	0,85
0,90	24,80	0,83	27,18	0,91	29,37	0,99	31,40	1,05	33,40	1,12	35,10	1,18	49,61	1,66	60,79	2,04	70,20	2,35	85,82	2,88	99,20	3,33	0,90
0,95	25,00	0,81	27,35	0,89	29,55	0,96	31,65	1,02	33,66	1,09	35,32	1,14	49,90	1,62	61,20	1,98	70,60	2,29	86,40	2,80	100,00	3,24	0,95
1,00	23,16	0,74	25,50	0,81	26,36	0,88	28,80	0,94	31,30	1,00	32,80	1,05	46,40	1,48	56,60	1,81	65,80	2,10	80,80	2,57	93,40	2,97	1,00

За- полне- ние H	Уклоны в т%											
	3		4		5		6		7		8	
	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
0,10	0,68	0,27	0,77	0,30	0,88	0,34	0,97	0,38	1,05	0,41	1,12	0,44
0,15	1,59	0,34	1,78	0,39	2,05	0,44	2,24	0,49	2,43	0,53	2,60	0,56
0,20	2,86	0,41	3,22	0,46	3,71	0,53	4,05	0,58	4,38	0,63	4,68	0,67
0,25	4,43	0,46	5,00	0,52	5,72	0,60	6,30	0,66	6,79	0,71	7,25	0,76
0,30	6,35	0,51	7,20	0,58	8,22	0,66	9,00	0,73	9,80	0,79	10,40	0,84
0,35	8,39	0,55	9,27	0,61	10,80	0,71	11,85	0,78	12,50	0,84	13,70	0,90
0,40	10,95	0,60	12,25	0,67	14,10	0,77	15,50	0,84	16,70	0,92	17,85	0,97
0,45	13,50	0,64	15,23	0,71	17,42	0,82	19,20	0,90	20,60	0,97	22,10	1,04
0,50	16,50	0,67	18,50	0,75	21,30	0,86	23,40	0,94	25,20	1,02	26,95	1,09
0,55	19,20	0,69	21,60	0,78	24,70	0,89	27,10	0,98	29,40	1,06	31,25	1,13
0,60	21,80	0,71	24,55	0,81	28,20	0,92	30,70	1,01	33,40	1,09	35,60	1,16
0,65	24,70	0,73	26,80	0,85	31,50	0,94	34,90	1,03	37,80	1,12	40,35	1,19
0,70	27,30	0,74	31,60	0,86	35,30	0,96	38,90	1,06	41,90	1,14	44,80	1,22
0,75	29,80	0,75	34,60	0,87	38,48	0,97	42,20	1,07	45,55	1,15	48,80	1,23
0,80	32,00	0,76	37,10	0,87	41,25	0,97	45,30	1,07	48,70	1,15	52,30	1,24
0,85	33,58	0,76	38,71	0,87	43,30	0,97	47,40	1,07	51,30	1,15	54,80	1,23
0,90	35,00	0,75	43,30	0,86	45,00	0,96	49,50	1,06	53,30	1,14	57,20	1,22
0,95	35,10	0,73	40,50	0,84	45,27	0,94	49,63	1,03	53,58	1,11	57,25	1,19
1,00	33,00	0,67	37,00	0,75	42,60	0,86	46,80	0,94	50,40	1,02	53,90	1,09

СЯЧНЫХ:												За- пол- нение H
9		10		20		30		40		60		
Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	
1,18	0,46	1,25	0,49	1,78	0,69	2,16	0,84	2,50	0,98	3,06	1,20	0,10
2,75	0,60	2,90	0,63	4,10	0,88	5,00	1,08	5,80	1,25	7,09	1,54	0,15
4,95	0,71	5,23	0,75	7,35	1,06	9,09	1,30	10,49	1,50	12,81	1,84	0,20
7,64	0,80	8,10	0,85	11,40	1,20	13,85	1,45	16,20	1,70	19,90	2,08	0,25
11,00	0,89	11,65	0,94	16,42	1,33	20,00	1,62	23,30	1,88	28,60	2,31	0,30
4,52	0,95	15,30	1,01	21,60	1,41	46,40	1,73	30,70	2,02	37,58	2,45	0,35
18,82	1,03	19,98	1,09	28,20	1,54	34,50	1,88	40,00	2,19	49,00	2,69	0,40
23,50	1,10	24,65	1,16	35,00	1,64	42,60	2,01	49,25	2,32	60,50	2,85	0,45
28,50	1,16	30,00	1,22	42,50	1,72	52,00	2,10	60,00	2,44	73,60	3,00	0,50
33,20	1,20	35,15	1,26	49,40	1,78	60,60	2,19	70,00	2,53	86,10	3,11	0,55
37,75	1,23	40,00	1,30	56,40	1,84	69,00	2,25	79,90	2,60	97,75	3,19	0,60
42,80	1,27	45,10	1,33	63,62	1,89	78,00	2,31	90,20	2,67	110,40	3,27	0,65
47,38	1,29	50,00	1,36	70,60	1,92	85,82	2,34	100,00	2,72	122,30	3,33	0,70
51,80	1,31	54,40	1,38	76,98	1,95	93,60	2,37	108,90	2,76	133,25	3,37	0,75
55,60	1,31	58,30	1,38	82,50	1,95	101,40	2,39	116,30	2,76	143,70	3,38	0,80
57,78	1,30	61,20	1,38	86,60	1,94	106,00	2,38	122,40	2,75	150,20	3,37	0,85
60,20	1,29	63,80	1,36	90,00	1,92	110,00	2,36	127,20	2,73	156,10	3,35	0,90
60,80	1,26	64,00	1,33	90,43	1,87	110,80	2,30	127,80	2,65	156,90	3,25	0,95
57,00	1,16	60,00	1,22	85,00	1,72	104,00	2,10	120,00	2,44	147,20	3,00	1,00

Круглое сечение

 $d = 300 \text{ мм (12")}$

Заполнение H	У к л о н ы в												Т ы с я ч н ы х:												Заполнение H			
	2		3		4		5		6		7		8		9			10		20		30		40		60		
	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q		v	Q	v
0,10	0,91	0,25	1,10	0,30	1,29	0,35	1,41	0,39	1,58	0,43	1,70	0,46	1,82	0,50	1,92	0,52	2,04	0,55	2,87	0,78	3,51	0,95	4,05	1,10	4,98	1,35	0,10	
0,15	2,14	0,32	2,62	0,39	3,02	0,45	3,38	0,51	3,72	0,56	4,00	0,60	4,26	0,64	4,55	0,68	4,80	0,72	6,74	1,01	8,27	1,24	9,58	1,44	11,75	1,76	0,15	
0,20	3,76	0,38	4,61	0,46	5,33	0,53	5,94	0,59	6,53	0,65	7,03	0,70	7,52	0,75	7,98	0,80	8,42	0,84	11,85	1,19	14,58	1,46	16,84	1,68	20,70	2,07	0,20	
0,25	5,94	0,43	7,28	0,53	8,41	0,61	9,40	0,68	10,35	0,75	11,05	0,80	11,90	0,86	12,60	0,91	13,28	0,96	18,80	1,36	23,00	1,66	26,70	1,93	32,60	2,36	0,25	
0,30	8,42	0,47	10,33	0,58	11,93	0,67	13,39	0,75	14,60	0,82	15,75	0,89	16,92	0,95	17,80	1,00	18,85	1,06	26,60	1,50	32,75	1,84	37,75	2,12	46,30	2,60	0,30	
0,35	11,16	0,51	13,62	0,62	15,79	0,72	17,60	0,80	19,38	0,88	20,90	0,95	22,40	1,02	27,70	1,08	24,95	1,14	35,15	1,62	43,25	1,97	50,00	2,28	61,50	2,79	0,35	
0,40	14,44	0,55	17,78	0,68	20,60	0,78	22,95	0,87	25,15	0,95	27,35	1,03	29,02	1,10	30,80	1,17	32,50	1,24	45,85	1,74	56,50	2,12	65,00	2,47	79,00	3,04	0,40	
0,45	17,85	0,58	21,95	0,71	25,35	0,82	28,40	0,92	30,85	1,01	33,50	1,08	35,80	1,16	38,00	1,23	40,00	1,30	56,70	1,84	69,25	2,25	80,00	2,61	98,50	3,19	0,45	
0,50	21,70	0,61	26,50	0,75	30,60	0,86	34,30	0,97	37,50	1,06	40,70	1,14	43,55	1,23	45,95	1,30	48,50	1,37	68,30	1,93	84,25	2,38	96,85	2,74	118,90	3,36	0,50	
0,55	25,40	0,64	31,10	0,78	35,95	0,90	39,85	1,01	43,85	1,10	47,50	1,19	50,90	1,28	53,85	1,35	56,75	1,43	80,50	2,02	98,50	2,48	113,80	2,85	139,00	3,49	0,55	
0,60	28,80	0,65	35,40	0,80	40,75	0,92	45,50	1,03	50,00	1,14	54,00	1,22	57,50	1,31	61,20	1,39	64,50	1,46	91,30	2,09	110,18	2,53	128,44	2,92	158,90	3,59	0,60	
0,65	32,73	0,67	40,20	0,83	46,30	0,95	51,83	1,06	56,80	1,17	61,37	1,25	65,50	1,35	69,60	1,43	73,21	1,50	104,90	2,15	126,80	2,60	146,50	3,01	179,50	3,69	0,65	
0,70	36,20	0,69	44,50	0,84	51,20	0,97	57,00	1,08	62,50	1,19	68,00	1,28	72,60	1,37	77,00	1,45	81,00	1,53	114,20	2,17	140,00	2,65	162,00	3,07	198,00	3,76	0,70	
0,75	39,55	0,70	48,50	0,85	55,90	0,98	62,60	1,10	68,60	1,20	74,10	1,30	79,20	1,39	84,00	1,47	88,50	1,55	125,00	2,19	151,20	2,69	177,00	3,11	217,00	3,81	0,75	
0,80	43,00	0,70	52,40	0,85	61,00	0,99	67,80	1,10	74,50	1,21	80,00	1,30	86,10	1,40	91,00	1,48	96,00	1,56	136,00	2,21	166,00	2,70	192,00	3,12	236,50	3,83	0,80	
0,85	44,50	0,70	54,58	0,85	62,82	0,98	70,40	1,10	77,10	1,20	83,20	1,30	89,00	1,39	94,00	1,47	99,50	1,55	140,50	2,19	172,20	2,69	196,00	3,11	244,00	3,81	0,85	
0,90	46,50	0,69	56,70	0,84	65,60	0,97	73,40	1,09	80,70	1,19	86,80	1,29	93,00	1,38	98,20	1,46	103,90	1,54	146,30	2,18	179,50	2,67	208,00	3,08	254,00	3,78	0,90	
0,95	46,65	0,67	57,03	0,82	65,80	0,95	73,60	1,06	80,95	1,16	87,20	1,25	93,15	1,34	98,40	1,42	104,10	1,50	147,10	2,12	180,00	2,59	208,10	3,00	255,00	3,67	0,95	
1,00	43,30	0,61	53,00	0,75	61,20	0,86	68,30	0,97	75,00	1,06	81,20	1,15	86,80	1,23	91,80	1,30	96,80	1,37	136,30	1,93	168,00	2,38	193,50	2,74	237,00	3,36	1,00	

За-
пол-
нение
H

Круглое сечение

Уклоны в т

2	3		4		5		6		7		8	
	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
0,10	1,38	0,27	1,68	0,34	1,95	0,39	2,16	0,43	2,38	0,48	2,57	0,51
0,15	3,19	0,35	3,90	0,43	4,50	0,50	5,04	0,55	5,50	0,61	5,94	0,65
0,20	5,73	0,42	7,00	0,51	8,12	0,59	9,08	0,66	9,98	0,73	10,75	0,78
0,25	8,90	0,48	10,85	0,58	12,60	0,67	14,02	0,75	15,40	0,82	16,60	0,99
0,30	12,80	0,53	15,60	0,64	18,18	0,75	20,10	0,83	22,10	0,91	23,80	0,98
0,35	16,78	0,56	20,60	0,69	23,75	0,85	26,50	0,89	29,10	0,97	31,40	1,05
0,40	22,10	0,61	26,95	0,75	31,15	0,86	34,85	0,97	38,10	1,06	41,25	1,14
0,45	27,35	0,65	33,45	0,79	38,60	0,92	43,25	1,03	47,25	1,12	50,80	1,20
0,50	32,80	0,68	40,00	0,83	46,40	0,96	51,80	1,08	57,00	1,18	61,40	1,27
0,55	38,50	0,71	46,85	0,86	54,25	1,00	61,00	1,12	66,50	1,22	71,95	1,32
0,60	44,10	0,73	54,00	0,89	62,80	1,03	69,50	1,15	76,30	1,27	82,30	1,36
0,65	49,35	0,75	60,40	0,91	69,80	1,05	78,00	1,18	85,60	1,29	92,40	1,40
0,70	54,60	0,76	66,90	0,93	77,30	1,07	86,40	1,20	94,70	1,32	102,40	1,42
0,75	59,60	0,77	73,00	0,94	84,30	1,09	94,20	1,22	103,50	1,33	111,50	1,44
0,80	64,00	0,77	78,00	0,94	90,00	1,09	100,80	1,22	110,30	1,34	119,50	1,44
0,85	67,42	0,77	81,82	0,94	95,00	1,09	106,40	1,22	116,00	1,33	125,50	1,44
0,90	70,00	0,76	85,50	0,93	99,00	1,08	111,00	1,21	121,80	1,32	131,00	1,43
0,95	70,21	0,74	86,03	0,91	99,38	1,05	111,10	1,17	122,00	1,29	131,50	1,39
1,00	65,70	0,68	80,00	0,83	92,90	0,96	103,90	1,08	114,00	1,18	122,80	1,27

d = 350 мм (14")

с я ч н ы х:

9		10		20		30		40		60		За- пол- нение H
Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	
2,92	0,58	3,06	0,61	4,31	0,86	5,30	1,06	6,15	1,23	7,53	1,50	0,10
6,74	0,74	7,13	0,78	10,00	1,10	12,40	1,36	14,30	1,57	17,41	1,92	0,15
12,18	0,88	12,85	0,94	19,00	1,38	22,25	1,62	25,75	1,87	31,75	2,29	0,20
18,80	1,00	19,90	1,06	28,10	1,50	34,40	1,84	39,75	2,12	48,80	2,60	0,25
27,00	1,12	28,50	1,18	40,30	1,66	49,50	2,04	57,20	2,36	70,00	2,89	0,30
35,70	1,19	37,50	1,25	52,90	1,76	65,20	2,17	75,00	2,50	90,30	3,06	0,35
46,60	1,30	49,25	1,37	59,25	1,93	85,20	2,37	98,38	2,74	120,30	3,35	0,40
57,50	1,37	60,85	1,44	86,00	2,04	105,50	2,50	122,00	2,89	148,40	3,53	0,45
69,40	1,44	73,20	1,52	103,50	2,14	127,00	2,63	146,80	3,04	179,40	3,72	0,50
81,40	1,50	85,48	1,58	121,00	2,22	148,00	2,73	171,40	3,16	209,20	3,86	0,55
93,50	1,55	98,50	1,63	138,80	2,39	171,00	2,83	196,40	3,26	239,70	3,98	0,60
104,80	1,58	110,40	1,67	156,00	2,36	191,10	2,89	221,00	3,34	270,50	4,09	0,65
116,10	1,61	122,20	1,70	172,50	2,40	211,50	2,94	244,00	3,40	299,80	4,17	0,70
126,60	1,63	133,40	1,72	188,10	2,43	231,00	2,98	266,80	3,44	328,50	4,24	0,75
135,50	1,63	142,00	1,72	202,00	2,44	247,00	2,98	284,00	3,44	348,00	4,22	0,80
142,10	1,63	150,00	1,72	212,00	2,43	259,00	2,97	299,00	3,43	367,00	4,21	0,85
148,60	1,62	156,50	1,71	222,00	2,42	271,00	2,96	313,00	3,42	384,00	4,19	0,90
149,30	1,58	157,09	1,66	222,50	2,35	271,80	2,87	314,10	3,32	385,40	4,08	0,95
138,80	1,44	146,30	1,52	206,00	2,14	254,00	2,63	294,00	3,04	358,00	3,72	1,00

Основная литература по водоснабжению и канализации

I. Водоснабжение и канализация

1. Металлостройпроект—Справочник инженера-проектировщика, том 6-ой—Водоснабжение и канализация. Госстройиздат, 1933 г.
2. Ореитлихер—„Слесарь по водоснабжению и канализации“. ОНТИ, 1937 г.
3. Фальковский Н. И. проф.—ПВО водоснабжения и канализации. Стройиздат Наркомстроя, 1941 г.

II. Общие курсы по водоснабжению

4. Гениев Н. Н. проф.—Водоснабжение городов и населенных мест. Госстройиздат, 1934 г.
5. Гениев Н. Н. проф. и Абрамов Н. Н. проф.—Водоснабжение. Стройиздат Наркомстроя, 1944 г.
6. Позднеев М. В. доц.—Противопожарное водоснабжение. Издательство Наркомхоза РСФСР, 1940 г.
7. КЭУ КА—Инструкция по проектированию водоснабжения. Воениздат, 1939 г.
8. Кожин и Сулов—Автоматизация водопроводных сооружений. Стройиздат Наркомстроя, 1940 г.
9. Под редакц. Сумгина, Гениева и Чекотилло—Водоснабжение железных дорог в районах вечной мерзлоты. Трансжелдориздат, 1939 г.
10. Наставление для инженерных войск—Полевое водоснабжение войск. Воениздат, 1947 г.
11. Фальковский Н. И. проф.—Восстановление разрушенных систем водоснабжения. Стройиздат Наркомстроя, 1946 г.
12. Евилевич А. З. доц.—Водоснабжение полевых аэродромов. Издательство ЛКВВИА, 1945 г.
13. Коллектив авторов—Монтаж водопроводных и очистных сооружений. Издательство Наркоммаш, 1939 г.
14. Абрамов Н. Н. проф. и Коган—Устройство временных водопроводных сооружений. Издательство Наркомхоза РСФСР, 1943 г.

III. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения

15. Маньковский и др. под редакц. проф. Гениева Н. Н.—Водоснабжение промпредприятий и населенных мест, часть I. Водозаборные сооружения. ОНТИ, 1938 г.
16. Суреньяц Я. С. доц.—Скважины для водоснабжения и повышение их производительности. Издательство Наркомхоза РСФСР, 1946 г.
17. Коллектив авторов ВОДГЕО—Указания по восстановлению водозаборных сооружений. Стройиздат Наркомстроя, 1944 г.
- IV. Насосы, насосные станции и водоподъемники
18. Берловский и др. под редакц. проф. Лаговского—Насосы и насосные станции. ОНТИ, 1938 г.
19. Горсюков, Лукин и Сулов—Автоматизация насосных станций. Госстройиздат, 1939 г.
20. Тикунов, Лукин, Турк и Шведов—Автоматические насосные станции. ОНТИ, 1934 г.

21. Суреньяц Я. С. доц.—Эрлифты. Стройиздат Наркомстроя, 1940 г.
22. Флоринский М. М. проф.—Насосы и насосные станции. Сельхозгиз, 1946 г.

V. Очистка и обработка воды

23. Турчнов В. Т.—Водоснабжение промпредприятий и населенных мест, часть III. Улучшение качества воды. Стройиздат Наркомстроя, 1940 г.
24. Коллектив авторов—Эксплуатация очистных сооружений водопроводных станций. Издательство Наркомхоза РСФСР, 1941 г.
25. Маркизов—Очистка питьевой воды. Издательство Наркомхоза РСФСР, 1941 г.

VI. Напорно-регулирующие сооружения

26. Шебурев—Железобетонные резервуары. ОНТИ, 1935 г.
27. Кожин В. Ф. доц.—Железобетонные водонапорные башни. Госстройиздат, 1935 г.
28. Павлов В. Ф.—Водонапорные и регулирующие пневматические устройства. Стройиздат Наркомстроя, 1940 г.
29. Комягин Л. Ф. доц. и Воронцов Н. А.—Гидроаккумуляторы. Трансжелдориздат, 1938 г.

VII. Наружная сеть водопровода

30. Кожин В. Ф. доц. и др. под редакц. проф. Гениева Н. Н.—Водоснабжение промпредприятий и населенных мест, часть II. Водопотребление, водопроводные сооружения и сеть. Госстройиздат, 1938 г.
31. Абрамов Н. Н. проф.—Графические методы расчета водопроводов. Издательство Наркомхоза РСФСР, 1946 г.
32. Лобачев В. Г. проф.—Расчет замкнутых водопроводных сетей по экономическому принципу. ОНТИ, 1938 г.
33. Абрамов Н. Н. проф.—Основы проектирования и расчета сетей городских водопроводов. Издательство Наркомхоза РСФСР, 1940 г.
34. Земсков—Эксплуатация водопроводной сети. Издательство Наркомхоза РСФСР, 1939 г.
35. Андрияшев М. М.—Техника расчета водопроводных сетей. Издательство Наркомхоза РСФСР, 1932 г.
36. Гениев Н. Н. проф.—Примеры расчета городских водопроводов. ГИЗ, 1930 г.
37. Гениев Н. Н. проф.—Таблицы для расчета водопроводов по формуле Маннинга. ОНТИ, 1937 г.

VIII. Внутренний водопровод

38. Фальковский Н. И. проф.—Санитарно-техническое оборудование зданий. Госстройиздат, 1938 г.
39. Спышнов П. А.—Проектирование внутренних водопроводов. ОНТИ, 1937 г.
40. Хлудов—Горячее водоснабжение. Стройиздат Наркомстроя, 1946 г.
41. Ореитлихер—Внутренние санитарно-технические работы. Стройиздат Наркомстроя, 1940 г.
42. Бушковиц и Грингауз—Внутренние санитарно-технические работы. Госстройиздат, 1939 г.
43. Лужецкий и Столяров—Спринклерное и дрейчерное оборудование. Издательство Наркомхоза РСФСР, 1938 г.

IX. Общие курсы по канализации

44. Иванов В. Ф. проф. и др. под ред. проф. Иванова—Канализация населенных мест. ОНТИ, 1935 г.

45. Коллектив авторов под ред. проф. Белова П. С.—Канализация промышленных предприятий и населенных мест. Стройиздат Наркомстроя, 1944 г.
 46. Шишкин З. Н.—Канализация. Госстройиздат, 1939 г.
 47. Черкес Д. С.—Справочник проектировщика по канализации. ОНТИ, 1937 г.
 48. КЭУ КА—Инструкция по проектированию канализации. Воениздат, 1939 г.

Х. Наружная канализационная сеть

49. Зак Г. Л.—Гидравлические основы расчета канализационных сетей. ОНТИ, 1935 г.
 50. Зак Г. Л.—Водостоки. ОНТИ, 1937 г.
 51. Обухов К. С.—Руководство по устройству и эксплуатации канализационной сети. ОНТИ, 1936 г.

XI. Очистные сооружения канализации

52. Ботук проф.—Канализация промпредприятий и населенных мест, часть II. Очистка бытовых стоков. Госстройиздат, 1938 г.
 53. Строганов С. Н. проф. и Корольков К. Н.—Биологическая очистка сточных вод. ОНТИ, 1934 г.
 54. Евилевич А. З. доц.—Удаление канализационных осадков по напорным трубам. Госстройиздат, 1939 г.
 55. Лапшин и Строганов С. Н. проф.—Химия и микробиология литьевых и сточных вод. Госстройиздат, 1938 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
От редактора	3
От автора	4

Общая часть

§ 1. Содержание основных положений и схемы проекта по водоснабжению и канализации, при решении генплана аэродрома	5
§ 2. Перечень материалов, необходимых для составления основных положений проекта водоснабжения и канализации аэродрома	6
§ 3. Некоторые тактико-технические требования для аэродромов при проектировании водоснабжения и канализации	
§ 4. Требования ПВО водопроводных и канализационных сооружений	9
§ 5. Общие соображения о необходимости комплексного решения вопросов водоснабжения и канализации на аэродроме	12

Водоснабжение

§ 6. Принципиальные схемы водоснабжения постоянных аэродромов	13
§ 7. Определение водопотребления. Нормы водопотребления. Пример определения расчетного расхода воды	16
§ 8. Водоприемные сооружения для подземных источников. Вертикальные водоборы (определение дебита, определение взаимного расположения скважин одновременно работающих. Примеры конструкций скважин и колодцев). Горизонтальные водоборы. Каптаж ключей. Инфильтрационные воды	25
§ 9. Водоприемные устройства для поверхностных источников. Водоприемники с самотечными линиями. Береговые водозаборы	34
§ 10. Зоны санитарной охраны	41
§ 11. Подъем воды из скважин. Характеристика водоподъемных средств. Насос для артезианских скважин „12НА“. Эрифты и расчетные данные. Пример расчета эрифта. Технические характеристики воздушных компрессоров	41
§ 12. Насосные станции первого подъема	53
§ 13. Очистные сооружения. Схема очистки. Основы расчета очистных сооружений	54
§ 14. Сборные резервуары	60
§ 15. Насосные станции второго подъема	61
§ 16. Сведения о центробежных насосах (таблицы, габаритные размеры, рабочие характеристики)	64
§ 17. Водонапорные башни	74
§ 18. Пневматическое водоснабжение. Общая характеристика. Расчет пневматического водоснабжения. Пример расчета. Пневматическая установка системы А. А. Ройзновского	76

§ 19. Противопожарное водоснабжение на аэродромах	81
§ 20. Трассировка водопроводной сети	83
§ 21. Расчет водопроводной сети. Порядок расчета. Расчетные формулы, графики и таблицы. Пример расчета водопроводной сети. Основы расчета сети по методу В. Г. Лобачева. Порядок расчета по узловым расходам упрощенным методом итерации	84

Канализация

§ 22. Системы канализации. Общесплавная система. Раздельная система. Факторы, влияющие на выбор системы канализации	96
§ 23. Трассировка и проектирование хозяйственной канализационной сети	98
§ 24. Расчет канализационной сети. Нормы расчета. Расчетные формулы и таблицы. Пример расчета канализационной сети с составлением расчетной ведомости и профиля	99
§ 25. Насосные станции. Общие сведения. Основные элементы станции. Дополнительные сведения к проектированию насосных станций. Насосы для перекачки сточных вод и взвешенных веществ	101
§ 26. Очистка сточных вод. Общие указания. Схема очистки. Основные нормы для расчета очистных сооружений. Примеры расчета некоторых очистных сооружений. Удаленность очистных станций от аэродрома. Площади земли для устройства очистных сооружений	107
§ 27. Основы расчета наружных водостоков. Определение расчетного расхода дождевого стока аналитическим методом. Расчет по методу предельных интенсивностей. Порядок расчета водостоков по методу предельных интенсивностей	120
§ 28. Пример трассировки водопроводной и канализационной сетей и расположения сооружений на аэродроме	126

Приложения

Приложение 1. Увеличенные измерители для ориентировочного подсчета стоимости водопроводных и канализационных сооружений	127
Приложение 2. Нормы водопотребления для проектирования водоснабжения, утвержденные ГлавСКУ МВС в 1947 г.	135
Приложение 3. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб	138
Приложение 4. Таблицы для гидравлического расчета канализационных труб	147
Приложение 5. Основная литература по водоснабжению и канализации	156

