

Тема 2. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

1. Типы насосных станций
2. Состав насосных станций
3. Оросительные насосные станции
4. Осушительные насосные станции
5. Насосные станции сельскохозяйственного водоснабжения
6. Канализационные насосные станции

1. ТИПЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Насосными станциями называют комплексы гидротехнических сооружений и оборудования, обеспечивающие забор воды из источника, транспортировку и подъем ее к месту потребления. В состав насосных станций могут входить:

- водозаборные сооружения;
- водоподводящие каналы, трубопроводы, в том числе сифонные, транспортирующие воду от водозаборных сооружений до аванкамер;
- отстойники (при специальном обосновании);
- аванкамеры, сопрягающие водоподводящие сооружения с водоприемниками;
- сороудерживающие сооружения (СУС);
- водоприемники, забирающие воду из аванкамер и подающие ее во всасывающие трубы насосов;
- всасывающие или самотечные трубопроводы, подающие воду к насосам;
- здания насосных станций, в которых устанавливают основные агрегаты и вспомогательное гидромеханическое, электротехническое и механическое оборудование;
- напорные трубопроводы, подающие воду от основных насосов к выпускным сооружениям;
- водовыпускные сооружения, обеспечивающие плавный выпуск воды из напорных трубопроводов в отводящий канал или водоприемник.

Насосные станции классифицируют по разным признакам:

- назначению;
- подаче;
- расположению относительно водоисточника (береговые, русловые, стационарные, передвижные);
- строительным особенностям сооружений (заглубленные, незаглубленные, с совмещенными и несовмещенными водозаборами и водовыпусками;
- и т. д.

1) по назначению насосные станции бывают:

- а) оросительные - подающие воды на орошение;
- б) осушительные - откачивающие воду, поступившую с осушаемой территории;
- в) канализационные - перекачивающие ливневые, бытовые или промышленные стоки;
- г) сельскохозяйственного водоснабжения - подающие воду сельскохозяйственным потребителям.

Насосные станции мелиоративных и водохозяйственных систем агропромышленного комплекса подразделяют на оросительные, осушительные, сельскохозяйственного водоснабжения, канализационные, дренажные (для понижения уровня грунтовых вод), перекачивающие стоки животноводческих комплексов.

2) по месту расположения на трассе водоподачи:

- а) головные - расположенные в начале магистрального водовода системы;
- б) перекачивающие - подающие воду из одного канала в другой;
- в) подкачки - подающие воду в закрытую сеть.

Классификация насосных станций сельскохозяйственного водоснабжения по месту расположения на трассе водоподачи несколько иная:

- головные насосные станции называют станциями I подъема;
- перекачивающие и подкачки — станциями II и последующих подъемов;

3) по конструктивным признакам:

а) русловые - здания которых совмещены с водоприемниками и водовыпускными сооружениями и с плотинами, участвующими в создании напорного фронта;

б) деривационные - в состав которых, кроме каналов и здания станции, входят напорные трубопроводы и отдельно стоящие водовыпускные сооружения.

В практике водохозяйственного строительства тип насосной станции иногда отождествляют с конструкцией здания, например деривационные насосные станции, основное оборудование которых установлено на понтонах, поплавках или специальных передвижных платформах, называют плавучими или передвижными. Насосные станции, забирающие подземные воды, размещают на скважинах или трубчатых колодцах;

4) по условиям использования:

а) постоянные;

б) временные - используют в период строительства или в экстренных случаях — при ремонте постоянных станций, авариях.

Постоянные сооружения насосных станций могут быть:

- основными - авария или ремонт которых приводит к полной остановке насосной станции или катастрофе;

- второстепенными - авария и ремонт которых не влечет за собой остановку насосной станции.

5) по надежности подачи воды насосные станции делят на три категории:

к I категории надежности подач относят насосные станции, остановка которых может повлечь за собой опасность для жизни людей или значительный ущерб народному хозяйству:

- откачивающие воду с территории предприятий и населенных пунктов, огражденных защитными дамбами;

- подающие воду на поля, засеянные сельскохозяйственными культурами, не допускающими перерывов в орошении более суток;

ко II категории — насосные станции, не подходящие под определение I категории надежности:

- многоступенчатых каскадов, не имеющих достаточных регулирующих емкостей или сбросных сооружений;

- подающие воду на поля, засеянные сельскохозяйственными культурами, не допускающими перерывов в орошении более двух суток;

- осушительные, остановка которых на период до двух суток ведет к затоплению полей и гибели урожая;

к III категории — насосные станции, которые можно остановить на период более двух суток и не подходящие под определения I и II категории надежности.

б) по капитальности все гидротехнические сооружения насосных станций подразделяют на четыре класса.

Класс постоянных гидротехнических сооружений принимают в зависимости от их назначения, высоты и грунтов основания (табл. 1. Приложения 2 СНиП 2.06.01—85) или в зависимости от площади орошения (осушения), обслуживаемой насосной станцией, максимальным из всех классов, которым они соответствуют.

Например, если насосная станция обслуживает площадь орошения (осушения) свыше 300 тыс. га, то ее сооружения следует причислять к I классу, 100...300 тыс. га — ко II-му, 50...100 тыс. га — к III, менее 50 тыс. га — к IV.

Класс основных сооружений повышают на единицу, если их разрушение может привести к последствиям катастрофического характера, и понижают на единицу, если подачу воды основному водопотребителю в период ликвидации последствий аварии могут обеспечить другие источники. Класс второстепенных гидротехнических сооружений следует принимать на единицу меньше, чем класс основных, но не выше III. Временные сооружения, как правило, относят к IV классу, а если разрушение их может вызвать последствия катастрофического характера или значительную задержку возведения основных сооружений I и II класса, то к III.

7) в зависимости от подачи различают насосные станции:

- малые ($Q \leq 1 \text{ м}^3/\text{с}$);
- средние ($1 \text{ м}^3/\text{с} \leq Q \leq 10 \text{ м}^3/\text{с}$);
- крупные ($10 \text{ м}^3/\text{с} \leq Q \leq 100 \text{ м}^3/\text{с}$);
- уникальные ($Q > 100 \text{ м}^3/\text{с}$).

8) в зависимости от напора различают насосные станции:

- низконапорные ($H \leq 20 \text{ м}$),
- средненапорные ($20 \text{ м} \leq H \leq 60 \text{ м}$);
- высоконапорные ($H > 60 \text{ м}$).

По своему назначению и расположению в общей схеме водоснабжения водопроводные насосные станции подразделяются на станции I подъема, II и последующих подъемов, повысительные и циркуляционные (рис. 1, а, б, в, г).

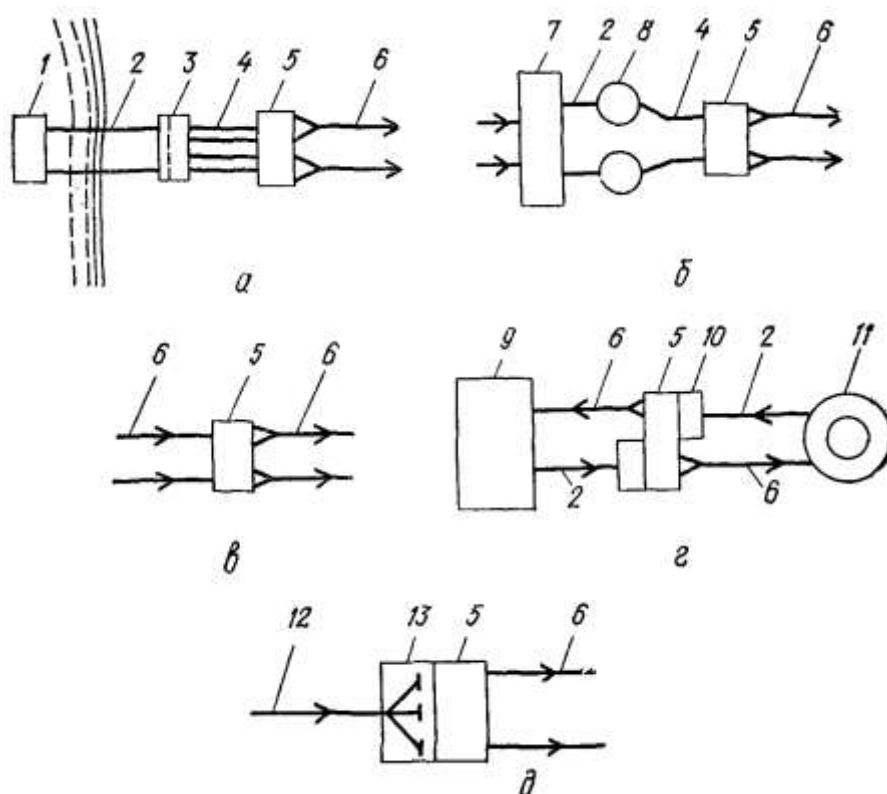


Рис. 1. Принципиальные схемы компоновки насосных станций различного назначения:

а) I подъема из открытого водоисточника; б) II подъема; в) повысительной; г) циркуляционной; д) водоотведения; 1 — водозабор; 2 — самотечные водоводы; 3 — водоприемно-сеточный колодец; 4 — всасывающие трубы; 5 — насосная станция; 6 — напорные водоводы; 7 — очистные сооружения; 8 — резервуары чистой воды; 9 — потребители технической воды; 10 — приемные камеры; 11 — охлаждающие или очистные сооружения; 12 — самотечный коллектор; 13 — помещение решеток

Насосные станции I подъема забирают воду из источника и подают ее на очистные сооружения или, если не требуется очистка воды, в аккумулирующие емкости (резервуары чистой воды,

водонапорные башни, гидропневматические баки), а в некоторых случаях непосредственно в распределительную сеть. Характерной особенностью насосных станций I подъема является более или менее равномерная подача в течение суток.

Насосные станции II подъема подают воду потребителям из резервуаров чистой воды, которые позволяют регулировать подачу. Подача насосных станций II подъема в течение суток неравномерна. Ее по возможности приближают к графику водопотребления.

Повысительные насосные станции (станции подкачки) предназначены для повышения напора на участке сети или в водоводе. Они забирают воду не из резервуара, а из трубопроводов и поэтому не могут самостоятельно регулировать подачу.

Циркуляционные насосные станции входят в замкнутые системы технического водоснабжения промышленных предприятий и тепловых электростанций. На этих станциях могут устанавливаться несколько групп насосов: одна — для подачи отработанной воды на охлаждающие, другая — на очистные устройства, третья — для возврата подготовленной воды к производственным установкам.

Насосные станции систем водоотведения (рис. 1, д) предназначены для подачи сточных вод на очистные сооружения. Районные насосные станции водоотведения часто перекачивают стоки не непосредственно на очистные сооружения, а из одного канализационного бассейна в другой, когда соединение бассейнов самотечными коллекторами нецелесообразно.

Особый вид насосных станций представляют **станции для перекачивания:**

- атмосферных вод - на сети ливневой канализации;
- осадков и ила - на канализационных и водопроводных очистных сооружениях;
- агрессивных промышленных сточных вод.

По степени обеспеченности подачи воды насосные станции подразделяются на три категории:

I категория допускает перерыв в подаче воды только на время (не более 10 мин), необходимое для выключения поврежденных и включения резервных элементов (оборудования, арматуры, трубопроводов), и снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30 % расчетного расхода и на производственные нужды до предела, установленного аварийным графиком работы предприятий, при длительности снижения подачи не более 3 сут.

К I категории относятся насосные станции:

- обслуживающие технический водопровод и системы водоотведения специальных производств;
- системы водоснабжения и водоотведения населенных пунктов с числом жителей свыше 50000 чел. (ориентировочно, максимальное суточное водопотребление свыше 40000 м³);
- подающие воду непосредственно в сеть противопожарного и объединенного хозяйственно-противопожарного водопроводов.

II категория допускает перерыв в подаче для проведения ремонта не более, чем на 6 ч, а на канализационных станциях — на время, обусловленное аккумулярующей вместимостью подводящих сетей, и соответствующее снижение подачи не более, чем на 10 сут.

Ко II категории относятся насосные станции:

- обслуживающие водопровод населенных пунктов с числом жителей от 5000 до 50000 чел., если подача воды на пожаротушение возможна и при временной остановке этих станций;
- насосные станции систем водоотведения населенных пунктов с тем же числом жителей, если аккумулярующая вместимость подводящих сетей обеспечивает прием стоков на время отключения станции при ремонте;
- насосные станции водопроводов населенных пунктов с числом жителей до 500 чел. (ориентировочно, максимальное суточное водопотребление не более 3000 м³) и других объектов, указанных в нормах.

III категория допускает перерыв в подаче не более, чем на 24 ч и соответствующее снижение подачи не более, чем на 15 сут.

К III категории относятся

- насосные станции систем водоотведения, обслуживающие населенные пункты с числом жителей до 500 чел.;
- насосные станции поливочных водопроводов.

К насосным станциям различных категорий предъявляются соответствующие требования:

- по надежности энергообеспечения (для насосных станций I и II категории подключение не менее, чем к двум независимым ЛЭП);
- по капитальности сооружений;
- по резерву технологического оборудования.

От категории насосной станции зависит число резервных агрегатов, число всасывающих и напорных линий и расчетные расходы для них, количество и размещение запорной арматуры на внутристанционных коммуникациях.

Наряду с обеспечением напора и подачи, предусмотренных графиком водопотребления или водоотведения, и удовлетворением требований по бесперебойности работы, при сооружении и оборудовании насосных станций необходимо при наименьших затратах на их строительство и эксплуатацию обеспечивать комфортные условия работы обслуживающего персонала, широкое применение автоматики и телемеханики.

Не следует допускать излишеств в составе и размерах сооружений, кубатуре зданий, основном и вспомогательном оборудовании, архитектурном оформлении.

В то же время, необходимо учитывать, что состав сооружений и оборудования, так же как и вся схема водоснабжения или водоотведения в целом, должны отвечать условиям будущей эксплуатации при возрастающих объемах водопотребления.

Конструкция насосной станции должна предусматривать возможность модернизации и расширения, замены установленного оборудования на более мощное, обеспечивающее увеличение подач и напоров.

2. СОСТАВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Состав сооружений насосных станций, их взаимное расположение и конструктивное исполнение зависят от множества факторов:

- назначения, подачи и напоров;
- природных условий - рельеф местности, колебания уровней воды в верхнем и нижнем бьефах, объем твердого стока, инженерно-геологические условия;
- очередности ввода;
- наличия местных строительных материалов;
- технического оснащения строительной-монтажной организации и др.

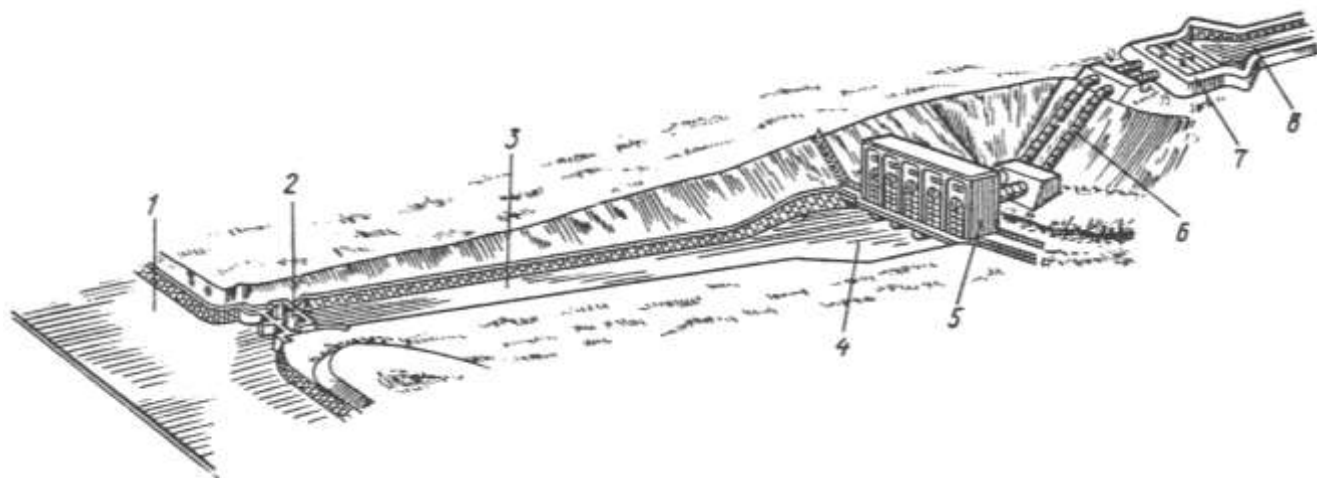


Рис. 2. Схема насосной станции:

- 1 — водоисточник; 2 — головное водозаборное сооружение; 3 — подводящий канал; 4 — аванкамера;
5 — здание насосной станции; 6 — напорный трубопровод; 7 — водовыпускное сооружение;
8 — магистральный канал

Аванкамера - это участок, который сопрягает подводящий канал с водозаборным фронтом НС.

В насосной станции (рис. 2), как правило, размещают несколько насосных установок, каждую из которых можно включить или отключить в зависимости от требуемой подачи воды.

Насосной станцией можно назвать также и единичную насосную установку, расположенную на подвижной платформе или плавучем понтоне и имеющую ряд дополнительных устройств для пуска и регулирования режима работы.

В состав сооружений насосной станции кроме машинного зала, в котором размещаются насосы, могут входить:

- для станции I подъема — водозаборные сооружения, водоприемники и камеры переключений;
- для станций II подъема — резервуары чистой воды и камеры переключений;
- для циркуляционных насосных станций — водоприемники и камеры переключений;
- для насосных станций систем водоотведения — приемные резервуары с решетками.

Электрическое хозяйство и трансформаторная подстанция могут располагаться в одном помещении с машинным залом или быть вынесенными в отдельно стоящее здание.

В зависимости от природных и производственных условий некоторые из вышеперечисленных сооружений могут функционально объединяться или отсутствовать в схеме насосной станции.

Часто машинный зал насосной станции объединяется в одну строительную конструкцию с водоприемником (насосные станции I подъема) или с приемным резервуаром (насосные станции водоотведения). Такие насосные станции называются **совмещенными**.

В зависимости от типа насосного оборудования различают насосные станции:

- с горизонтальными и вертикальными насосами;
- центробежными и осевыми насосами.

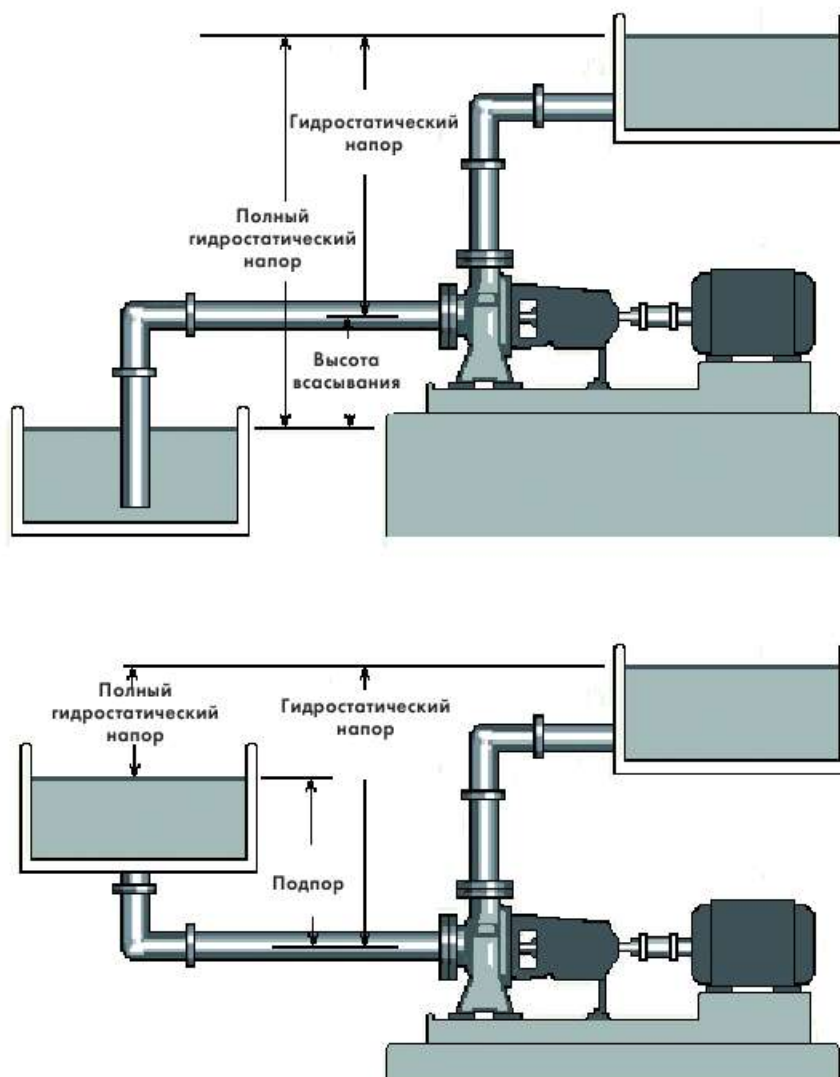


Рис. Установка насосов относительно уровня воды

По расположению насосов относительно уровня воды в водоеме, приемном резервуаре или резервуаре чистой воды различают станции:

- с насосами, установленными с положительной высотой всасывания;
- с насосами, установленными с подпором (под залив).

ВЫСОТА ВСАСЫВАНИЯ существует, когда питающий резервуар находится ниже осевой линии насоса. Таким образом, геометрическая высота всасывания является вертикальным расстоянием от осевой линии насоса до свободного уровня жидкости, предназначенной для перекачки.

ПОДПОР возникает, когда питающий резервуар (высота всасывания) находится выше осевой линии насоса. Таким образом, геометрический подпор является вертикальным расстоянием от осевой линии насоса до свободного уровня жидкости, предназначенной для перекачки.

По расположению машинного зала относительно поверхности земли насосные станции бывают:

- наземные;
- частично заглубленные (полузаглубленные);
- заглубленные;
- подземные.

В наземных насосных станциях отметка пола машинного зала определяется планировочными отметками окружающей земли.

В этих станциях при необходимости предусматривается въезд автомобиля в машинный зал, и насосы к месту установки могут быть поданы подъемно-транспортным оборудованием непосредственно с кузова автомобиля.

В полузаглубленных насосных станциях пол машинного зала заглублен по отношению к поверхности окружающей земли.

Характерной особенностью таких станций является отсутствие перекрытия между первым этажом и машинным залом. Одно и то же подъемно-транспортное оборудование обслуживает монтажную площадку на уровне первого этажа и заглубленный машинный зал.

Особенностью **заглубленных насосных станций** является наличие перекрытия между машинным залом и первым этажом.

Пространство над машинным залом в заглубленных насосных станциях используется для размещения вспомогательных помещений. При большом заглублении насосных станций (шахтный тип) между машинным залом и поверхностью земли могут устраиваться дополнительные подземные этажи, на которых располагается вспомогательное оборудование.

Подземные насосные станции расположены полностью под землей и, как правило, не имеют надземной части (верхнего строения). Они невелики и управление ими автоматизировано.

Подземными, например, могут проектироваться станции забора подземных вод.

По форме подземной части в плане насосные станции могут быть:

- прямоугольными;
- круглыми;
- эллиптическими;
- сложной конфигурации.

Прямоугольная форма обеспечивает лучшие условия для строительства как подземной, так и надземной части из унифицированных деталей.

Круглая и эллиптическая формы позволяют легче воспринимать гидростатическое давление и давление грунта бетонными и железобетонными конструкциями подземной части, а также вести строительство опускным способом.

По характеру управления насосные станции могут быть:

- с ручным управлением — все или часть операций по управлению агрегатами производятся обслуживающим персоналом;

- автоматические — все операции по включению и выключению агрегатов производятся автоматически в зависимости от уровня воды в емкостях, давления или расхода воды в трубопроводах;
- полуавтоматические — насосный агрегат включается или выключается от единичной команды, заданной эксплуатационным персоналом, а вся дальнейшая работа выполняется автоматически;
- с дистанционным управлением — управление насосной станцией производится из диспетчерского пункта, значительно удаленного от станции.

3. ОРОСИТЕЛЬНЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

Для оросительных насосных станций характерны следующие особенности:

- работают в теплое время года (4...9 мес.). Исключение составляют станции, подающие воду в водохранилища сезонного регулирования и работающие практически круглый год с небольшими перерывами для профилактических ремонтов;
- допускают перерывы в работе в зависимости от категории надежности подачи воды;
- не требуют специальной очистки воды от плавающих предметов и наносов. Задерживаются только те предметы и наносы, которые могут вызвать поломку рабочего колеса насоса. Исключение составляют станции, подающие воду к дождевальным машинам типа «Фрегат» и «Волжанка», где предусматривается пропуск воды через специальные мелкие сетки или фильтры.

Сезонность работы таких насосных станций позволяет существенно упростить конструкции зданий, снизить требования к оборудованию и теплостойкости ограждающих конструкций.

Здания насосных станций наземного типа разрешается не отапливать. В помещениях (подземные камеры, блоки), в которых нет людей, можно поддерживать температуру воздуха +5 °С.

Стационарные здания насосных станций можно заменять более легкими передвижными или плавучими.

Машинные залы допускается выполнять низкими с внешним расположением крана. В этом случае оборудование ремонтируют вне здания под специально возводимым шатром или на заводах.

Разрешается применять стационарные насосные установки, оборудование которых размещают под съемными колпаками - при ремонте оборудование демонтируют с помощью передвижного крана и отвозят на завод.

Погружные насосы можно устанавливать в открытом виде (без здания).

Компоновка сооружений оросительных насосных станций, в большинстве случаев забирающих воду из поверхностных источников, весьма разнообразна. Наиболее типичная компоновка основных сооружений показана на рисунке 3.

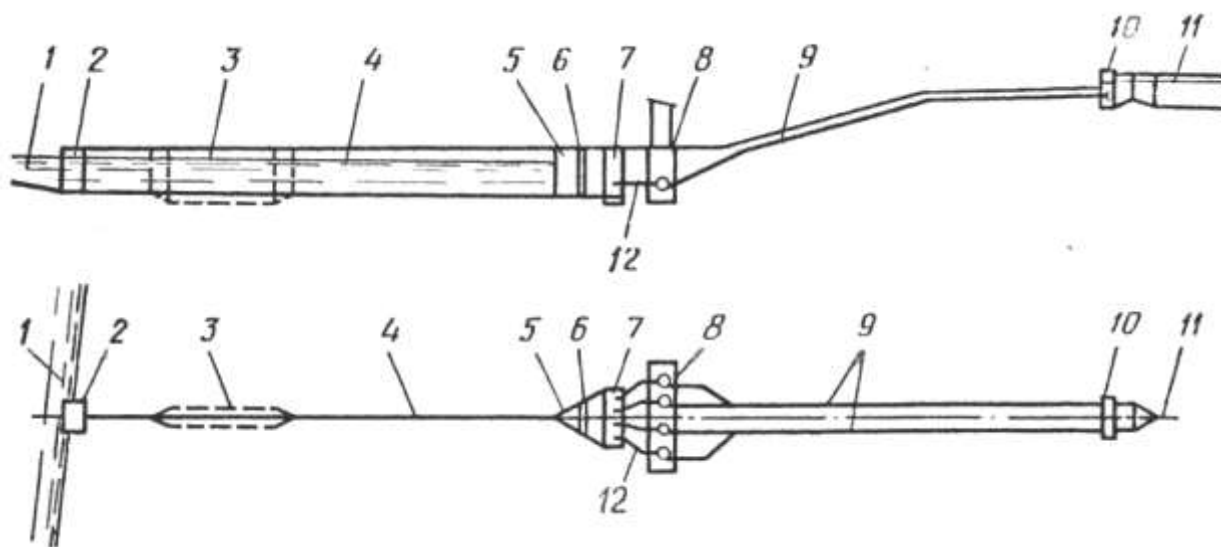


Рис. 3. Схема сооружений насосной станции с водозабором из поверхностного источника:
 1 — поверхностный водоисточник; 2 — водозаборное сооружение; 3 — отстойник; 4, 11 — подводящий и отводящий каналы; 5 — аванкамера; 6 — сороудерживающее сооружение; 7 — водоприемник; 8 — здание насосной станции; 9, 12 — напорный и всасывающие трубопроводы; 10 — водовыпускное сооружение

Кроме основных сооружений в состав оросительных насосных станций, могут входить вспомогательные здания, дороги, мосты, водопроводы, канализационные и тепловые сети, каналы для сбора ливневых вод, пристанционные площадки, подпорные стенки и т.д.

Состав сооружений выбирают в зависимости от конкретных условий.

Например, головные шлюзы-регуляторы на входе в подводящие каналы предусматривают только в тех случаях, если есть необходимость в регулировании их уровней или осушении для ремонта облицовки, водоприемника или иных сооружений, расположенных ниже уровней воды в канале.

С головным шлюзом-регулятором обычно совмещают рыбозащитные устройства.

Отстойники вводят в состав насосных станций только в тех случаях, если вода, перекачиваемая насосами, содержит взвешенные наносы и абразивные частицы в большем объеме, чем это разрешается техническими требованиями к работе насосов или условиями незаиливаемости оросительной сети.

Для очистки воды от наносов в состав сооружений насосной станции включают наносоперехватывающие или наносоулавливающие сооружения и устройства (гравииловки, песколовки), каналы-отстойники.

Необходимость строительства и длину подводящего канала, строительства отдельно стоящего водовыпускного сооружения, выбор места здания насосной станции, длину и конструкцию напорного трубопровода обосновывают технико-экономическим расчетом.

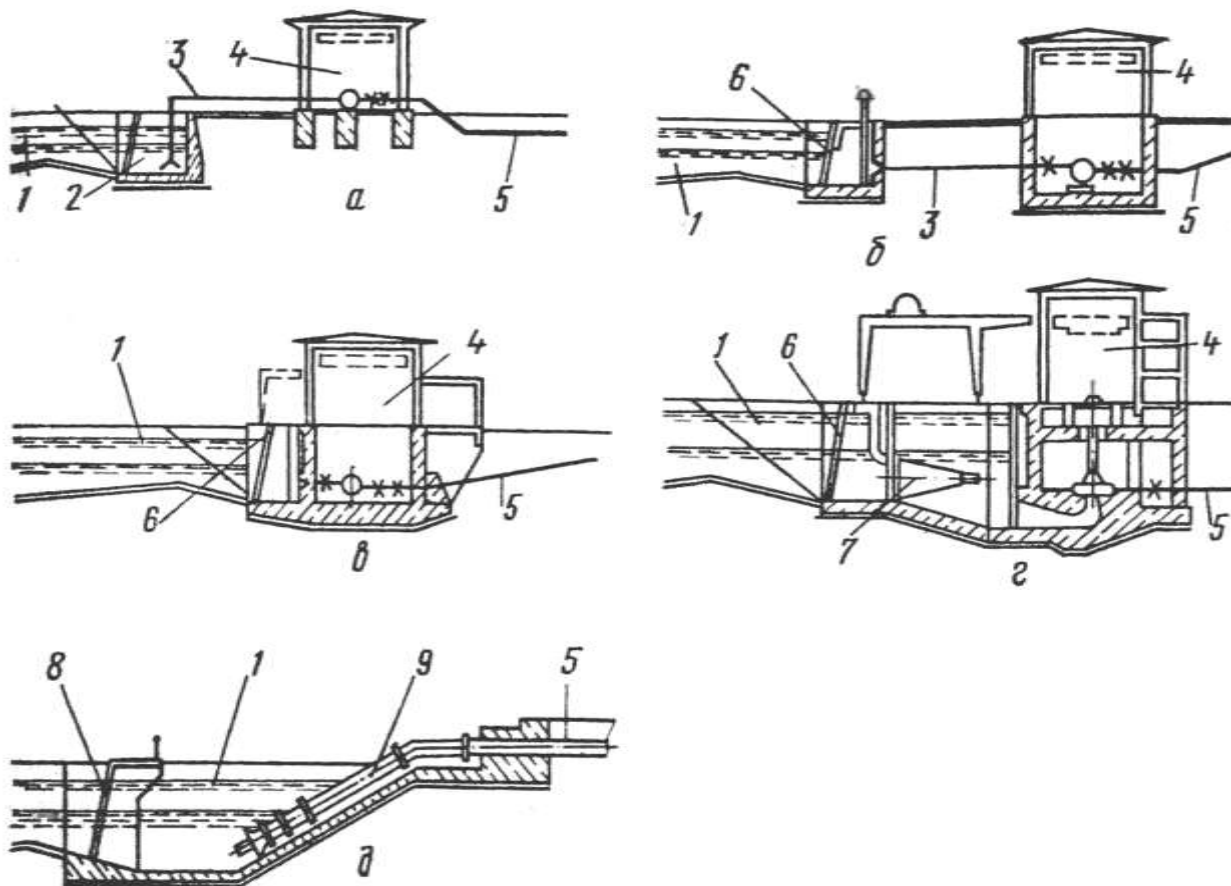


Рис. 4. Схемы сооружений перекачивающих насосных станций на канале:

- а) типовая компоновка аванкамеры, отдельно стоящего водоприемника с ручной очисткой решеток, всасывающих труб и здания насосной станции наземного типа;
- б, в) высотная компоновка сооружений насосной станции со зданием камерного типа;
- г) высотная компоновка сооружений насосных станций со зданием блочного типа, оборудованном вертикальными центробежными насосами;
- д) компоновка насосной станции, оборудованной погружными электронасосами;
- 1 — аванкамера; 2 — водоприемник камерного типа; 3, 5 — всасывающий (или самотечный) и напорный трубопроводы; 4 — здание насосной станции; 6 — сороудерживающая решетка;
- 7 — конусный рыбозаградитель; 8 — отдельно стоящее сороудерживающее сооружение;
- 9 — погружной насос

Наиболее распространенный тип оросительных насосных станций — перекачивающие на трассах магистральных каналов. Схемы основных сооружений таких насосных станций приведены на рисунке 4.

Отдельно стоящие водоприемники камерного типа (рис. 4, б, в) сооружают в тех случаях, когда необходимо уменьшить габаритные размеры аванкамеры для предотвращения заиливания или по конструктивным соображениям (повышение устойчивости здания на сдвиг и прочности стен, собранных из сборных железобетонных элементов и имеющих балки-распорки).

План пристанционной площадки крупной оросительной насосной станции показан на рисунке 5.

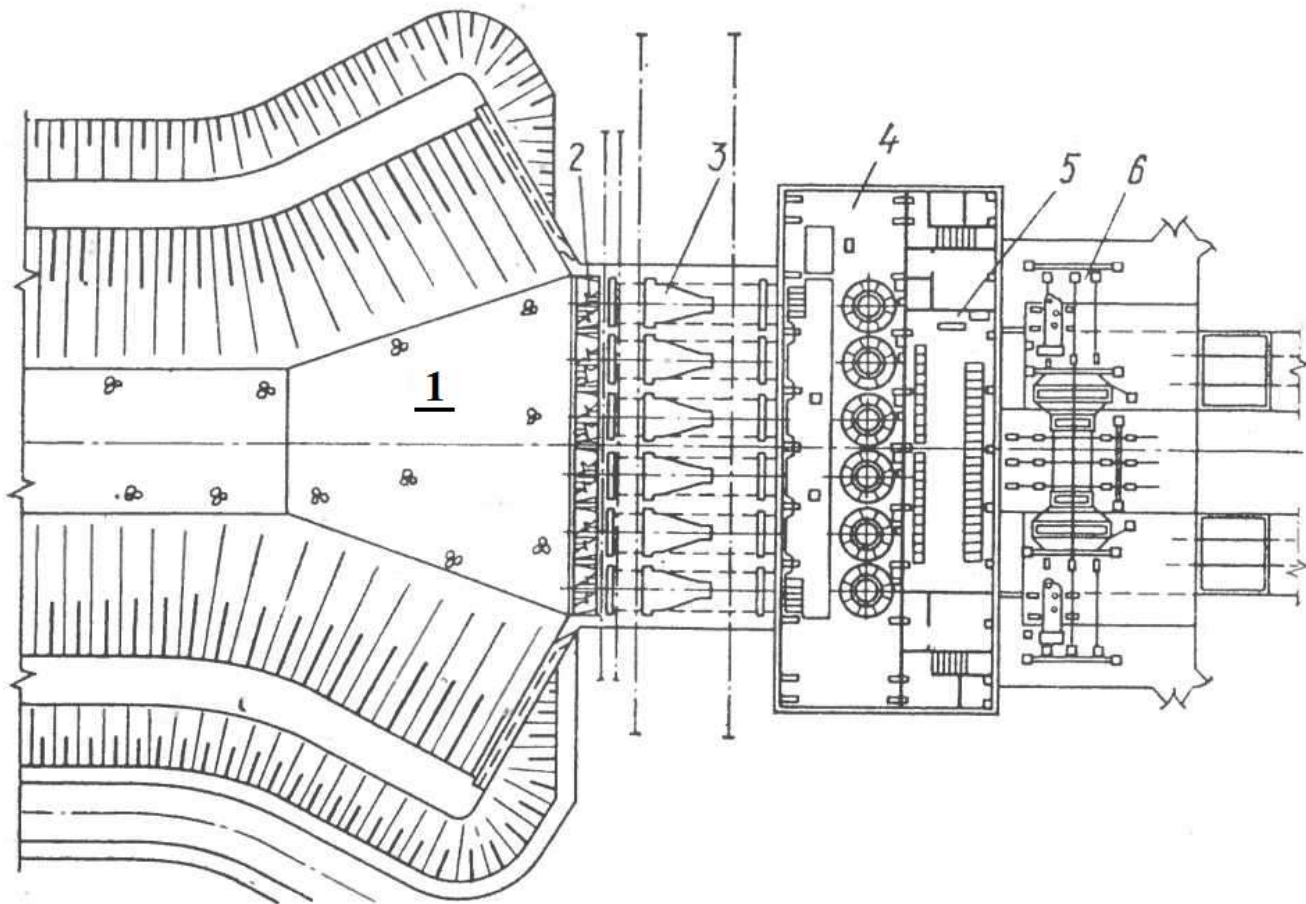


Рис. 5. План пристанционной площадки крупной насосной станции:

1 — аванкамера; 2 — сороудерживающая решетка; 3 — конусные рыбозаградители; 4 — машинный зал; 5 — распределительное устройство; 6 — трансформаторная подстанция

При водозаборе из источников с большими амплитудами колебаний уровней воды малые и средние оросительные насосные станции, как правило, проектируют по тем же правилам, что и водозаборные сооружения систем водоснабжения.

В практике водохозяйственного строительства встречаются случаи, когда здание насосной станции приходится выносить в русло реки или водохранилище (вне зоны береговых течений). Это делают в следующих случаях:

- при колебании уровней воды в источнике более 5 м;
- при затапливаемой пойме шириной более 300 м;
- при недостаточных глубинах прибрежной зоны водного источника;
- при мощных береговых течениях воды, насыщенной наносами;
- при неблагоприятных геологических условиях для строительства подводящего канала и здания станции;
- при устойчивом участке русла водного источника;
- при достаточных глубинах для размещения водоприемных отверстий и т.п.

В этом случае здание совмещают с сороудерживающими и рыбозащитными сооружениями и водоприемником. Насосная станция в этих случаях не имеет ни шлюза-регулятора, ни подводящего канала, ни аванкамеры. Построить ее можно следующими методами:

- наплавным методом - полную конструкцию здания станции изготавливают в специальном доке и затопливают на месте строительства;
- методом опускного колодца - со специально отсыпанного острова.

Такое решение насосной станции необходимо согласовывать с местным пароходством, рыбным хозяйством и другими заинтересованными организациями.

Оросительные, насосные станции могут быть расположены рядом с плотинами. Здания их обычно размещают в устоях водосливных плотин или в нижнем бьефе.

УСТОЙ ПЛОТИНЫ - конструкция, сопрягающая бетонную плотину с берегом или с плотиной из грунтовых или материалов

В тех случаях, когда размеры нижнего блока здания соизмеримы с размерами плотины, здание можно включить в напорный фронт плотины или врезать в ее низовой откос. Как правило, такие здания оборудуют вертикальными насосами большой подачи.

Оптимальная компоновка сооружений насосной станции со зданием в нижнем бьефе плотины приведена на рис. 6.

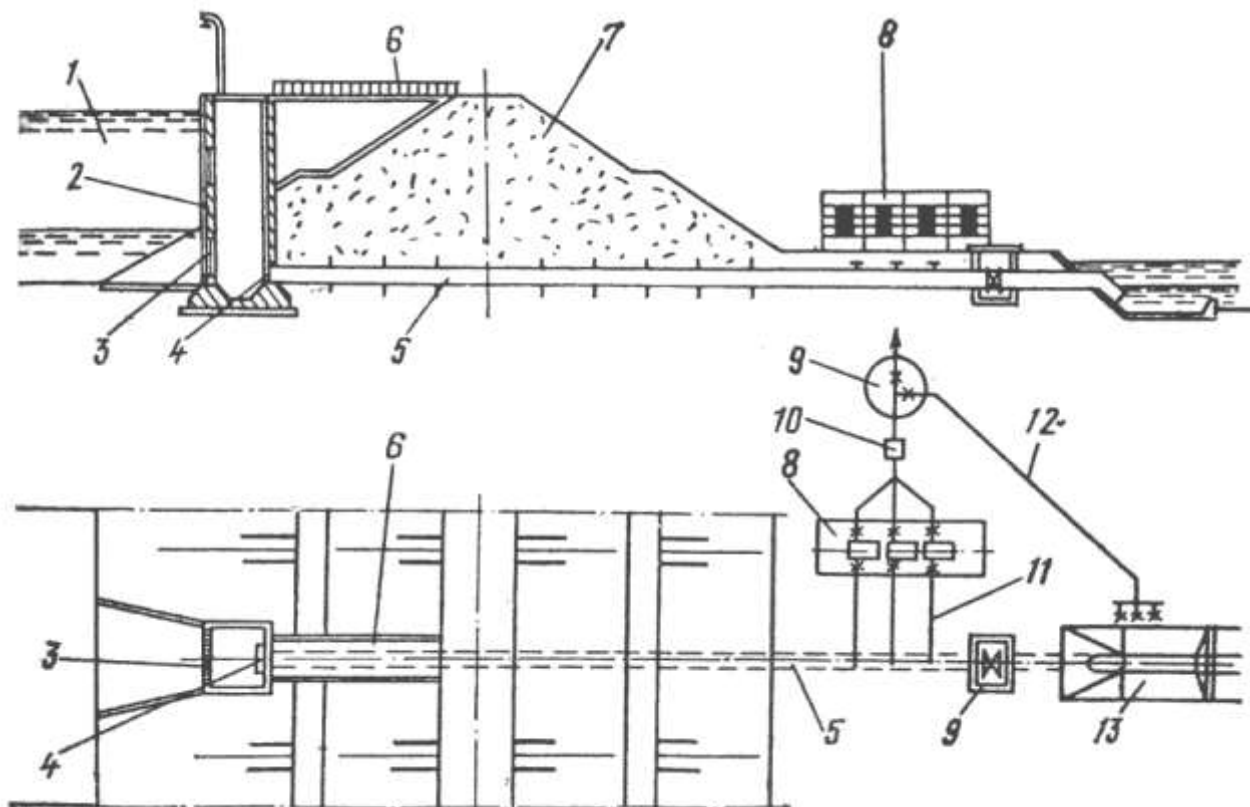


Рис. 6. Схема сооружений насосных станций с водозабором из водохранилищ:

- 1 — водохранилище; 2 — водоприемная башня; 3 — отверстия решетки или сетки; 4 — ремонтный затвор; 5 — донный водосброс; 6 — служебный мостик; 7 — плотина; 8 — здание НС; 9, 10 — колодцы задвижек и расходомера; 11 — всасывающие трубы; 12 — технологический сброс; 13 — водобойный отводящий канал

Низконапорные оросительные насосные станции могут быть совмещены с плотинами (рис. 7). Их сооружают с целью подачи воды из нижнего бьефа плотин в верхний.

Бьеф (фр. *bief*) — часть реки, канала, водохранилища или другого водного объекта, примыкающая к гидротехническому сооружению. К сооружениям, у которых могут быть бьефы, относятся плотина, шлюз, гидроэлектростанция и другие.

Существуют **верхний бьеф**, который располагается выше по течению, и **нижний бьеф**, располагающийся по другую сторону гидротехнического сооружения. Верхним бьефом часто является водохранилище.

В зданиях таких насосных станций нет насосного помещения. Рабочие колеса насосов и трансмиссионные валы размещают в вертикальных шахтах отдельно стоящих башен, что позволяет максимально использовать водосливной фронт плотины, а изогнутые всасывающие трубы насосов — в теле плотины. Монтировать и демонтировать рабочие колеса насосов можно как через шахту

электродвигателя (вынесенного на незатопляемые отметки), так и из галереи, проходящей вдоль здания станции на уровне рабочих колес. Обычно такие насосные станции оборудуют осевыми насосами подачи $15 \text{ м}^3/\text{с}$.

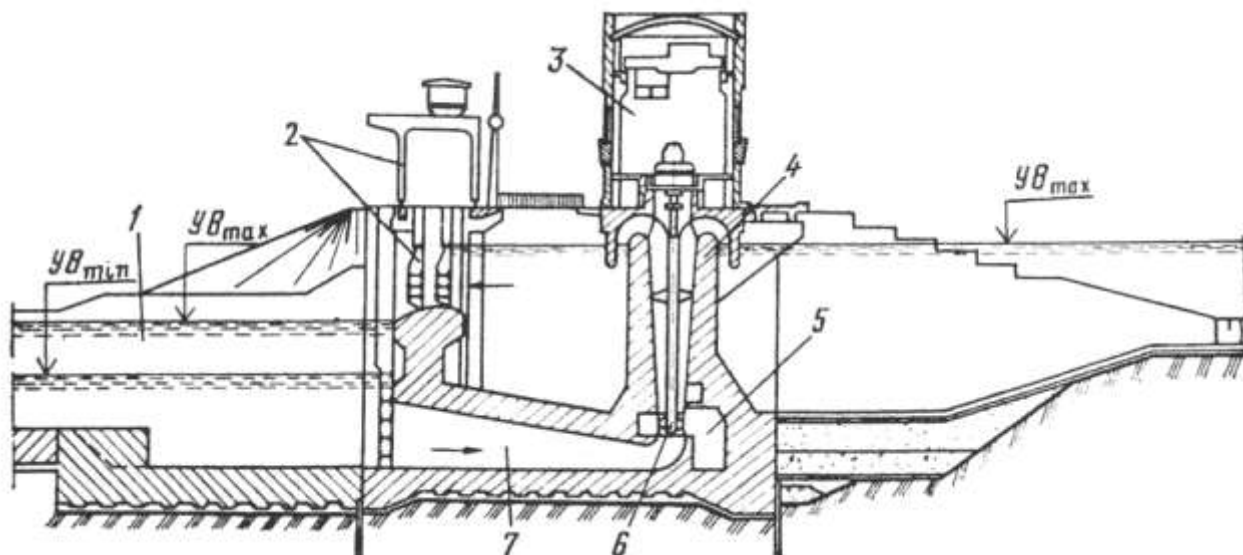


Рис. 7. Схема насосной станции, совмещенной с плотиной:

1 — нижний бьеф плотины; 2 — козловый кран и затворы водосливной плотины; 3 — машинный зал; 4 — гребень сифонного водовыпуска; 5 — проходная галерея; 6 — рабочее колесо осевого насоса; 7 — всасывающая труба насоса

В тех случаях, когда необходим расчетный напор насосной станции больше, чем фактический напор выпускаемых промышленностью насосов, на трассе водоподачи сооружают две и более насосные станции. Причем перед второй и последующими станциями строят или открытые регулирующие емкости (каналы или резервуары), или уравнивательные башни (рис. 8).

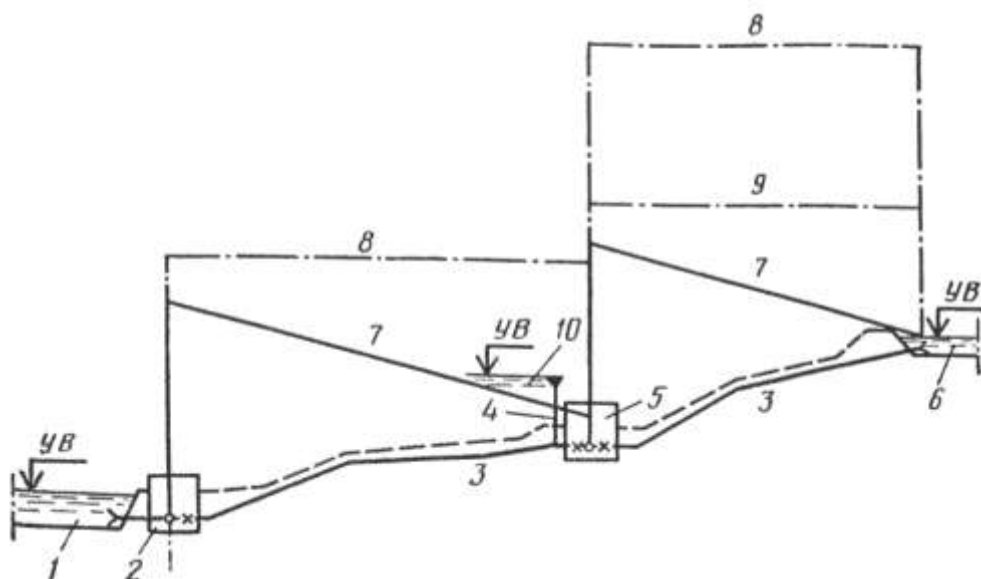


Рис. 8. Схема каскада насосных станций, работающих по схеме «насос в насос»:

1 — водоисточник; 2, 5 — здания насосных станций I и II подъема; 3 — напорные трубопроводы; 4 — уравнивательная башня (аварийный сброс); 6 — отводящий канал; 7, 8, 9 — графики напоров соответственно при нормальной работе насосных станций I и II подъема, при $Q = 0$ насосных станций I и II подъема и отключенном аварийном сбросе, при $Q = 0$ насосной станции II подъема и нормальной работе аварийного сброса; 10 — уровень воды в уравнивательной башне при отключенной насосной станции II подъема

Здания насосных станций II и последующих подъемов (при работе на единый трубопровод) размещают таким образом, чтобы их насосы работали всегда в режиме небольшого подпора.

Уравнивательные башни 4 на напорных трубопроводах позволяют:

1) уменьшить до безопасного значения давление при запуске насоса станции II подъема - при нулевой подаче к напору насосной станции II подъема прибавляется напор насосной станции I подъема;

2) снизить силовое воздействие гидравлического удара на корпус насосов станции II подъема.

В состав насосных станций, перекачивающих сточные воды и навозные стоки, входит, как правило, целый комплекс различных сооружений (рис. 9). В тех случаях, когда прифермский накопитель 1 расположен выше смесительной камеры 8, насосную станцию перекачки подготовленных стоков включать в этот комплекс сооружений нет необходимости.

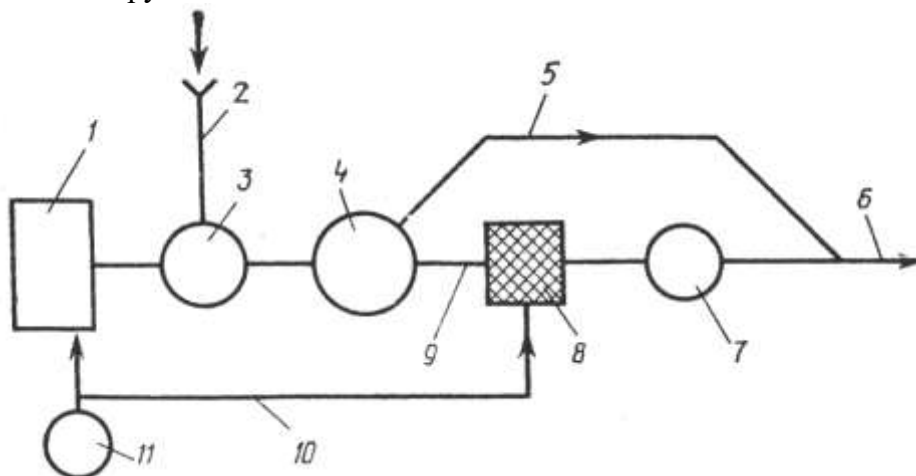


Рис. 9. Схема сооружений насосных станций при орошении сточными водами и навозными стоками:

1 — прифермский накопитель; 2 — трубопровод подачи сточных вод в приемный резервуар; 3 — приемный резервуар; 4 — НСт перекачки; 5 — трубопровод подачи сточных вод в закрытую сеть; 6 — трубопровод напорный закрытой сети; 7 — НСт подачи в закрытую сеть; 8 — смесительная камера; 9 — трубопровод подачи сточных вод в смесительную камеру; 10 — трубопровод подачи чистой воды для промывки; 11 — НСт чистой воды

Когда нет поверхностных источников воды, для нужд орошения можно использовать подземные. Компоновка оросительных насосных станций, забирающих подземные воды, аналогична компоновке насосных станций сельскохозяйственного водоснабжения.

4. ОСУШИТЕЛЬНЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

Осушительные насосные станции применяют для перекачки воды из открытых каналов-дрен, скважин вертикального дренажа, котлованов, строящихся в обводненных грунтах.

Станции, откачивающие паводковые и ливневые воды, работают периодически, иногда несколько дней в году, а откачивающие грунтовые воды, как правило, круглый год. Для всех осушительных насосных станций характерны:

- большая неравномерность подач - это связано со значительными колебаниями поверхностного и грунтового стока;
- возможность перерывов в работе.

Продолжительность перерывов зависит от вместимости регулирующих емкостей и допускаемой продолжительности подтопления сельскохозяйственных угодий.

Графики работы (расходов воды) зависят:

- от фильтрационных и сбросных расходов;
- от объема паводков - в периоды таяния снега, ливней;
- от вместимости естественных и искусственных емкостей (если они есть).

Расчетную подачу основных насосов осушительных насосных станций выбирают с учетом возможного кратковременного затопления местности. Поэтому верхняя часть их подземных зданий и пол наземных должны быть расположены не менее чем на 0,5 м выше средних отметок местности, прилегающей к ним, или максимального расчетного уровня воды с учетом ветровых или нагонных волн.

В тех случаях, когда воду из осушительного коллектора в какой-то период времени можно сбросить самотеком, необходимо рассматривать целесообразность строительства самотечного сброса:

- отдельно стоящего - если сбрасываемый расход воды значительно больше подачи насосной станции;
- совмещенного с ее зданием - если сбрасываемый расход не превышает подачу насосной станции и не требуется расширения подземной части здания.

Чтобы откосы сбросных каналов не разрушались, подачи насосных станций должны изменяться плавно. Это требование выполняется на насосных станциях, оборудованных большим числом основных или разменных насосов или насосами с приводом, способным изменять частоту вращения.

Каналы-коллекторы, как правило, несут большое количество мусора — траву, ветки деревьев, топляки, водоросли, торфяные острова, поэтому осушительные насосные станции следует оборудовать надежными сороочистными устройствами.

Обобщенные схемы сооружений осушительных насосных станций приведены на рисунке 10. Состав сооружений зависит от параметров станции и природных условий.

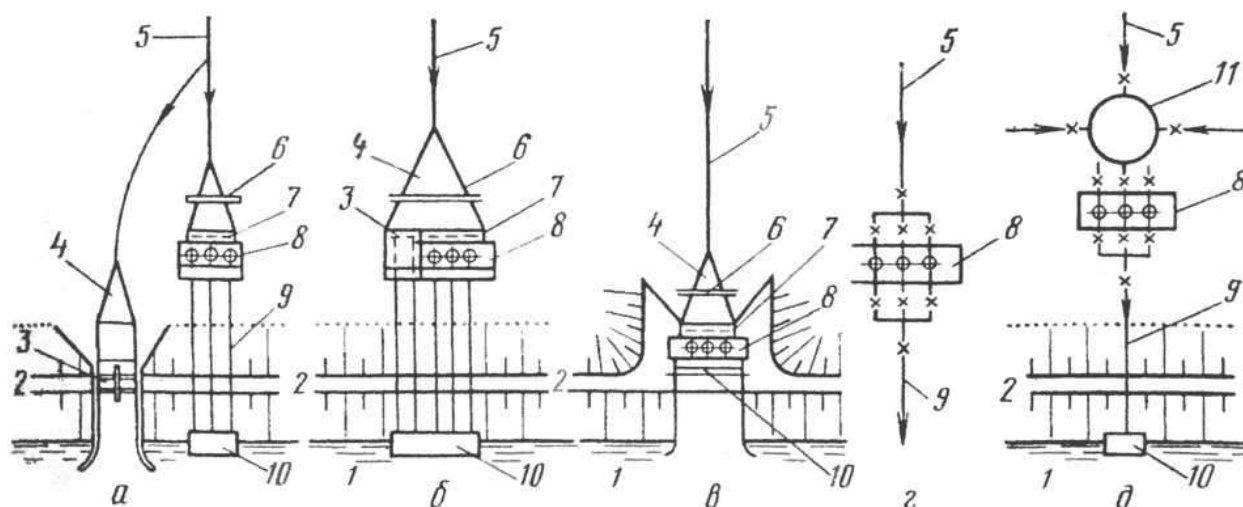


Рис. 10. Схемы сооружений осушительных насосных станций (вид сверху):

- а, б) раздельная и совмещенная компоновки здания насосной станции и шлюза самотечного сброса; в) компоновка насосной станции без шлюза самотечного сброса; г) насосная станция расположена на трубчатом коллекторе; д) насосная станция забирает воду из сбросного колодца;
- 1 — река (или водохранилище); 2 — дамба; 3 — шлюз самотечного сброса; 4 — аванкамера; 5 — подводящий канал; 6 — сороудерживающее сооружение; 7 — водоприемник здания насосной станции; 8 — здание насосной станции; 9 — напорные трубопроводы; 10 — водовыпускное сооружение; 11 — приемный колодец

При относительно малых напорах (до 5 м) и применении крупных насосов ОПВ (осевых) здание осушительной насосной станции можно совмещать с водовыпускным сооружением (рис. 10, в).

Часто воду к осушительным насосным станциям подводят по трубопроводам. Когда трубопроводы выполняют функции транспортной магистрали, насосную станцию проектируют как обычную станцию подкачки (II подъема). Если же трубопроводы будут работать в постоянном режиме без подтопления дрен, то перед зданием станции предусматривают регулируемую емкость, максимальный уровень воды в которой принимают ниже центра трубы-коллектора (рис. 10, г, д).

На крупных польдерных системах с целью уменьшения глубины осушительных каналов, как правило, проектируют несколько насосных станций (обычно двойного действия, то есть осушительно-увлажнительные).

Польдер (нидерл. *polder*) — осушенный и возделанный низменный участок побережья. Польдеры обычно располагаются на месте низменных заболоченных морских побережий — маршей, часто ниже уровня моря, защищены от моря или других окружающих водоёмов валами, дамбами и другими гидротехническими сооружениями от затопления морскими и речными водами. Уровень грунтовых вод в польдерах регулируется дренажными устройствами, часто с машинной откачкой воды. Польдеры отличаются высоким плодородием, обычно возделаны.

В режиме осушения осушительно-увлажнительная насосная станция с механическим водоподъемом (рис. 11) работает следующим образом. При включении насоса *б* вода из подводящего канала *1* через сороудерживающую решетку *2* поступает в водоприемник *3*, затем по самотечной трубе *4* в трубчатый колодец *5*, а из него в насос *б*. Насос *б* подает воду в напорный трубопровод *7*. Из трубопровода *7* вода сливается в колодец *9* и по самотечной трубе *10* уходит в отводящий канал *12*. Для того чтобы эта насосная станция работала в режиме увлажнения, насос *б* нужно установить в колодец *9*. Тогда он будет перекачивать воду из отводящего канала *12* в канал *1*. При высоком уровне стояния воды в канале *12* вода в канал *1* может подступать самотеком (если будет демонтирован насос *б*).

Монтируют и демонтируют погружные электронасосы через герметические крышки трубчатых колодцев *5* и *9* при помощи тали, установленной на монорельсе.

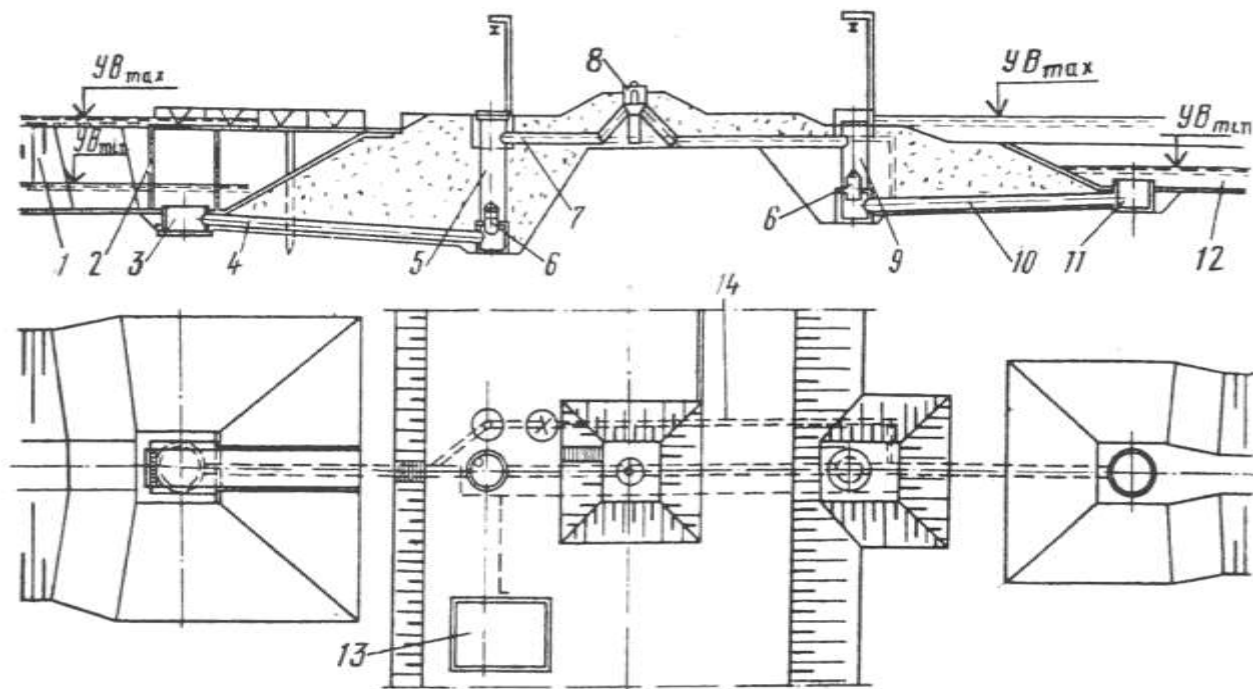


Рис. 11. Схема сооружений осушительно-увлажнительной насосной станции:

- 1* — подводящий канал; *2* — сороудерживающая решетка; *3* — водоприемник;
4, 10 — самотечные трубы; *5, 9* — трубчатые колодцы; *б* — насос; *7* — напорный трубопровод;
8 — клапан срыва вакуума; *11* — водовыпускной колодец; *12* — отводящий канал;
13 — помещение электротехнического оборудования; *14* — сбросная (отводящая) труба

5. НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Насосными станциями сельскохозяйственного водоснабжения называют здания, в которых установлены основные и вспомогательные насосы и другое оборудование.

Они подразделяются следующим образом:

1) по положению на трассе водоподачи:

- головные I подъема;
- перекачечные II и последующих подъемов.

2) по назначению:

- хозяйственно-питьевые;
- технические.

3) по технологическим особенностям:

- береговые
- русловые;

4) по конструктивным особенностям

- раздельные;

- совмещенные.

Насосные станции сельскохозяйственного водоснабжения работают круглый год. Поэтому их водоприемники следует проектировать с учетом зимней эксплуатации (ледостава, ледохода, прохождения шуги и сала), а здания — отапливаемыми с утепленными ограждающими конструкциями.

Такие насосные станции должны:

- иметь высокую степень надежности - поэтому их оснащают резервными насосными и вспомогательными устройствами;

- удовлетворять высоким санитарно-гигиеническим требованиям - вокруг насосных станций предусматривают зоны санитарной охраны, внутри зданий — санитарные узлы (унитаз, раковина) и помещения для дежурного персонала;

- быть автоматическими и подавать воду по требованию — при изменении давления в сети или уровней воды в водонапорных башнях.

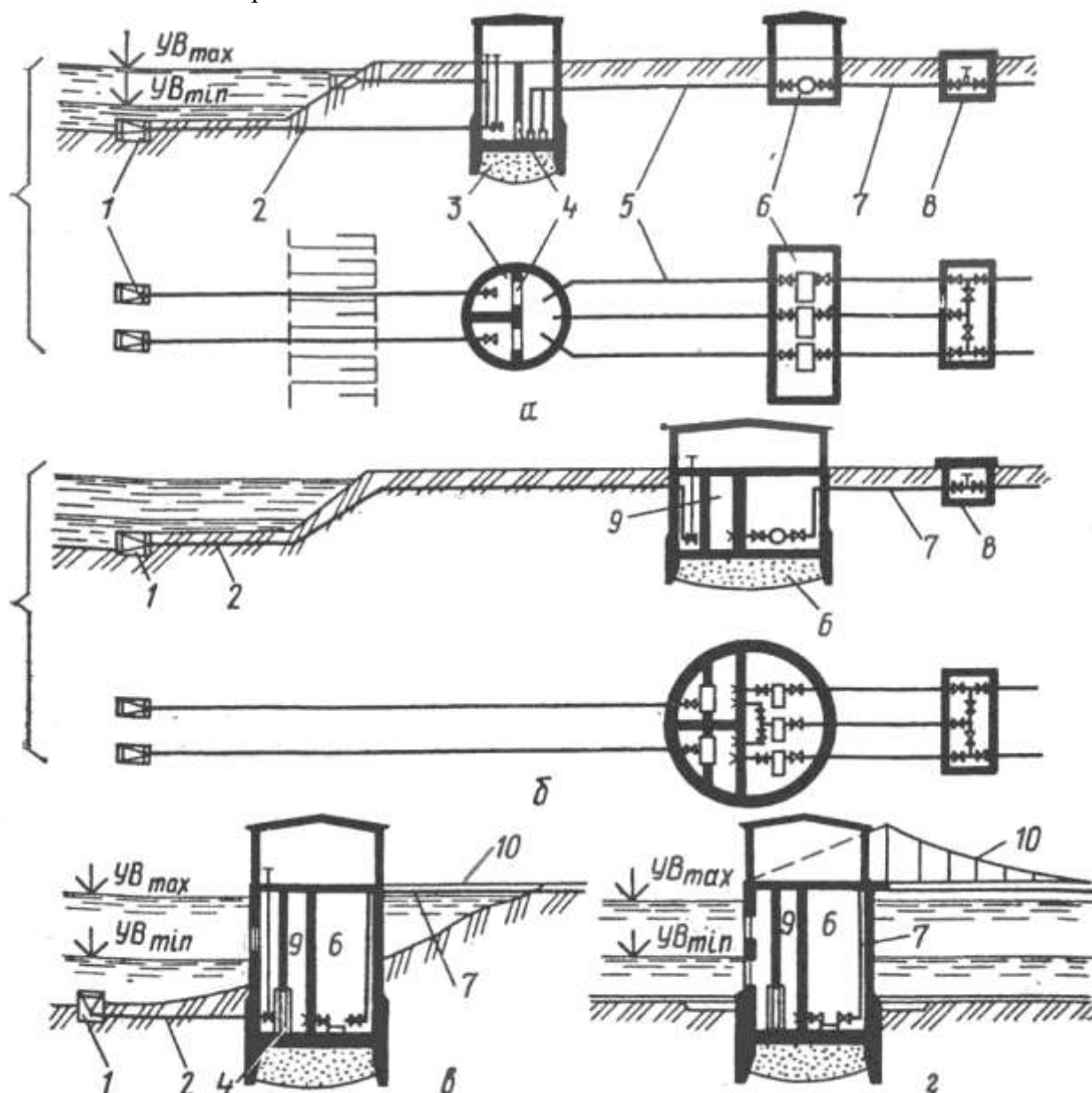


Рис. 12. Схемы головных насосных станций сельскохозяйственного водоснабжения:

а, б, в, z) с зданием насосной станции соответственно отдельно стоящим, совмещенным с береговым колодцем, расположенным в пределах берегового колодца, руслового типа;

1 — затопленный оголовок; 2 — самотечная (или сифонная) труба; 3 — береговой колодец; 4 — два ряда плоских сеток; 5 — всасывающий трубопровод; 6 — здание насосной станции; 7 — напорный трубопровод; 8 — камера переключений; 9 — камера водоприемная; 10 — мостовое строение

Подача насосных станций сельскохозяйственного водоснабжения относительно небольшая, поэтому их трубопроводы прокладывают из труб малого диаметра, что позволяет большинство трубопроводных переключений выполнять внутри зданий.

Состав таких насосных станций может изменяться в зависимости от природных условий. Поэтому, как правило, оптимальную их компоновку выбирают в результате технико-экономического сравнения различных вариантов.

Забор воды из поверхностных источников

Наиболее сложную компоновку и сложные водозаборные сооружения имеют головные насосные станции I подъема, возводимые на слабых водонасыщенных грунтах оснований в поймах рек и водохранилищ при больших колебаниях уровней воды (рис. 12).

Схему «а» можно применять при любых ширине поймы, геологических условиях, подачах и колебаниях воды в источнике. Ее недостаток — максимальное число сооружений. На практике всегда следует стремиться к возможному их сокращению.

Схема «б» выгодно отличается от схемы «а» тем, что в ней здание насосной станции совмещено с береговым колодцем.

Схемы «в» и «г» рассчитаны на любую подачу, но сложны как в строительстве, так и в эксплуатации.

Здания насосных станций в руслах рек или в затапливаемых зонах пойм часто выполняют в виде опускных колодцев (рис. 13).

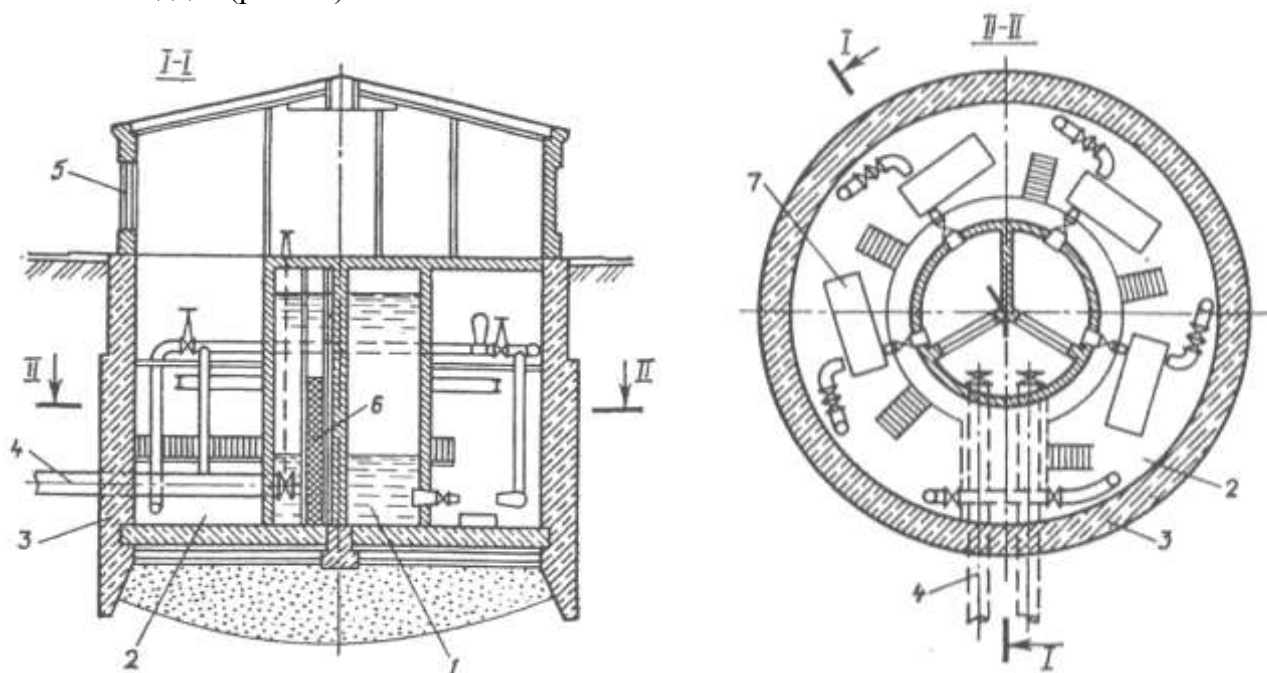


Рис. 13. Конструкция головного водозаборного сооружения, совмещенного с насосной станцией I подъема:

1 — водоприемный колодец; 2 — помещение насосов; 3 — стены опускного колодца; 4 — самотечные подводящие водоводы; 5 — верхнее строение; 6 — мелкие водоочистные сетки; 7 — основные насосы

Для обеспечения бесперебойной подачи воды при проектировании насосных станций следует предусмотреть:

- секционирование водозаборных сооружений - число независимо работающих секций водоприемников, самотечных линий и сеточных секций береговых колодцев принимают не менее двух;
- для сооружений I категории надежности строительство двух водозаборных сооружений с различными способами забора воды.

Схемы перекачивающих насосных станций II подъема проще, чем головных I подъема.

Комплексная схема водозаборных и очистных сооружений при отдельном размещении зданий насосных станций I и II подъема приведена на рисунке 14, а.

Насосная станция I подъема подает воду на очистные сооружения. Очищенная и обеззараженная вода поступает в резервуар чистой воды. Из этого резервуара ее забирает и подает в напорную сеть или в водонапорную башню насосная станция II подъема.

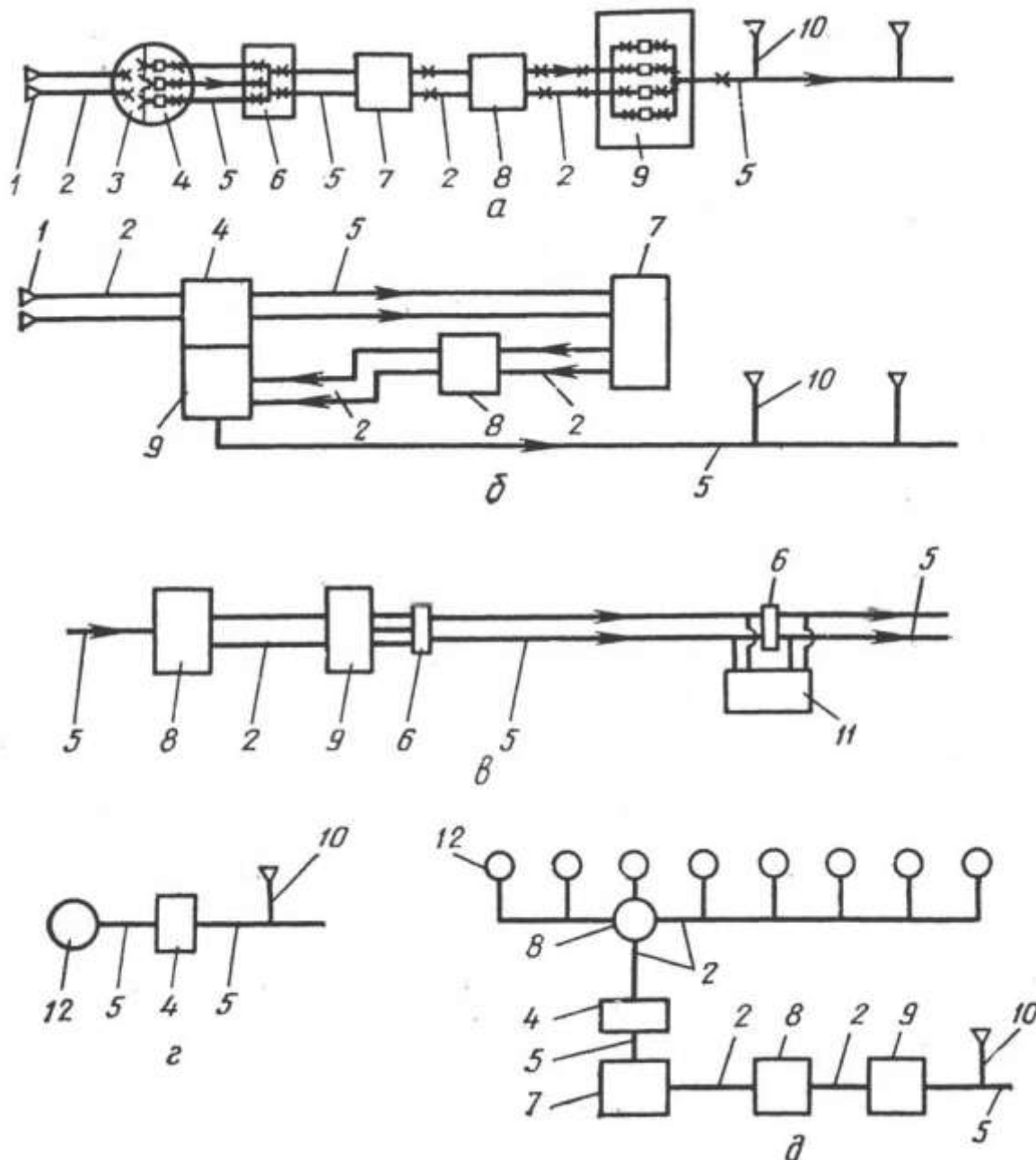


Рис. 14. Схемы сооружений насосных станций сельскохозяйственного водоснабжения с забором воды из поверхностных и подземных источников:

а, б) раздельная и совмещенная компоновка зданий насосных станций I и II подъема;

в) компоновка сооружений насосных станций II и III подъема; *г, д)* при заборе из подземных источников;

1 — водоприемный оголовок; 2 — подводящий трубопровод; 3 — водоприемная часть здания насосной станции I подъема; 4 — машинный зал; 5 — напорные трубопроводы; 6 — камера переключений; 7 — очистные сооружения; 8 — регулирующая емкость; 9, 11 — здания насосных станций II и III подъема; 10 — водонапорная башня; 12 — водозабор подземных вод (скважина, шахтный колодец)

Насосы насосной станции II подъема могут быть размещены в здании насосной станции I подъема (рис. 14, б). Вода от очистных сооружений возвращается к насосной станции I подъема.

Оборудование насосной станции II подъема размещено в здании насосной станции I подъема.

Схемы сооружений насосных станций II и III подъема приведены на рисунке 14, в. Здание станции III подъема расположено рядом с напорным трубопроводом, а не врезано в него, что дает возможность в периоды малого разбора воды и малых потерь напора ее отключать и подавать воду только насосами станции II подъема.

Забор воды из подземных источников

Когда в зоне потребления нет поверхностных источников воды, воду для нужд сельскохозяйственного водоснабжения можно забирать из подземных источников.

В тех случаях, когда подземные воды пригодны для питья без дополнительной обработки, насосные станции сельскохозяйственного водоснабжения строят без очистных сооружений (рис. 14, з).

Если же подземные воды нуждаются в дополнительной обработке, то в состав насосных станций сельскохозяйственного водоснабжения включают различные очистные сооружения (рис. 14, д).

Водозаборные сооружения, забирающие воду из подземных источников, подразделяют на горизонтальные, вертикальные и лучевые.

Горизонтальные водозаборы обычно применяют при неглубоком залегании (до 5 м) и небольшой мощности водоносного слоя. Они состоят из водозахватывающих галерей или труб с отверстиями, уложенных в слое песчано-гравийного фильтра, и сборного колодца, оборудованного насосами. Водозахватывающие трубы укладывают вдоль русла реки или поперек потока подземных вод.

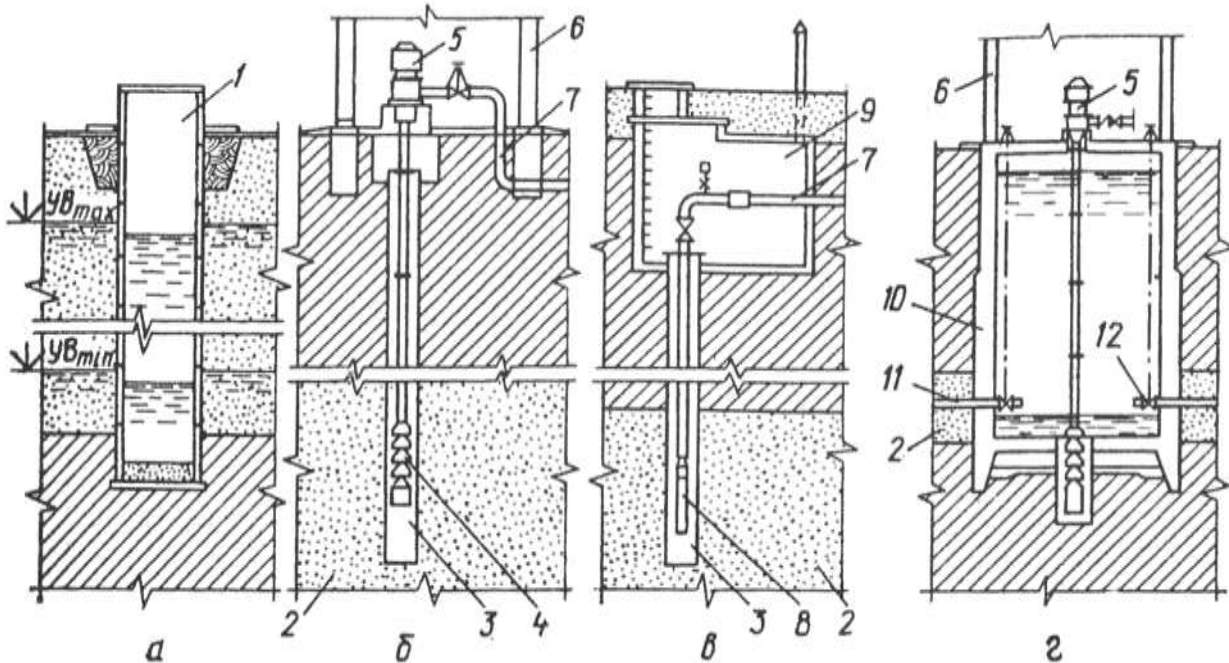


Рис. 15. Схемы водозаборов из подземных источников:

а) шахтный колодец; б, в) скважины, оборудованные насосами типа А (или АТН) и ЭЦВ;
г) лучевой водозабор;

1 — шахтный колодец; 2 — водоносные грунты; 3 — скважина; 4 — артезианский насос типа А или АТН; 5 — электродвигатель; 6 — наземный павильон; 7 — напорный трубопровод;
8 — электропогружной насос типа ЭЦВ; 9, 10 — подземный и опускной колодцы;
11 — горизонтальные фильтрующие трубы-лучи (дрены); 12 — задвижки с колонками управления

Вертикальные водозаборы рекомендуется устраивать при залегании водоносного слоя на глубине более 5 м. Обычно их выполняют в виде скважин или шахтных колодцев (рис. 15, а, б, в). Для предотвращения выноса частиц грунта скважины оборудуют проволочными и сетчатыми фильтрами, шахтные колодцы — гравийными фильтрами.

Число и плановое расположение вертикальных водозаборов зависят:

- от гидрогеологических условий района - мощности и глубины водоносного слоя, коэффициентов фильтрации и т.д.;
- размеров водопотребления;
- технико-экономической целесообразности того или иного технического решения.

Вертикальный водозабор может включать от 1 до 30 шахтных колодцев или скважин. Шахтные колодцы и скважины, как правило, располагают в линию параллельно береговой линии водоема, нормально или под углом к водотоку (для перехвата подрусловых вод) или же равномерно на определенной площади таким образом, чтобы они не мешали работать друг другу.

Шахтные колодцы представляют собой вертикальные выработки с большими размерами поперечного сечения (по сравнению со скважинами), позволяющими увеличить подачу одной установки. Они состоят из наземной части, оголовка, ствола, водоприемной и водосборной частей и зумпфа. Воду из них можно поднимать насосами типа А, АТН, ЭЦВ и др. Центробежные горизонтальные насосы устанавливают на понтоне, плавающем на поверхности воды в колодце.

Скважины состоят из створа и водоприемной части. В устойчивых водоносных породах (плотные известняки, песчаники и др.) их водоприемную часть оставляют оголенной, а в неустойчивых (пески, галечники, сильно разрушенные скальные породы) защищают фильтрами. Стенки скважин полностью или частично закрепляют обсадными трубами.

Воду из куста близко расположенных одна к другой неглубоких скважин можно поднять обычными центробежными насосами горизонтального исполнения. В неглубокие скважины (глубина до минимального динамического уровня воды не более 10 м) опускают всасывающие трубы, объединенные всасывающим коллектором, к которому (желательно в центре) подсоединяют основной центробежный насос и трубу вакуум-системы (рис. 16, а). В состав вакуум-системы рекомендуется включать вакуум-котел для непрерывного перехвата воздуха из всасывающих труб. Конец трубы-коллектора можно также опускать под минимальный уровень воды промежуточного колодца (рис. 16, б). Это позволяет подсоединять к колодцу несколько насосов. Вакуум-система в таком случае будет работать только во время пуска первого насосного агрегата, а работа всасывающих труб не будет зависеть от пульсации подачи насосов.

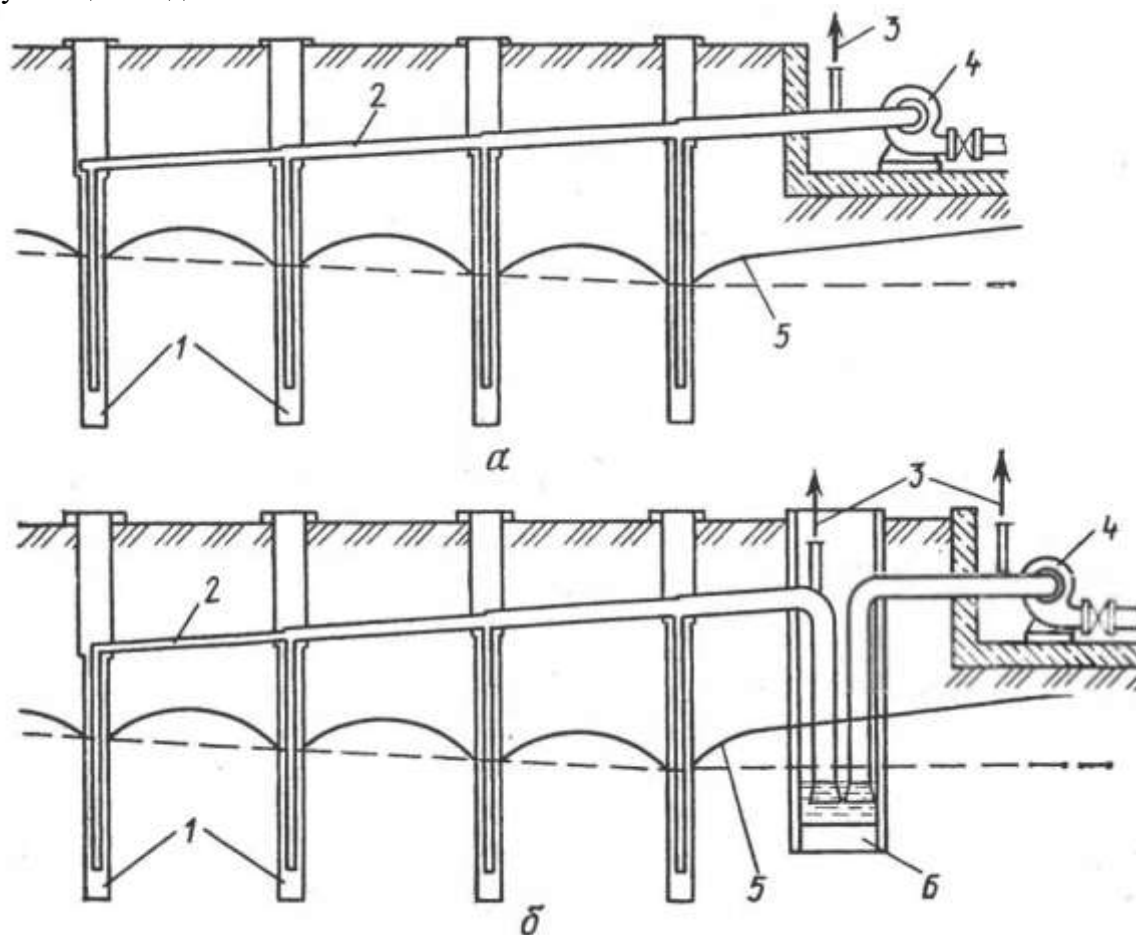


Рис. 16. Схемы сооружений централизованного водозабора из скважин:

- а) конец трубы-коллектора подсоединен непосредственно к всасывающему патрубку основного насоса; б) конец трубы-коллектора опущен под минимальный уровень промежуточного колодца;
 1 — скважины; 2 — труба-коллектор; 3 — к вакуум-наосу; 4 — основной насос;
 5 — динамический уровень воды; б — сборный колодец

Лучевые водозаборы, как правило, устраивают для забора большого объема грунтовых вод из маломощных водоносных слоев в тех случаях, когда бурение большого числа скважин неэкономично. Их выполняют в виде опускного или обычного шахтного колодца, используемого в качестве приемных резервуаров-водоприемников (рис. 15, г). От водоприемника по радиусам отходит несколько горизонтальных фильтрующих труб-лучей (трубы устанавливают методом продавливания). Трубы-лучи снабжают проволоочными или сетчатыми фильтрами.

В зависимости от производительности лучевой водозабор оборудуют вертикальными скважинными насосами типа ЭЦВ, А, АТН или вертикальными типа В. Скважинные насосы позволяют максимально сократить габаритные размеры колодца и разместить электродвигатели выше максимального уровня воды. Однако эти насосы имеют более низкий КПД и менее надежны, чем насосы типа В. Доступ к задвижкам, расположенным на концах лучей-фильтров, при установке таких насосов затруднен.

6. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

Схемы и конструкции канализационных насосных станций (рис. 17 и 18) предназначены для откачки дождевых (поверхностных), производственных и бытовых сточных вод. Они во многом схожи со схемами и конструкциями осушительных насосных станций на каналах и закрытых дренах.

Канализационные насосные станции работают круглый год. Поэтому их производственные помещения, в том числе помещения приемных резервуаров и сородерживающих решеток, должны отапливаться.

Насосные станции, перекачивающие бытовые сточные и дождевые воды, следует располагать в отдельно стоящих зданиях, желательно под защитой зеленых насаждений, а перекачивающие производственные сточные воды — в блоке с производственными зданиями. Насосы для перекачки бытовых сточных вод допускается устанавливать в помещении станции, перекачивающей сточные воды.

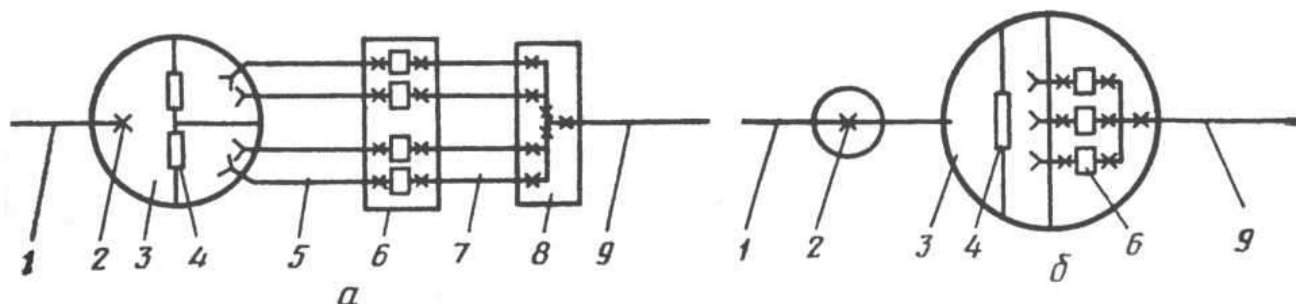


Рис. 17. Схемы канализационных насосных станций:

а, б) раздельная и совмещенная компоновки водоприемного сооружения и здания насосной станции;

- 1 — подводящий коллектор; 2 — затвор; 3 — приемный колодец; 4 — сородерживающая решетка; 5 — всасывающий трубопровод; 6 — здание насосной станции; 7 — напорный трубопровод; 8 — камера переключений; 9 — отводящий коллектор

Подводящий коллектор насосной станции должен иметь запорное устройство, позволяющее отключить основные ее сооружения для осмотра и ремонта. Решетки, защищающие насосы от засорения, следует оборудовать механизированными граблями или дробилками. Только при малом количестве отбросов (менее $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$) допускается их ручная очистка. Приемный резервуар и решетки, расположенные в одном здании с машинным залом, должны быть отделены от него глухой водонепроницаемой перегородкой.

При проектировании насосных станций желательно предусматривать возможность промывки или механическую очистку их приемных резервуаров и трубопроводов. Емкость приемных резервуаров должна вмещать воду, перекачиваемую самым крупным насосом, установленным на станции, в течение 5 мин.

Отметка порога на входе в здание насосной станции, расположенной на затапливаемой местности, должна быть не менее чем на $0,5 \text{ м}$ выше уровня нагона воды при максимальном уровне паводковых вод.

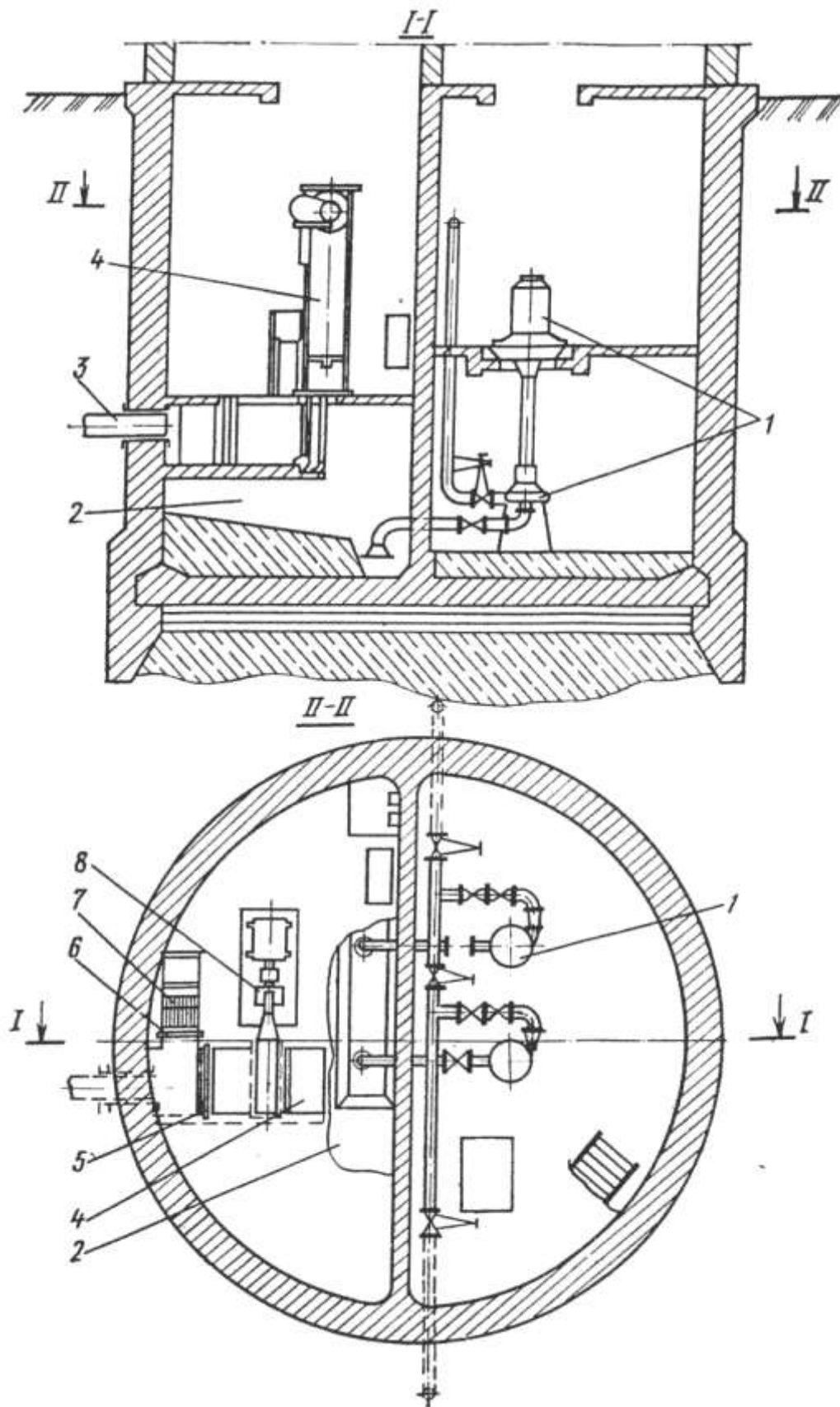


Рис. 18. Конструкция канализационной насосной станции:
 1 — фекальный насос и электродвигатель; 2 — приемный колодец; 3 — подводящий коллектор;
 4, 7 — механизированная и ручная решетки; 5, 6 — ремонтные затворы; 8 — дробилка