

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

НАСОСНЫЕ И ВОЗДУХОДУВНЫЕ СТАНЦИИ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

для студентов специальности 1-70 04 03
«Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

В двух частях

Часть 2

Составление и общая редакция
Т. В. Козицина

Новополоцк 2007

УДК 628.12(075.8)

ББК 38.761я 73

Н 31

Рекомендован к изданию методической комиссией
инженерно-строительного факультета

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А. П. Майорчик, канд. техн. наук, доцент кафедры
«Водоснабжение и водоотведение» БНТУ;

А. М. Иваненко, канд. техн. наук, зав. кафедрой
«Водоснабжение и водоотведение»

Насосные и воздуходувные станции : учеб.-метод. комплекс / сост. и общ.
Н 31 ред. Т. В. Козицина. – Новополоцк : ПГУ, 2007. – 176 с.

ISBN 978-985-418-551-4 (Ч. 2).

ISBN 978-985-418-550-7.

Рассмотрены устройство, методика расчетов и конструирования насосных станций применительно к курсовому проектированию. Особое внимание уделено их компоновке. Приведены примеры рационального подбора насосного, энергетического и вспомогательного оборудования, а также выбора размеров и конструкции зданий насосных станций.

Представлены методические указания к выполнению курсового проекта и задания для практических занятий. Включены необходимые при курсовом проектировании справочные данные о насосном и подъемно-транспортном оборудовании, трубопроводной арматуре и т.п.

Предназначен для студентов, обучающихся по специальности «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

УДК 628.12(075.8)

ББК 38.761я 73

ISBN 978-985-418-551-4 (Ч. 2).

ISBN 978-985-418-550-7.

© Козицин Т. В., составление, 2007

© Оформление. УО «ПГУ», 2007

ВВЕДЕНИЕ

Насосные станции являются важнейшим элементом современных систем водопровода и канализации. Именно через них жидкости сообщается энергия, необходимая для поднятия ее на большую высоту или транспортирования на значительные расстояния. Насосные станции представляют собой сложный комплекс сооружений и оборудования. Правильный выбор технико-экономических параметров этого комплекса во многом определяет надежность и экономическую эффективность подачи или отведения воды.

Реализуя принятый нашим правительством курс на ресурсосбережение и энергосбережение, при проектировании, строительстве и эксплуатации насосных станций необходимо добиваться снижения затрат электроэнергии и материалоемкости систем водоснабжения и водоотведения.

Курс «Насосные и воздухоудувные станции» входит в число профилирующих дисциплин специальности «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов». При изучении его студенты должны приобрести навыки проектирования насосных станций. Являясь одним из первых проектов по профилирующим дисциплинам, курсовой проект насосной станции представляет собой для студентов довольно сложную задачу.

При выполнении курсового проекта студенту кроме материалов основного курса «Насосные и воздухоудувные станции» необходимо применять знания, полученные по курсам гидравлики, строительных конструкций, черчения и т.д. Впервые в таком большом объеме студенту придется работать с многочисленной справочной литературой. Самостоятельное принятие объемно-планировочных решений по размещению оборудования и проектированию помещений насосной станции с параллельным ведением расчетов и вычерчиванием эскизов является, как показывает опыт, самым сложным элементом курсового проектирования. Особое внимание должно быть уделено технико-экономическому обоснованию проекта.

Курсовое проектирование, в отличие от реального, предполагает несколько упрощенную постановку задачи, сокращение исходных данных, менее детальную разработку ряда вопросов. Одной из особенностей курсового проектирования является ограничение видов рассматриваемых насосных станций. В объем дисциплины «Насосные и воздухоудувные станции» включены вопросы проектирования насосных станций II подъема и главных или районных станций отвода сточных вод города.

При разработке данного пособия использовались данные нормативных документов [1, 2], справочной [3 ... 6, 11] и учебной литературы [12, 15].

ТЕМА 1. ТИПЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

1.1. Назначение насосных станций. Основные требования, предъявляемые к их оборудованию и работе

Тип и число основных и вспомогательных насосов, состав помещений и набор вспомогательного оборудования, конструктивные особенности и предъявляемые к насосной станции технологические требования зависят от ее назначения.

В зависимости от перекачиваемой жидкости насосные станции подразделяются на водопроводные и станции систем водоотведения (канализационные).

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. 1.1, а, б, в, г).

Насосные станции I подъема забирают воду из источника и подают ее на очистные сооружения или, если не требуется очистка воды, в аккумулярующие 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 может устанавливаться несколько групп насосов: одна – для подачи отработанной воды на охлаждение, другая – на очистные устройства, третья – для возврата подготовленной воды к производственным установкам.

Насосные станции систем водоотведения (см. рис. 1.1, д) предназначены для подачи сточных вод на очистные сооружения. Районные насосные станции водоотведения часто перекачивают стоки не сразу на очистные сооружения, а из одного бассейна канализования в другой, когда соединение бассейнов самотечными коллекторами нецелесообразно.

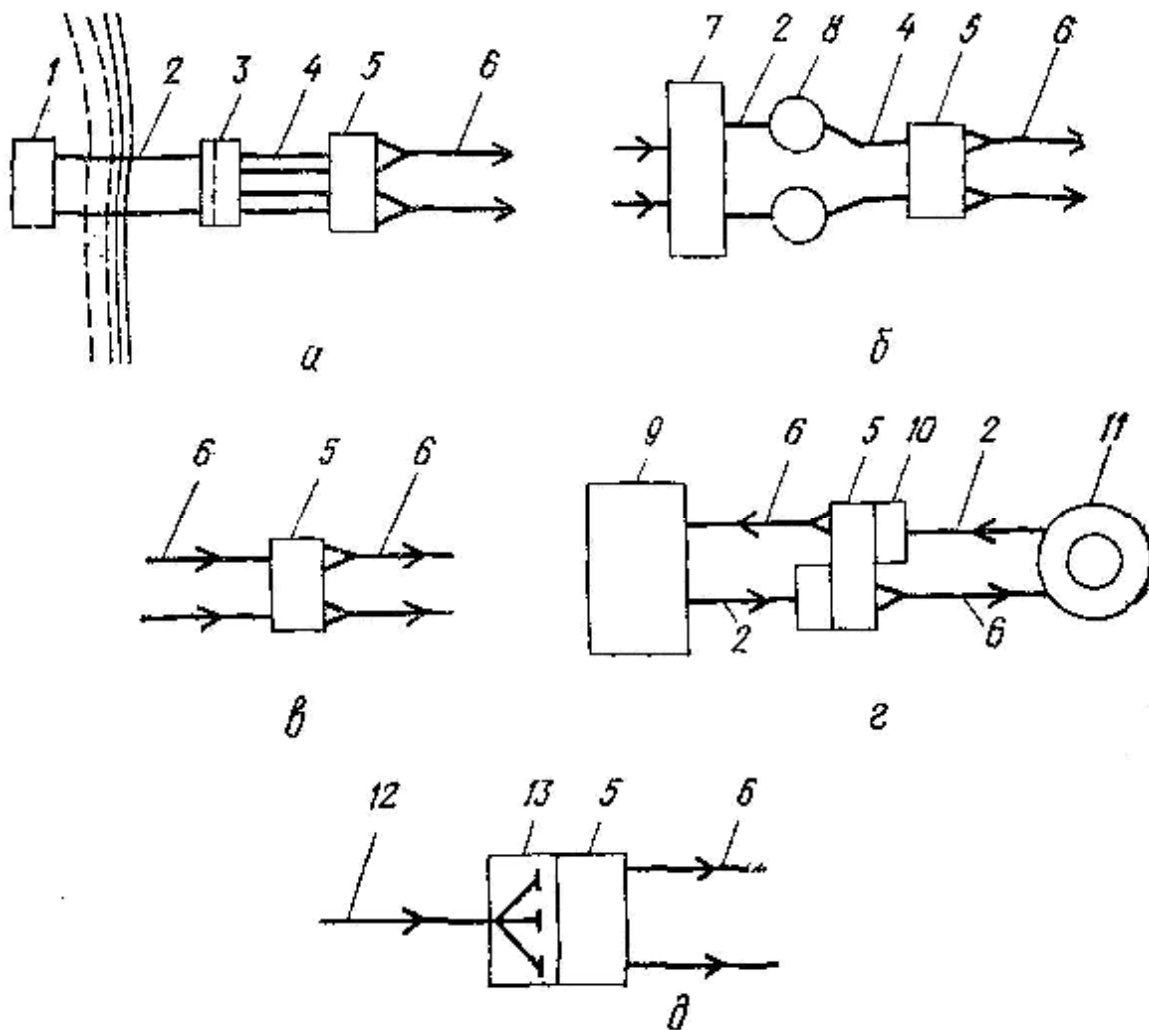


Рис. 1.1. Принципиальные схемы компоновки насосных станций различного назначения: *а* – I подъема из открытого водоисточника; *б* – II подъема; *в* – повысительной; *г* – циркуляционной; *д* – водоотведения;
 1 – водозабор; 2 – самотечные водоводы; 3 – водоприемно-сеточный колодец;
 4 – всасывающие трубы; 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

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 не более трех суток.

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

III категория допускает перерыв в подаче не более чем на 24 ч и соответствующее снижение подачи не более чем на 15 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 50 тыс. чел. (ориентировочно максимальное суточное водопотребление – свыше 40000 м³), подающие воду непосредственно в сеть противопожарного и объединенного хозяйственно-противопожарного водопроводов.

Ко II категории относятся насосные станции, обслуживающие водопровод населенных пунктов с числом жителей от 5 до 50 тыс. 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 аккумулялирующая 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 [1, п. 2.11, прим. 1].

К III категории относятся насосные станции систем водоотведения, обслуживающие населенные пункты с числом жителей до 500 чел., и 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 [1, табл. 32], число всасывающих и напорных линий и расчетные расходы для них, количество и размещение запорной арматуры на внутривнутристанционных 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.

1.2. Типы и конструкции насосных станций

Строительство насосной станции должно выполняться в наиболее короткие сроки при возможно меньшей его стоимости с применением совершенного строительного оборудования и передовых методов труда. В связи с этим в конструкциях насосных станций должны применяться унифицированные строительные детали с размерами, кратными строительному модулю (6 м) или его частям.

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 вышперечисленных 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, центробежными и осевыми насосами.

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).

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 и 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.

Приступая к проектированию, студент должен выбрать соответствующий тип насосной станции. Это решение может корректироваться в процессе проектирования. На практике тот или иной тип насосной станции обычно выбирают путем технико-экономического сравнения нескольких вариантов.

ТЕМА 2. ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

2.1. Типы основных насосов

На водопроводных станциях обычно применяют насосы общего назначения, допускающие перекачивание воды с температурой до 85 °С и с содержанием твердых включений до 3 г/л размером не более 0,1 ... 0,2 мм.

На водопроводных насосных станциях чаще всего устанавливаются горизонтальные насосы двустороннего входа типа Д, а при подачах до 0,08 м³/с – консольные насосы типа К. На заглубленных насосных станциях I подъема, сооружение которых в условиях близкого залегания грунтовых вод затруднено, широко применяют вертикальные центробежные насосы типа В. Это позволяет уменьшить площадь машинного зала, удешевить строительство и улучшить условия эксплуатации вынесенных на первый этаж электродвигателей. При больших подачах (выше 1 м³/с) и при напорах от 4 до 25 м могут применяться осевые насосы.

В насосных станциях системы отведения бытовых стоков, как правило, устанавливаются насосы типа СД (сточные динамические), СДВ (то же, вертикальные) или СМ (сточно-массные), предназначенные для перекачивания сточных вод с рН = 6 ... 8,5, плотностью до 1050 кг/м³, температурой до 80 °С и содержанием абразивных частиц по объему до 1 %. На насосных станциях систем водоотведения в некоторых случаях могут быть применены грунтовые насосы типа Гр и ГрУ.

Эксплуатационные свойства указанных насосов определяются их основными параметрами: подачей Q , напором H , кпд насоса η , мощностью насоса N , допустимым кавитационным запасом Δh^{don} или допустимой вакуумметрической высотой всасывания. Важными характеристиками насосного агрегата являются частота вращения его рабочего колеса n и напряжение приводного электродвигателя U . Следует помнить, что параметры центробежных и осевых насосов H , η , N , Δh^{don} ($H_{вак}^{don}$) даже при постоянной частоте вращения рабочего колеса переменны и зависят от подачи Q . Графики зависимости основных параметров насоса от подачи называются *характеристиками насоса* (рис. 2.1). Центробежные и осевые насосы автоматически реагируют на изменение подачи, изменяя соответствующим образом напор. Характеристики насосов строятся по результатам натурных испытаний. Характеристики приводятся для определенной частоты вращения рабочего колеса. На графике часто приводятся характеристики для уменьшенных (обточенных) диаметров рабочего колеса, обозначаемые буквами а, б.

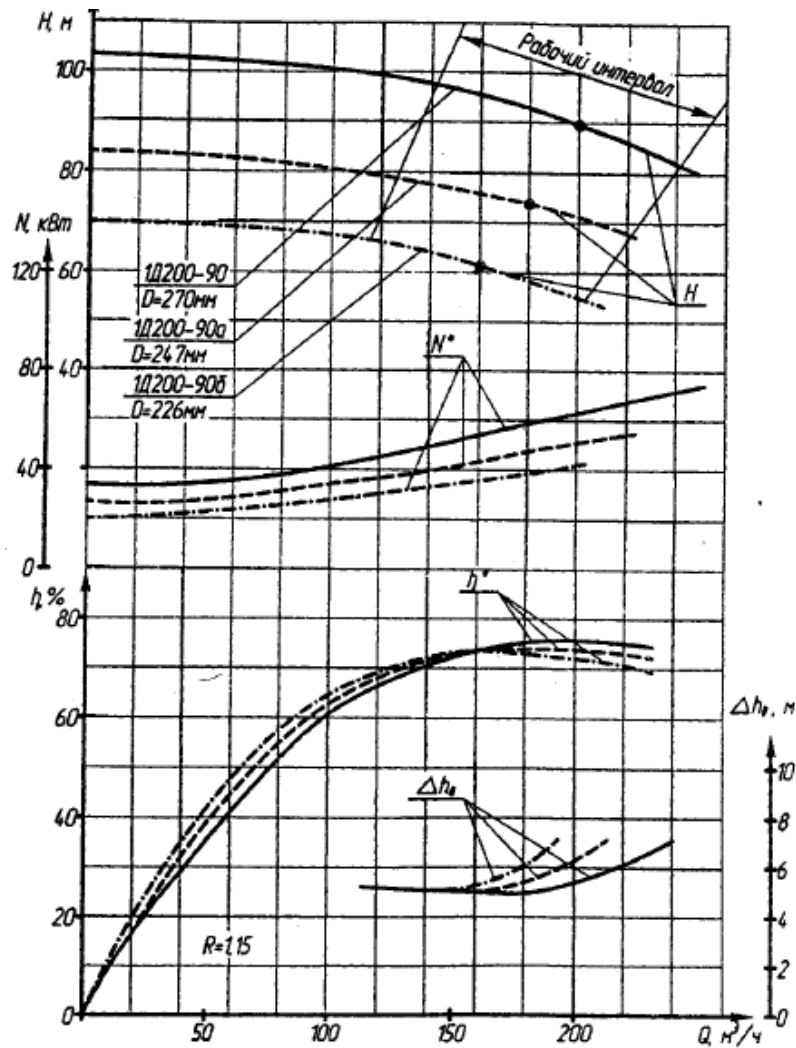


Рис. 2.1. Характеристики центробежного насоса 1Д200-90 с частотой вращения рабочего колеса 2900 об/мин

Точка характеристики $H = f(Q)$, отвечающая максимальному значению кпд, называется оптимальной режимной точкой. Соответствующие ей подача Q_p и напор H_p называются *оптимальными параметрами насоса* и с 1977 г. входят в обозначение насоса. Точка, соответствующая действительному режиму работы насоса, – рабочая точка не всегда совпадает с оптимальной, но должна, по возможности, быть близка к ней. Исходя из допустимого уменьшения кпд на характеристиках часто выделяют рабочую часть, в пределах которой и должны находиться рабочие точки насоса.

Характеристики насосов приводятся заводами-изготовителями, как правило, для чистой воды температурой $20\text{ }^\circ\text{C}$ при нормальном атмосферном давлении на отметке уровня мирового океана.

2.1.1. Центробежные консольные насосы типа К, КМ, КМЛ и ЛМ

Эти насосы – горизонтальные, одноступенчатые, с рабочим колесом одностороннего входа, консольно расположенным на конце вала насоса. У некоторых моделей насосов типа К напорный патрубок может быть повернут на 90, 180 и 270° в зависимости от условий компоновки. Смазка подшипников – жидкая.

Консольные насосы выпускаются следующих модификаций:

- собственно насос без двигателя – К, соединяемый с двигателем упругой муфтой (рис. 2.2.);
- в моноблочном исполнении – КМ (прил. 2);
- в моноблочном исполнении с патрубками в линию – КМЛ и ЛМ (прил. 3).

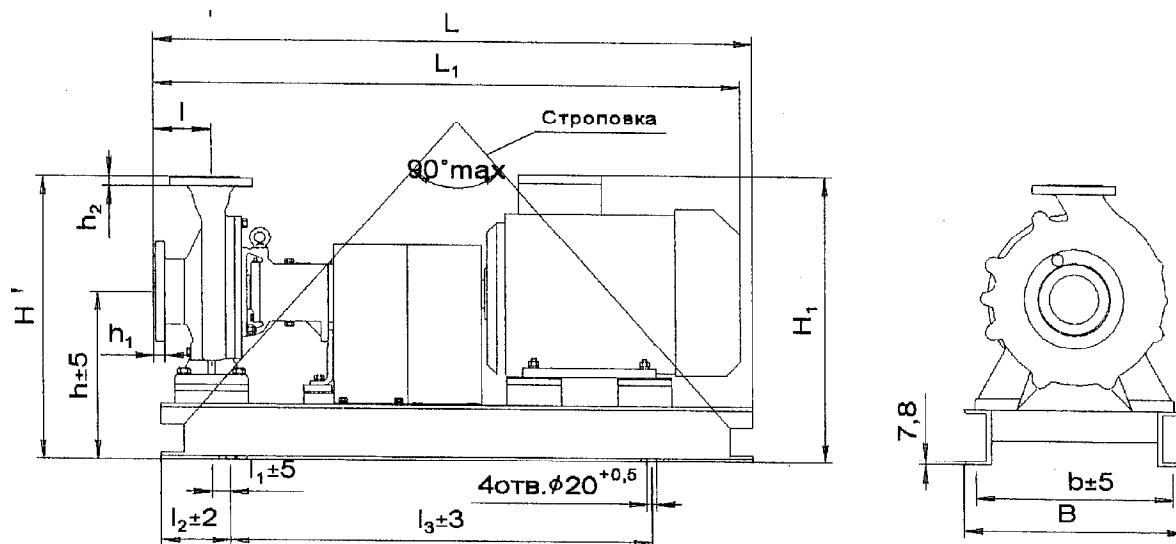


Рис. 2.2. Общий вид насосов типа К и СМ с электродвигателями

Консольные насосы с двойным обозначением маркируются так: после букв К или КМ в числителе указывается подача, $\text{м}^3/\text{ч}$, а в знаменателе – напор, м, например, К-160/30. Консольные насосы с тройным обозначением маркируются так: после букв К, КМ через дефис перечисляются размеры, в мм: диаметры всасывающего и напорного фланцев, диаметр рабочего колеса, например, К150-125-315. Технические характеристики насосов приведены в прил. 1, 2, 3.

2.1.2. Центробежные насосы с двусторонним подводом воды к рабочему колесу типа Д

Насосы типа Д – горизонтальные, одноступенчатые, с полуспиральным подводом воды (рис. 2.3).

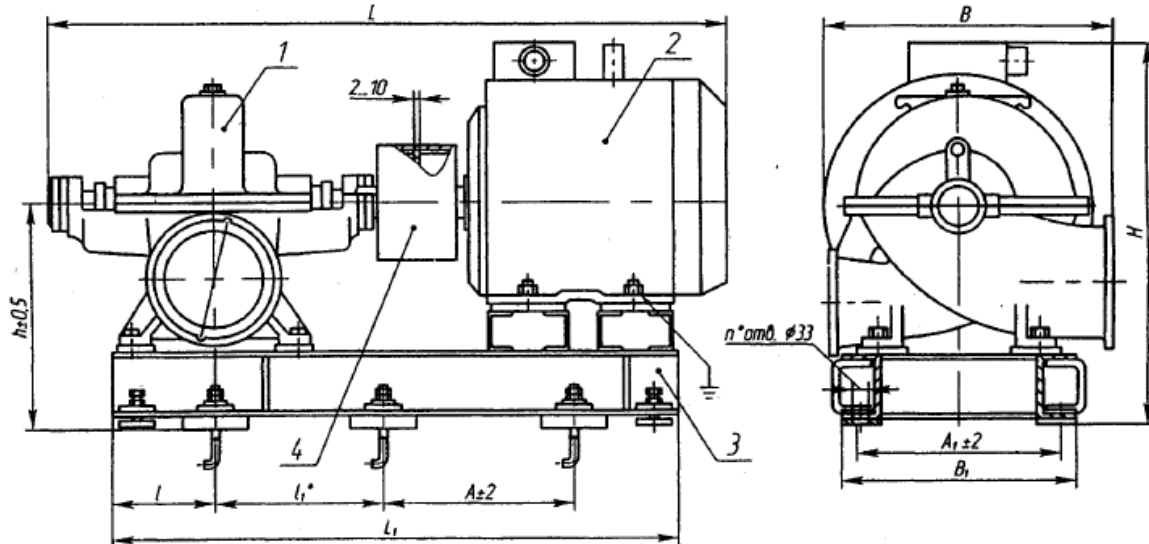


Рис. 2.3. Общий вид насосов типа Д с электродвигателем

Корпус насоса чугунный, имеет горизонтальный разъем в плоскости расположения оси вала, что позволяет производить разборку и ремонт насоса без демонтажа трубопроводов. Сводный график полей насосов типа Д приведен на рис. 2.4, а характеристики насосов – в прил. 4.

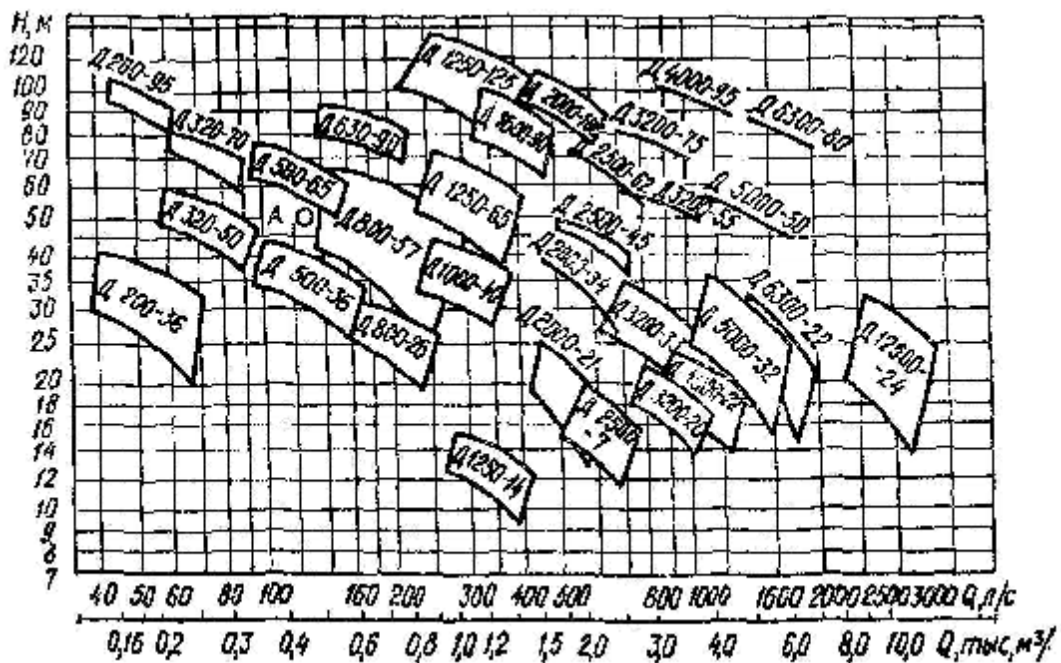


Рис. 2.4. Сводный график полей насосов типа Д

2.1.3. Вертикальные центробежные насосы типа В

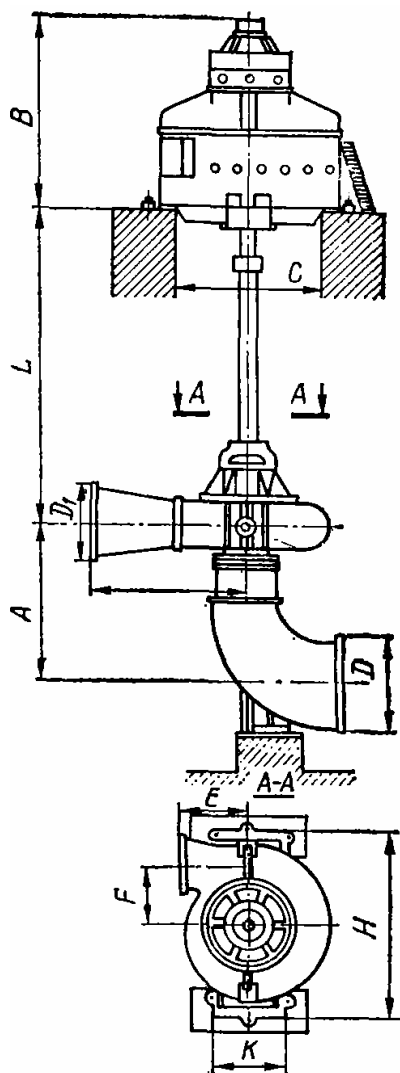


Рис. 2.5. Общий вид насоса типа В

Своей конструкцией эти насосы (рис. 2.5) напоминают консольные, расположенные вертикально. Приводные двигатели насосов устанавливаются на балках над насосами, что уменьшает требуемую площадь пола машинного зала. Подшипники насосов типа В с резиновыми или лигнофолевыми вкладышами смазываются перекачиваемой водой, если содержание в ней взвешенных частиц не более 50 мг/л при допустимой их крупности и абразивности. При перекачивании загрязненной воды подшипники должны смазываться технически чистой водой из специальной системы водопровода.

Насосы типа В с подачей до 4 м³/с имеют на корпусе специальные лапы, с помощью которых они крепятся к фундаментным плитам, заанкеренным в бетон пола насосной станции. У более мощных насосов корпус до половины заливается бетоном. У насосов с подачей до 4 м³/с вода к входному патрубку подводится через всасывающее чугунное колено, у остальных насосов – по бетонной всасывающей трубе. Отводится вода по напорному горизонтально расположенному патрубку.

Число, стоящее перед маркой В, указывает диаметр напорного патрубка, мм, а последующие две цифры означают: первая – подачу, м³/с, вторая – напор, м (например, 1000В-4/63).

2.1.4. Насосы для перекачивания сточной жидкости типа СД и СМ

Насосы СД выпускаются четырех видов: горизонтальные и вертикальные одноступенчатые, полупогружные и двухступенчатые. Так же, как в консольных насосах, напорный патрубок может быть повернут на 90° в любую сторону.

Для охлаждения и гидравлического уплотнения сальников к этим насосам подводится техническая вода с напором на 2 ... 3 м выше напора, развиваемого насосом. К крупногабаритным насосам техническая вода подводится с избыточным напором 10 м. Конструктивно одноступенчатые горизонтальные и вертикальные насосы серии СД напоминают, соответственно, насосы типов К и В (см. рис. 2.2 и 2.5). Буквы П и В, входящие в маркировку насоса, обозначают полупогружной (рис. 2.6) или вертикальный тип, цифры в числителе – подачу, $\text{м}^3/\text{ч}$, в знаменателе – напор, м. Для двухступенчатых насосов к обозначению добавляется цифра 2.

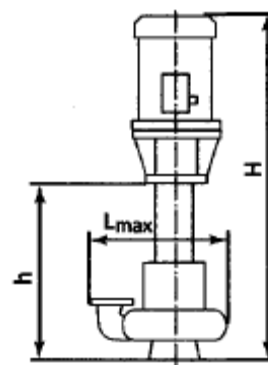


Рис. 2.6. Общий вид насоса типа СДП

Например, горизонтальный двухступенчатый насос с подачей $540 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напором 95 м обозначается СД 540/95-2. Сводный график полей насосов СД представлен на рис. 2.7. Характеристики отдельных насосов приведены в прил. 5.

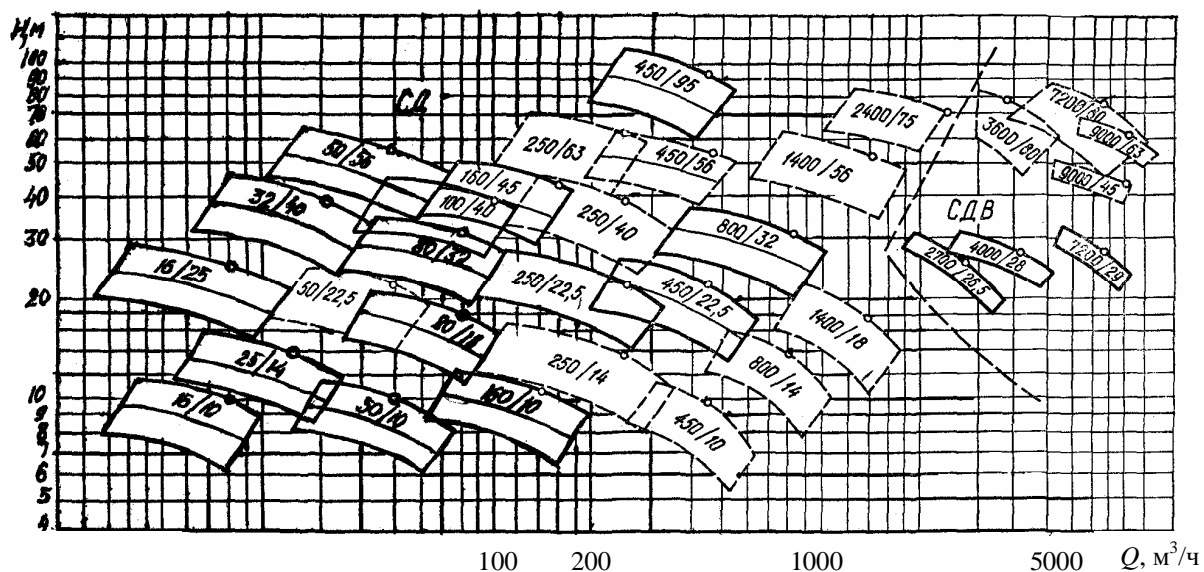


Рис. 2.7. Сводный график полей насосов типа СД

Вертикальные насосы СДВ применяются для перекачивания больших расходов сточной жидкости.

Общий вид насосов типа СМ и их технические характеристики представлены в прил. 6. Маркируются эти насосы аналогично насосам типа К с тройным обозначением.

2.1.5. Грунтовые насосы

Эти насосы можно при необходимости устанавливать в насосных станциях систем отведения бытовых стоков. По совмещенным на рис. 2.8 графикам сводных полей грунтовых насосов (сплошные линии) и насосов типа СД (штриховые) видно, что в некоторых случаях грунтовые насосы перекрывают области, не охваченные полями насосов СД.

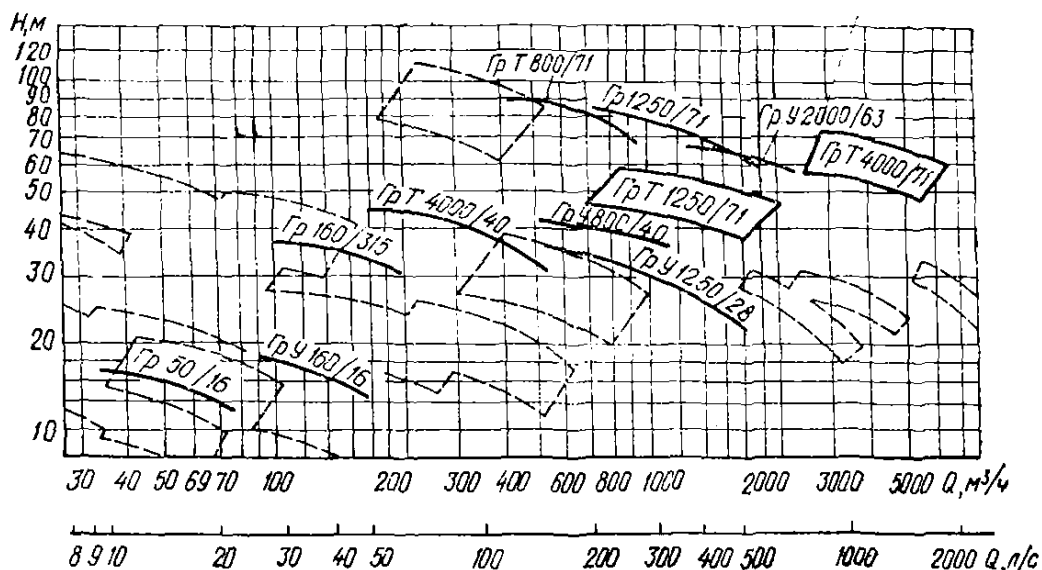


Рис. 2.8. Сводный график полей насосов типа Гр

Грунтовые насосы типа Гр – центробежные консольные одноступенчатые, конструктивно напоминают насосы типа К (см. рис. 2.2). Грунтовые насосы предназначены для перекачивания гидросмесей (пульпы) с твердыми включениями частиц грунта. Характер перекачиваемой жидкости обуславливает некоторые конструктивные особенности, уменьшающие износ насоса: большие зазоры, упрощенный профиль лопастей рабочего колеса, меньшее их число. Эти особенности приводят к снижению кпд, который у грунтовых насосов меньше, чем у насосов К или СД. Насосы типа ГрУ – грунтовые с увеличенным проходным сечением имеют динамические характеристики несколько хуже, чем насосы типа Гр.

Чистая вода, подводимая для охлаждения и уплотнения сальников, служит одновременно для промывки пространства между рабочим колесом и крышкой насоса. Напор технической воды должен быть на 5 ... 10 м выше напора, развиваемого насосом.

2.2. Выбор основных насосов, двигателей и их компоновка

2.2.1. Выбор насосов

Определив требуемые расчетные напор и подачу насоса H_n и Q_n , обращаются к сводным графикам полей насосов соответствующего типа (см. рис. 2.4, 2.7 и 2.8). Рабочие зоны каждого типоразмера насосов, выпускаемых отечественной промышленностью, представлены на этих графиках в виде криволинейных параллелограммов. Верхняя линия каждого поля – характеристика насоса с наибольшим, а нижняя – с наименьшим заводским диаметром рабочего колеса.

Определив марку насоса, более подробные сведения о нем и его характеристиках отыскивают в приложениях к настоящей работе, в каталогах, в справочной литературе [3 ... 5, 11].

Характеристики насосов типа К, КМ, КМЛ, СД, СМ в прил. 1, 2, 3, 5 и 6 приводятся в виде таблиц, выражающих основные технические показатели для трех значений подачи насоса. По этим данным строятся соответствующие графики.

Напор подобранного насоса при подаче Q_n должен быть равен требуемому расчетному напору H_n или превосходить его не более, чем на 10 %. Если это условие не обеспечивается, прибегают к обточке рабочего колеса.

2.2.2. Выбор электродвигателей

Насосные агрегаты (насосы и приводные двигатели к ним), как правило, поставляются заказчику заводом-изготовителем в комплекте. Поэтому при проектировании обязательно надо обращать внимание на напряжение электродвигателей, от которого существенно будет зависеть электрическая схема насосной станции.

При отдельной поставке или при частичной замене изношенного оборудования электродвигатель к насосу приходится подбирать. Электродвигатель подбирается по частоте вращения, рабочему положению (горизонтальный, вертикальный), мощности, напряжению и виду исполнения. В сухих отапливаемых помещениях устанавливают электродвигатели в защищенном исполнении с нормальной изоляцией, в неотапливаемых помещениях – с противосыровой изоляцией и в особо сырых (заглубленных) – закрытые электродвигатели.

При выборе типа электродвигателей основных насосов придерживаются примерно следующего принципа. До мощности 250 кВт устанавливают асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором

(напряжением 380 В при мощности до 100 кВт и 6000 В при больших мощностях). Если мощности превышают 250 кВт, устанавливают синхронные электродвигатели высокого напряжения (6000, 10000 В).

Асинхронные двигатели просты, компактны, но загружают сеть намагничивающим током ($\cos \varphi < 1$). У синхронных двигателей $\cos \varphi$ равен или больше единицы, что улучшает коэффициент мощности сети и экономит электроэнергию. Недостатком синхронных двигателей является их большая масса и большие (вместе с возбудителем) габариты.

Мощность, необходимая для привода насоса, определяется по формуле

$$P = k \frac{\rho g Q_m H_m}{1000 \eta_m}, \quad (2.1)$$

где k – коэффициент запаса, учитывающий возможные перегрузки электродвигателя при эксплуатации, например, при запуске; определяется в зависимости от P по табл. 2.1; ρ – плотность перекачиваемой жидкости, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; Q_m – максимально возможная подача насоса, определяемая режимной точкой системы «насосы – система водоводов», м³/с; H_m – напор, соответствующий максимально возможной подаче Q_m , м; η_m – КПД насоса, соответствующий Q_m .

Таблица 2.1

Зависимость значений коэффициента запаса от требуемой мощности электродвигателя

Мощность электропривода P , кВт	< 20	20 ... 60	60 ... 300	> 300
Коэффициент запаса k	1,25	1,2	1,15	1,1

Максимально возможная подача одного насоса при отключении остальных работающих определяется по графику совместной работы насосов и водоводов насосной станции.

Марки электродвигателей приведены в прил. 7.

2.2.3. Конструирование рамы и определение размеров фундамента агрегата

Подобрав электродвигатель для насоса, необходимо скомпоновать их в один агрегат, определить размеры этого агрегата, размеры и конструкцию фундамента, на котором он устанавливается, положение всасывающего и напорного патрубков относительно фундамента насоса.

Горизонтальные насосы типа К и небольшие насосы типа Д и СД монтируют с электродвигателями на общей чугунной плите заводского изготовления. Более мощные горизонтальные насосы монтируют на рамах, изготавливаемых из прокатной стали. Насос и электродвигатель могут монтироваться как на общей, так и на отдельных рамах. Высота рамы принимается не менее 100 мм. Расстояние от края рамы до оси отверстий под крепежные болты должно составлять 50 ... 100 мм, а расстояние от края рамы до края фундамента – не менее 50 мм.

При компоновке вычерчиваются фронтальная проекция насоса и электродвигателя, боковая проекция насоса и по ним – план расположения крепежных отверстий под насос и электродвигатель. Добавив по 100 ... 150 мм к крайним отверстиям, можно получить минимальные размеры фундамента в плане. Форма фундамента в плане может быть в виде простого прямоугольника или более сложной. Определяются его длина L и ширина B .

На план наносится ось, соответствующая положению рабочего колеса, и привязкой к ней определяется длина выступающих за пределы фундамента частей агрегата ΔL_1 и ΔL_2 . По размерам боковой проекции на расстояниях b_1 и b_2 наносится положение всасывающего диаметром $D_в$ и напорного диаметром $D_н$ патрубков насоса. План фундамента с нанесенными патрубками и выступающими за его пределы габаритами насоса называется «монтажным пятном» и служит основным элементом при компоновке оборудования и определении размеров машинного зала (рис. 2.9).

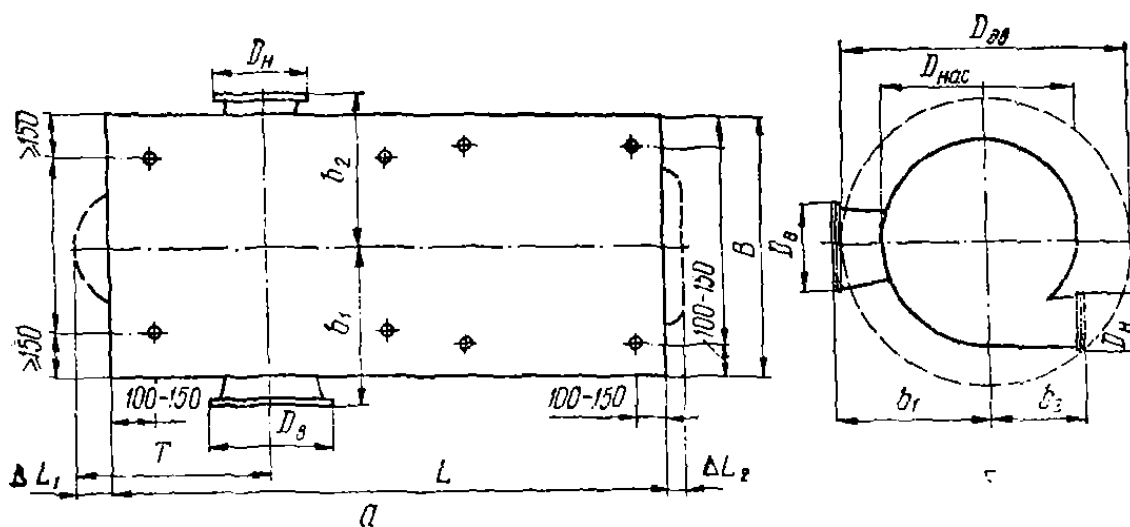


Рис. 2.9. Монтажные пятна насосов: а – горизонтального; б – вертикального

В курсовом проекте, при отсутствии у студента необходимых данных о расположении опорных лап насосов типа Д и электродвигателей к ним, допускается упрощенное определение «монтажного пятна». Длина фундамента принимается равной длине агрегата насос – электродвигатель, ширина – расстоянию от всасывающего до напорного патрубка. Ось агрегата должна совпадать с осью фундамента, поэтому один из патрубков может выходить за пределы фундамента.

Возвышение фундаментов над уровнем чистого пола машинного зала принимают не менее 100 мм. При прокладке внутристанционных трубопроводов над полом возвышение фундамента назначают с учетом допустимого размещения труб над полом (рис. 2.10). В этом случае от оси насоса до пола машинного зала принимается большее из расстояний A_1 , A_2 или A_3 :

$$\begin{aligned} A_1 &= P + 0,5d_n + h; \\ A_2 &= R - 0,5D_e + d_e + h; \\ A_3 &= S + 100, \end{aligned} \quad (2.2)$$

где P , R , и S – конструктивные размеры насоса; D_e , d_e , d_n – диаметры всасывающего и напорного трубопроводов и всасывающего патрубка насоса; h – минимальное расстояние до пола, принимаемое по табл. 2.2 (см. ниже).

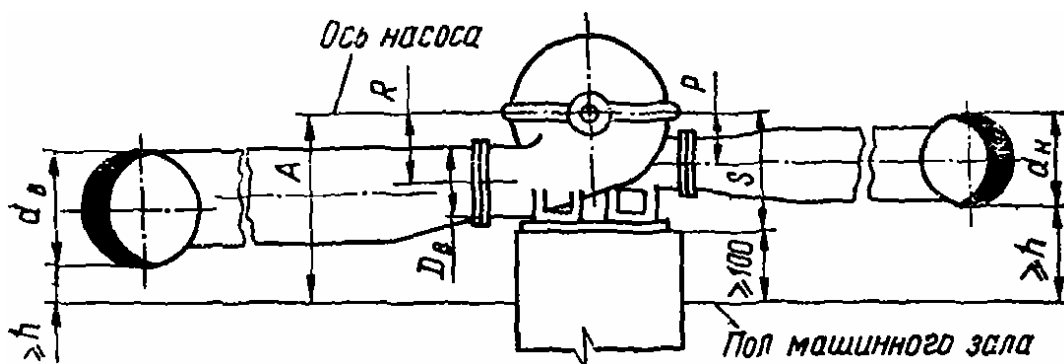


Рис. 2.10. Схема к определению возвышения фундамента насоса над полом

В заглубленных и полузаглубленных насосных станциях для защиты от возможного затопления при аварии в пределах машинного зала электродвигатели насосов располагаются на высоте не менее 0,5 м от пола машинного зала.

В заглубленных и полузаглубленных насосных станциях блочного или камерного типа фундамент насоса опирается на монолитную конструкцию или железобетонную плиту, составляющие основание здания.

В наземных и частично заглубленных насосных станциях при низком уровне грунтовых вод глубина заложения фундаментов насосов зависит от расположения внутростанционных трубопроводов и определяется расчетом на устойчивость к вибрациям. В любом случае она должна быть не менее 500 ... 600 мм. При этом учитывается глубина заложения соседних фундаментов насосной станции.

Приводные двигатели вертикальных насосов В, СДВ, ОВ и ОПВ устанавливаются над насосами на балках междуэтажного перекрытия.

При составлении «монтажного пятна» вертикального насоса упрощенно вычерчиваются его габариты в плане с нанесением положения всасывающего и напорного патрубков. Штриховой линией вычерчивается габарит расположенного над насосом электродвигателя.

Возможные схемы расположения агрегатов насосной станции представлены в [12]. Ширину проходов между выступающими частями насосов, трубопроводов и двигателей (рис. 2.11) следует принимать не менее: a – между агрегатами – 1 м; b – между агрегатами и стеной – 1 м, в заглубленных станциях – 0,7 м; c – между неподвижными выступающими частями оборудования и трубопроводами – 0,7 м.

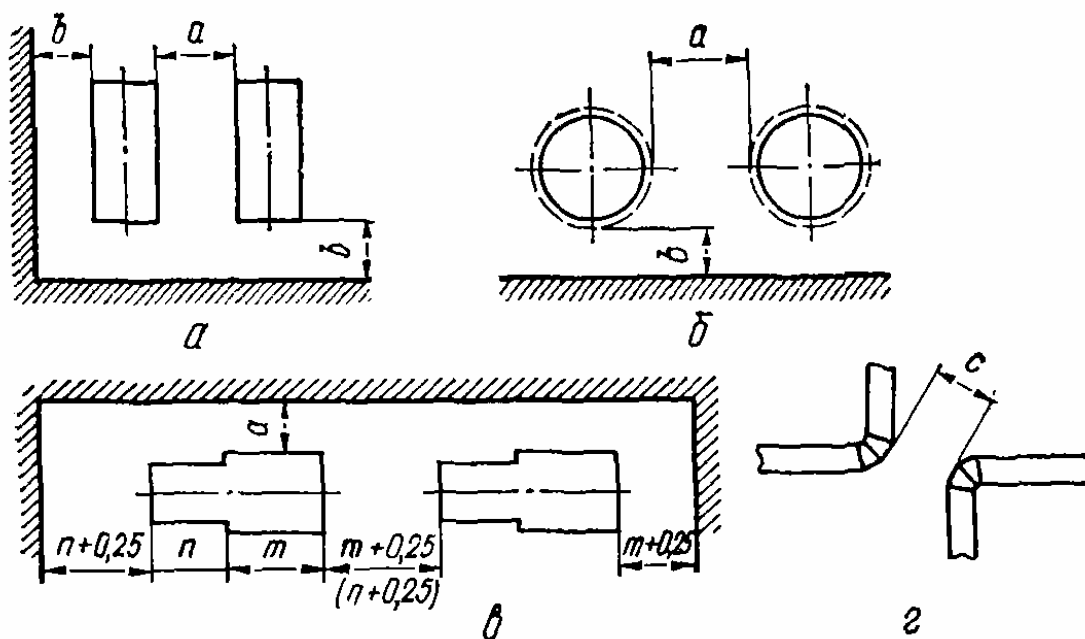


Рис. 2.11. Схема к определению ширины проходов в машинном зале:
 a – с горизонтальными насосами; b – с вертикальными насосами;
 $в$ – с учетом демонтажа ротора электродвигателя; $г$ – между трубопроводами

У насосов с торцевым разъемом и у большинства электродвигателей вал с рабочим колесом или вал с якорем электродвигателя при разборке выдвигается наружу по направлению оси агрегата. Длина вала приблизительно равна длине насоса или электродвигателя, соответственно. Для больших насосов, ремонт которых производится без демонтажа насоса или электродвигателя, расстояние между агрегатами или агрегатом и стенкой должно приниматься на 0,25 м больше длины вала насоса или электродвигателя.

2.3. Трубопроводы насосной станции

Трубопроводы насосной установки подразделяются на всасывающие и напорные, внутростанционные и наружные. Разные условия работы заставляют по-разному проектировать всасывающие и напорные трубопроводы. Разными принципами руководствуются при выборе материала и экономически выгодного диаметра наружных и внутростанционных трубопроводов.

2.3.1. Наружные напорные водоводы

При выборе материала наружных напорных трубопроводов в первую очередь следует ориентироваться на неметаллические трубы: пластмассовые, асбестоцементные и железобетонные. Асбестоцементные рекомендуется применять при диаметрах до 500 мм включительно и напорах, не превышающих 120 м. При диаметрах свыше 500 мм и напорах до 90 м рекомендуется применять железобетонные трубы. При больших напорах, в условиях предприятий и населенных мест со сложными подземными коммуникациями, а также в других случаях при соответствующем технико-экономическом обосновании водоводы могут проектироваться стальными или чугунными.

Диаметры водоводов выбираются с учетом стоимости труб, производства работ и эксплуатационных затрат на электроэнергию, определяемых гидравлическим сопротивлением в трубопроводах. Чем меньше диаметр труб, тем меньше их строительная стоимость, однако тем больше гидравлическое сопротивление и затраты на электроэнергию. Оптимальным считается вариант, обладающий наименьшими приведенными затратами.

Расчетный расход одного напорного водовода

$$Q_{нв} = \frac{Q_{НС}}{n_{нв}}, \quad (2.3)$$

где $Q_{НС}$ – расчетная подача насосной станции; $n_{нв}$ – число напорных водоводов.

Число напорных водоводов от станций I и II категории принимается не менее двух. Если при двух водоводах их диаметры оказываются более 1 400 мм, то число водоводов увеличивают.

Выбор экономически выгодного диаметра водовода производится на основании предельных экономических расходов (прил. 8). Значения предельных экономических расходов зависят от определенных условий строительства и эксплуатации, и поэтому они должны определяться для каждого реального объекта отдельно.

2.3.2. Наружные всасывающие водоводы

Число линий всасывающих водоводов на насосных станциях должно быть не менее двух. При выключении одной линии остальные должны быть рассчитаны на пропуск полного расчетного расхода для насосных станций I и II категории и 70 % расчетного расхода для III категории.

Расчетный расход одного всасывающего водовода определяется по формуле

$$Q_{\text{вв}} = \frac{Q_{\text{НС}}}{n_{\text{вв}} - 1}, \quad (2.4)$$

а для насосных станций III категории

$$Q_{\text{вв}} = 0,7 \frac{Q_{\text{НС}}}{n_{\text{вв}} - 1}, \quad (2.5)$$

где $Q_{\text{НС}}$ – максимальная подача насосной станции; $n_{\text{вв}}$ – число всасывающих водоводов.

Если к установке принято не более четырех насосов, то каждый из них может оборудоваться независимым всасывающим водоводом.

Для водоводов, в которых возможен вакуум, рекомендуется принимать стальные трубы. Всасывающий трубопровод должен иметь непрерывный подъем к насосу с уклоном не менее 0,005. Диаметр всасывающего водовода выбирается с учетом рекомендуемых скоростей [1, разд. 7].

2.3.3. Внутренние трубопроводы насосных станций

Внутренние трубопроводы следует выполнять из стальных труб, соединенных на сварке. Диаметры труб внутри насосных станций могут приниматься несколько меньшими, чем для наружных водоводов, так как от размеров труб зависят размеры и стоимость здания насосной станции. Скорости движения воды для внутростанционных трубопроводов приведены в [1, разд. 7].

Диаметры внутростанционных трубопроводов должны соответствовать стандартным диаметрам устанавливаемой на ней арматуры (задвижек, обратных клапанов). Диаметры труб, как правило, больше диаметров патрубков насосов и соединяются с ними переходами.

Трубопроводы внутри насосной станции могут располагаться (рис. 2.12) над поверхностью пола с устройством мостиков над трубопроводами; в мелких каналах, когда маховик задвижки возвышается над полом; в глубоких каналах; на кронштейнах у стен машинного зала; в подвалах.

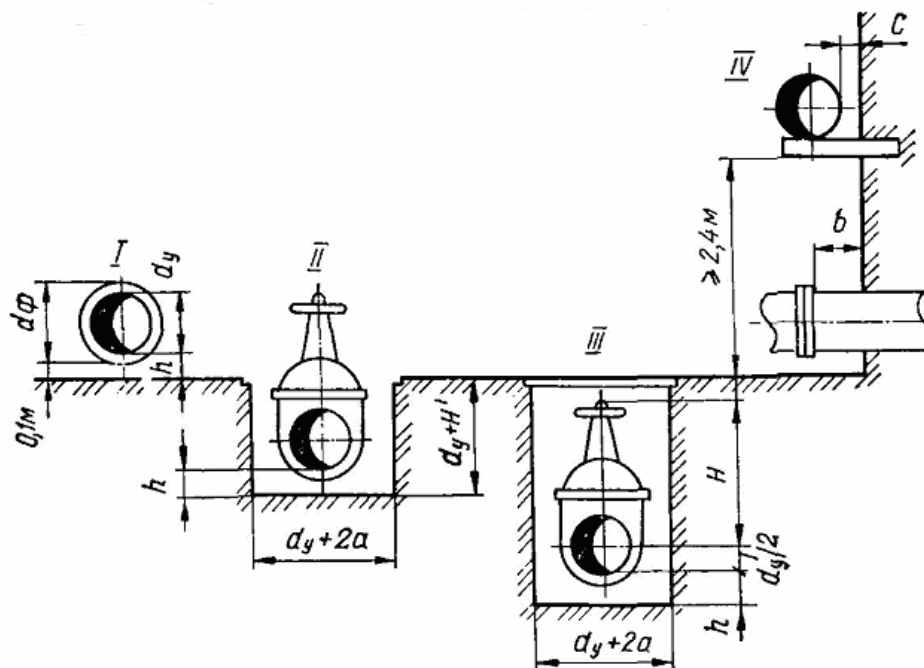


Рис. 2.12. Способы размещения трубопроводов в машинном зале: I – над полом; II – в мелких каналах; III – в глубоких каналах; IV – на стенах

Размеры каналов и минимальное удаление труб от стен и пола назначаются из условия возможности монтажа и обслуживания арматуры по табл. 2.2.

Таблица 2.2

Рекомендуемые размеры к размещению трубопроводов в машинном зале

Размер, мм	$d_y \leq 400$	При наличии арматура		При отсутствии арматуры	
		$d_y = 450 \dots 600$	$d_y > 600$	$d_y = 450 \dots 600$	$d_y > 600$
a	300	500	700	400	400
b	300	500	500	500	500
h	250	300	350	250	250
c	250	350	500	350	350
H	400	600	600	600	600

Трубопроводы могут размещаться комбинированно: часть – над полом, часть – в каналах и т.п.

2.3.4. Фасонные части

Фасонные части на трубах внутри насосных станций, как правило, стальные сварные. Стандартные размеры и вес фасонных частей для спецификации следует брать по [3]. Ориентировочно при компоновке машинного зала их размеры можно принимать по рис. 2.13.

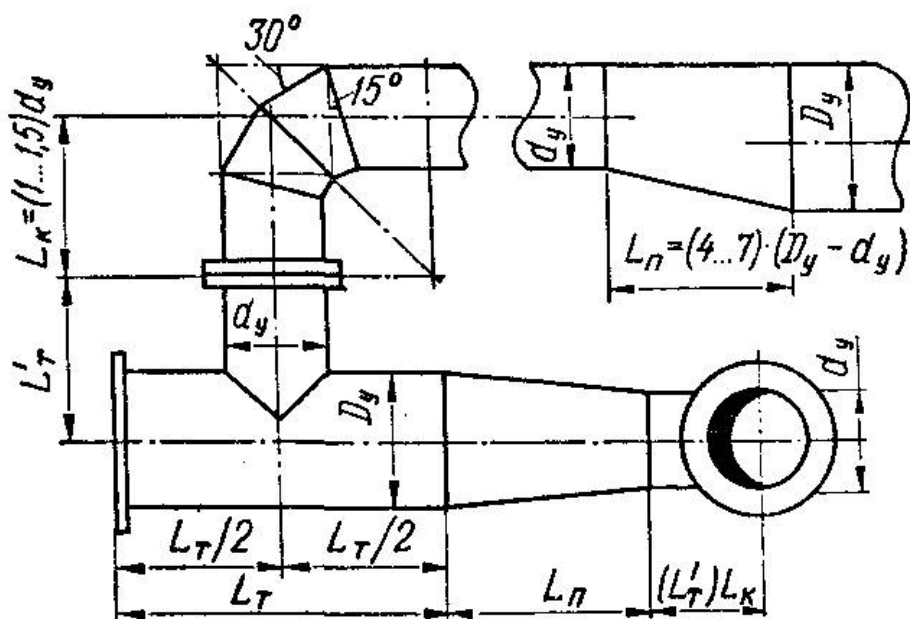


Рис. 2.13. Сварные фасонные части

Длина L_k (радиус закругления) колена принимается равной d_y или $1,5d_y$. Длина переходов $L_n = 4 \div 7 \cdot (D_y - d_y)$. У тройников $L_T = 2 \cdot D_y + C$, где $C \leq 150$ мм при $D_y < 150$ мм и $C \approx 100$ мм при $D_y > 150$ мм.

Расстояние до фланца на боковом подключении $L_T = 0,5 \cdot D_y + b$, где $b = 150$ мм при $d_y < 300$ мм и $b = 200$ мм при $d_y > 300$ мм.

Фланцевые соединения применяются при соединении трубопроводов с насосами и в местах установки арматуры. Фланцы дороги и требуют постоянного внимания при эксплуатации, поэтому установка лишних фланцев недопустима.

Всасывающие трубопроводы, давление в которых меньше атмосферного, должны проектироваться так, чтобы исключить возможность образования в них воздушных мешков.

2.3.5. Пропуск труб через стены зданий насосных станций

Жесткая заделка труб в стены осуществляется с помощью ребристого патрубка, который замоноличивается в нужном месте при бетонировании стены (рис. 2.14, *а*). Приварное ребро увеличивает прочность заделки и уменьшает фильтрацию вдоль трубы. Концы патрубка могут быть гладкими (под сварку) или с приварными фланцами. Жесткая заделка труб применяется чаще всего в стенах внутри станций водоотведения и насосных станций I подъема совмещенного типа.

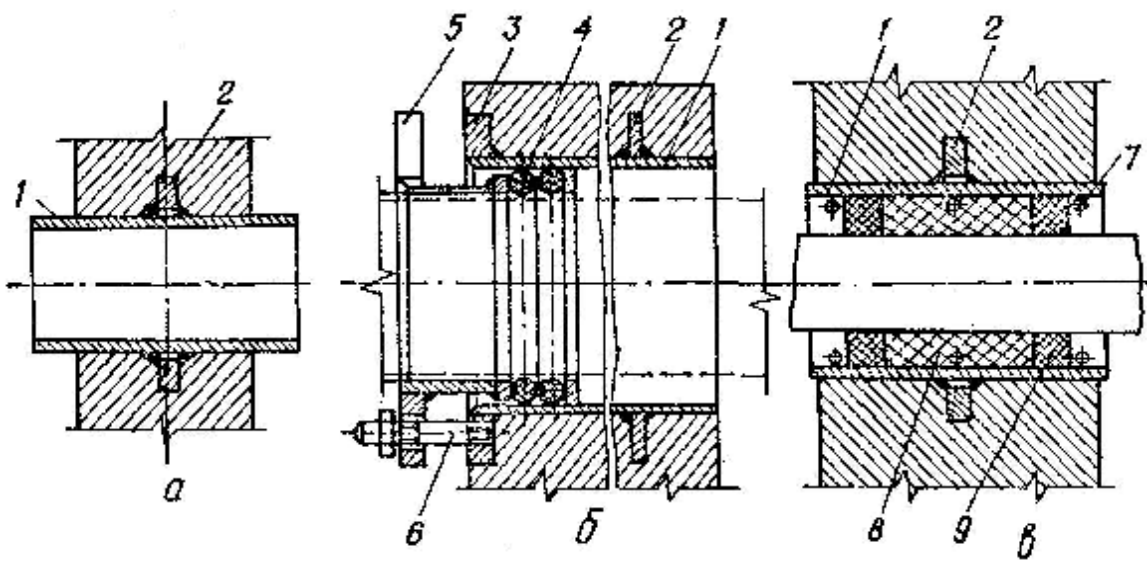


Рис. 2.14. Устройства для прохода трубопроводов через стену: *а* – ребристый патрубок; *б* – сальник с нажимным устройством; *в* – набивной сальник; 1 – корпус; 2 – кольцевое ребро; 3 – фланец; 4 – уплотнитель; 5 – фланцевый нажимной патрубок; 6 – шпилька; 7 – упорное кольцо; 8 – сальниковая набивка; 9 – зачеканка

Гибкая заделка применяется в тех случаях, когда возможно повреждение труб при осадке здания, тепловых расширениях, в сейсмических районах. Она облегчает разъем фланцевых соединений при монтажных работах. При гибкой заделке используются сальниковые уплотнения двух типов: с нажимным устройством и без него (см. рис. 2.14, *б*, *в*). В обоих случаях корпус сальника замоноличивают в стене сооружения до пропуска через нее трубы. Диаметр патрубка корпуса принимается приблизительно на 50 мм больше диаметра пропускаемой трубы. Уплотнения выполняют в виде резиновых колец или просмоленного пенькового жгута. Затяжку

и периодическую подтяжку сальника производят с помощью нажимного фланцевого патрубка, располагаемого со стороны сухого помещения. Сальники с нажимным устройством обладают хорошей эластичностью, надежностью и водонепроницаемостью, но в изготовлении сложнее ребристых патрубков. Поэтому их применяют в наиболее тяжелых условиях: ниже устойчивого уровня грунтовых вод, в стенах, отделяющих машинный зал от приемного резервуара в совмещенных насосных станциях, если это вызвано условиями монтажных работ.

Значительно проще по конструкции сальник без нажимного устройства. В его корпусе отсутствует фланец, а внутри корпуса установлено упорное кольцо и два бурта.

Между упорным кольцом и буртом помещают набивку из просмоленной пеньковой пряди. Концы сальника зачеканивают асбестоцементной массой и заделывают битумной мастикой. Применяются такие сальники в маловлажных грунтах. В сухих грунтах в качестве набивки можно применять паклю и ветошь.

2.4. Запорная арматура, обратные клапаны, водомеры

2.4.1. Общие сведения

Напорная линия каждого насоса должна быть оборудована запорной арматурой и обратным клапаном, устанавливаемым между насосом и запорной арматурой. На всасывающих линиях запорную арматуру следует устанавливать у насосов, расположенных под залив, или в месте присоединения насосов к общей всасывающей линии.

Вывод в резерв любого насоса для его ремонта должен осуществляться без снижения расчетной подачи насосной станции.

На насосных станциях I и II категории при ремонте любой задвижки или затвора, обратного клапана или трубопровода должно обеспечиваться 70 % расчетной подачи на хозяйственно-питьевые нужды и по аварийному графику – на производственные.

На станции III категории ремонт арматуры допускается производить при полном прекращении подачи, а ремонт водоводов (кроме станций с одним водоводом) – при снижении расхода до 70 % расчетного.

Выбор количества и мест установки запорной арматуры рассмотрим на примере насосной станции II подъема I категории с двумя рабочими и двумя резервными насосами, всасывающим и отводящим коллекторами (рис. 2.15).

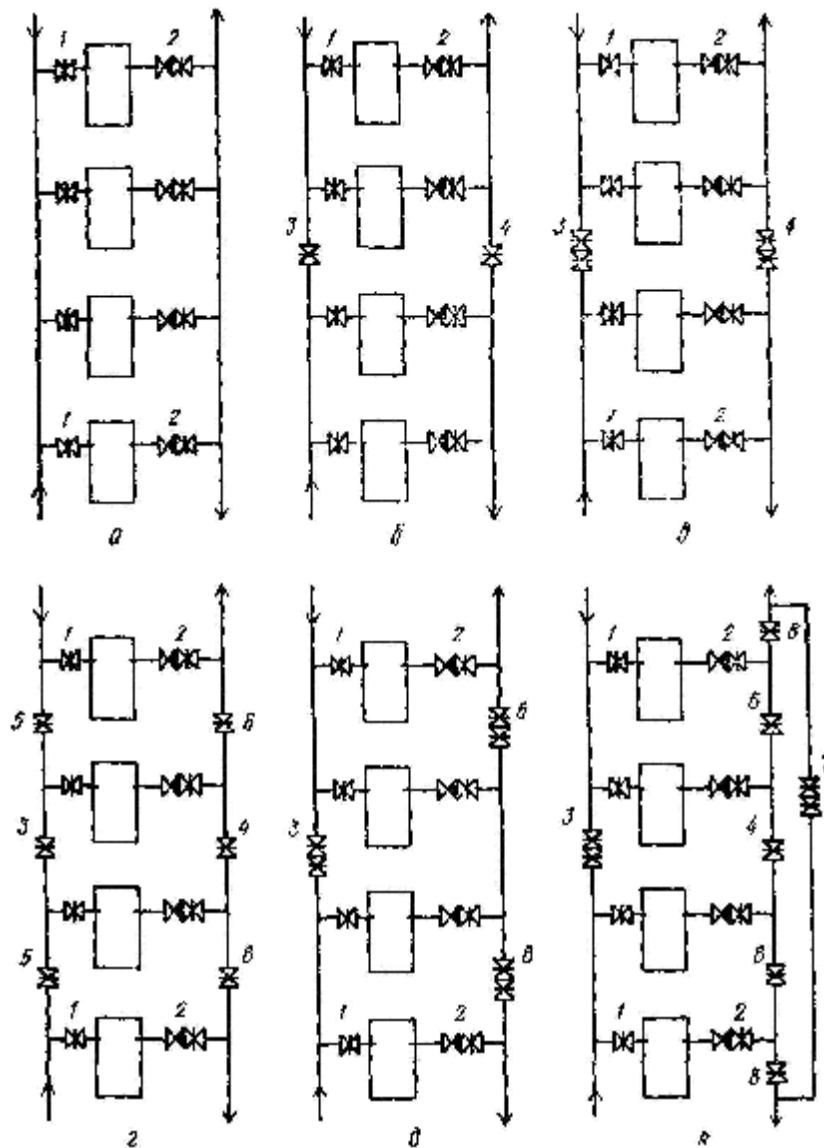


Рис. 2.15. Схемы к определению количества и мест установки запорной арматуры в насосной станции

На схеме (см. рис. 2.15, а) показана установка только обязательной для каждого агрегата запорной арматуры. Задвижки 2 используются как запорно-регулирующая арматура, так как с их помощью регулируют подачу насосов. Очевидно, что ремонт любой из задвижек или любого водовода возможен только при остановке всей насосной станции. Установка задвижек 3 и 4 (см. рис. 2.15, б) позволяет ремонтировать любую из задвижек 1 или 2, выводя в резерв два соответствующих насоса и по одной всасывающей и напорной линии. Однако ремонт задвижек 3 и 4 возможен только при остановке всей станции.

Сдвоенные задвижки на коллекторах (см. рис. 2.15, в) позволяют ремонтировать любую из линий и любую задвижку при выведении в резерв двух соответствующих насосов.

Каждый из двух всасывающих водоводов рассчитывается на пропуск 100 % расчетного расхода. Если работа двух насосов на один напорный водовод не обеспечивает подачу 70 % расчетного расхода, то, расставив задвижки по схеме на рис. 2.15, г, можно увеличить подачу, подключая третий (резервный) насос. Недостатком схемы на рис. 2.15, г является необходимость отключения двух насосов при ремонте задвижки 6. Этот недостаток устраняется установкой спаренных задвижек 6 (при этом можно убрать задвижку 4) или установкой задвижек на выходе 8 и устройством обводной линии со спаренными задвижками 7. Приведенные схемы не исчерпывают все возможные варианты расстановки запорной арматуры в машинном зале. Как правило, повышение степени обеспеченности подачи воды насосной станцией достигается установкой дополнительного числа запорной арматуры.

В качестве запорной арматуры в основном применяют задвижки и дисковые поворотные затворы. Задвижки и затворы подбираются по диаметру условного прохода и рабочему давлению.

2.4.2. Задвижки

Применяются для полного или частичного (с целью регулирования подачи насосов) перекрытия трубопроводов. В зависимости от конструкции запирающего устройства задвижки бывают двух типов: клиновые и параллельные. Задвижки могут быть с выдвигными и не выдвигными шпинделями. У первых – неподвижная гайка, в которой вращается шпиндель, расположена в крышке задвижки, и при открытии шпиндель выходит наружу, увлекая за собой запорный диск. Задвижки с выдвигным шпинделем менее удобны, так как требуют большей высоты помещения и хуже удовлетворяют санитарным требованиям. На насосных станциях применяют задвижки с ручным или электрическим приводом. Для облегчения управления в насосных станциях все задвижки диаметром 400 мм и более, а на автоматизированных насосных станциях независимо от диаметра следует проектировать с электроприводом (рис. 2.16). Технические характеристики задвижек с электроприводом приведены в прил. 9.

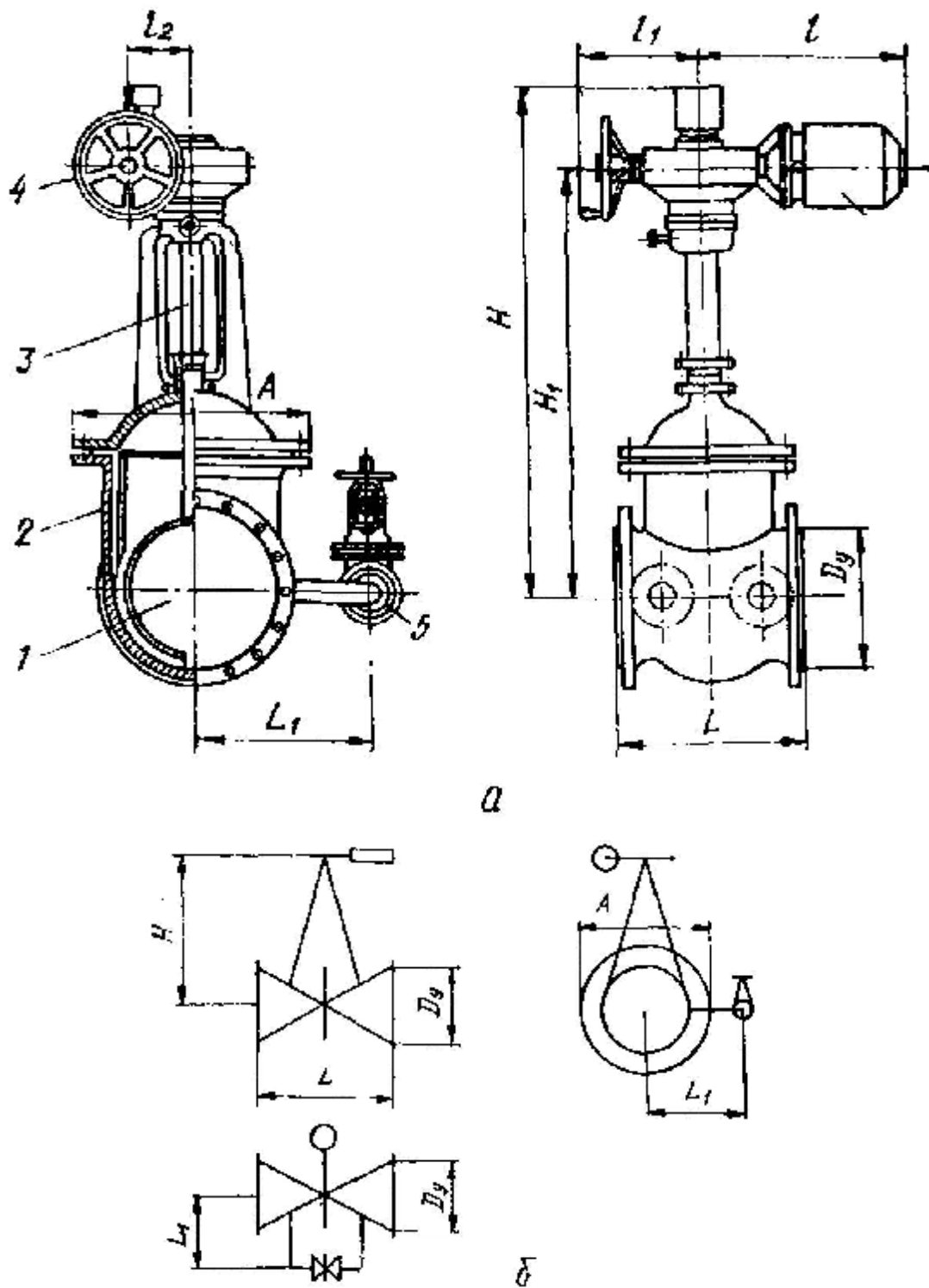


Рис. 2.16. Задвижка с электроприводом: *a* – общий вид; *б* – схематическое изображение; 1 – запирающий диск; 2 – корпус; 3 – шпindelь; 4 – маховик ручного привода; 5 – задвижка на обводной трубе; 6 – электропривод

На диск закрытой задвижки большого диаметра с напорной стороны действует большая сила давления. При этом требуются значительные усилия для ее открытия. Чтобы облегчить открытие основной задвижки, перекрываемые полости соединяют обводной трубой малого диаметра со своей задвижкой, что позволяет выравнивать давление на запорные диски перед открытием основной задвижки. Эту особенность следует учитывать при определении габаритов устанавливаемых задвижек.

Размеры, масса и стоимость задвижек зависят от того давления, на которое они рассчитаны. На всасывающей линии устанавливаются задвижки на давление $p_y = 0,25$ или $p_y = 0,6$ МПа, а на напорных $p_y = 0,6 \dots 2,5$ МПа. Давление на напорных водоводах определяют по максимально возможному напору насосов (работа на закрытую задвижку).

Согласно паспортным данным задвижки можно устанавливать на трубопроводе в любом положении, однако из соображений удобства монтажа и эксплуатации их лучше устанавливать шпинделем вверх.

2.4.3. Затворы

Поворотные дисковые затворы (рис. 2.17) в последнее время находят все большее распространение благодаря ряду положительных качеств. Их габариты и масса значительно меньше, чем у задвижек.

Принцип работы дискового затвора состоит в том, что поворотный диск, развернутый поперек трубы и прижатый к уплотняющей поверхности седла внутри корпуса, перекрывает поток, а при повороте диска на 90° обеспечивается свободное прохождение потока.

Как и задвижки, затворы выпускаются с ручным и электрическим приводом.

В рабочем положении большинство затворов либо полностью закрыты, либо полностью открыты. В последнее время выпускаются затворы, пригодные и для дросселирования потока.

Хорошая герметичность в затворе обеспечивается при давлении воды лишь в одном направлении (указано стрелкой на корпусе затвора). К недостаткам затворов относятся большие, по сравнению с задвижками, гидравлические сопротивления. Для уменьшения сопротивления и во избежание кавитации перед затвором надо иметь прямой участок трубопровода, равный $1,2D_y$, а после затвора – $2D_y$. Затворы лучше работают при повышенных скоростях (3 ... 4 м/с).

Технические характеристики дисковых поворотных затворов приведены в прил. 10.

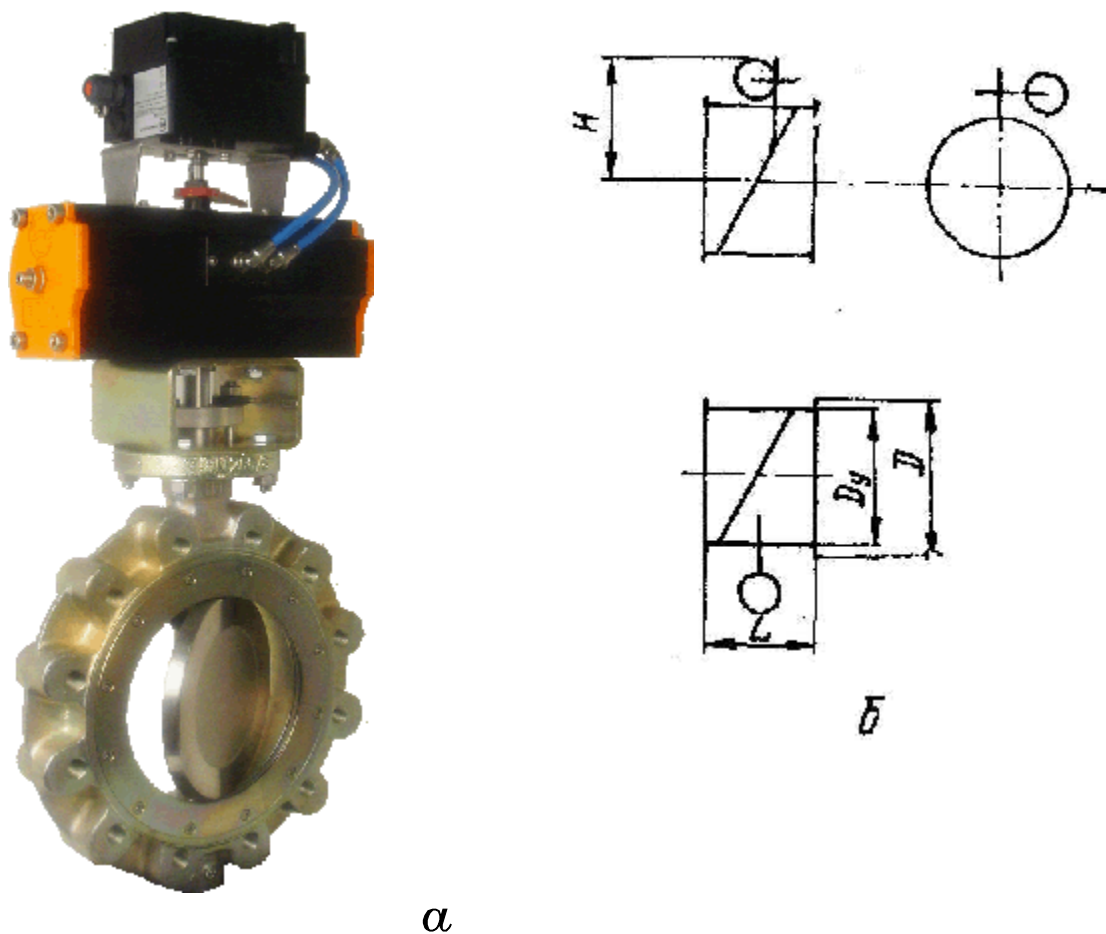


Рис. 2.17. Затвор поворотный дисковый с гидроприводом:
a – общий вид; *б* – схематическое изображение

2.4.4. Обратные клапаны

Обратные клапаны применяются на насосных станциях для того, чтобы при аварийной остановке насоса воспрепятствовать обратному через насос течению воды из напорного трубопровода. Обратное течение может привести к опорожнению напорных водоводов и опасному обратному вращению насоса и электродвигателя.

Размещение за каждым из насосов обратного клапана существенно упрощает автоматизацию включения и отключения насосов. Обратные клапаны могут устанавливаться и на напорных водоводах в камерах около насосных станций для предохранения от затопления машинного зала при разрушении внутриванционных трубопроводов.

Существует два основных вида обратных клапанов: с верхней подвеской диска (типа «захлопка») и с эксцентрической подвеской («безударный») (рис. 2.18). Обычно рекомендуется применять «безударные» клапаны. Эти клапаны, по сравнению с клапанами типа «захлопка», имеют меньшие габариты, меньшую массу и более плавную «безударную» посадку диска на седло при закрытии клапана. В открытом положении диск у обратного клапана удерживается подъемной силой, возникающей от скоростного напора потока. Поэтому обратные клапаны так же, как и дисковые затворы, лучше работают при повышенных скоростях (3 ... 4 м/с).

Если насос работает с положительной геометрической высотой всасывания, то для удобства заливки его перед запуском в начале всасывающей трубы на станциях III категории может устанавливаться приемный обратный клапан. Приемные обратные клапаны могут устанавливаться на всасывающих линиях диаметром до 200 мм. При больших диаметрах резко возрастает масса захлопки клапана и сила удара при ее падении. Кроме того, возрастающие в приемных клапанах большого диаметра гидравлические сопротивления существенно снижают геометрическую высоту всасывания насоса. При оборудовании насосов с индивидуальными всасывающими линиями приемными клапанами можно не устанавливать обратных клапанов на напорных трубопроводах.

Технические характеристики обратных поворотных клапанов приведены в прил. 11.

2.4.5. Монтажные вставки

Вынуть, а тем более установить арматуру в ограниченном пространстве между фланцами смонтированного трубопровода довольно трудно. Эта операция облегчается применением монтажных вставок, позволяющих увеличивать (или уменьшать) зазор между фланцами арматуры и трубопровода. В качестве монтажных вставок можно использовать сальниковые компенсаторы (рис. 2.19), размеры и масса которых приведены в прил. 12. Для облегчения монтажа можно использовать также разъем трубопроводов по коленам и отводам с фланцевыми соединениями, по косым (клиновым) вставкам-патрубкам.

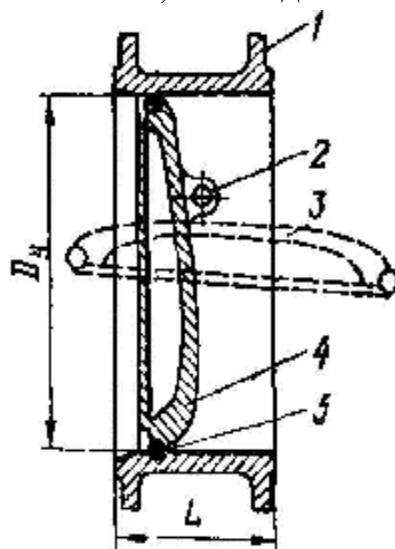


Рис. 2.18. Клапан обратный поворотный безударный:
1 – корпус;
2 – ось вращения диска;
3 – запорный диск в открытом положении,
4 – то же, в закрытом;
5 – уплотняющее резиновое кольцо

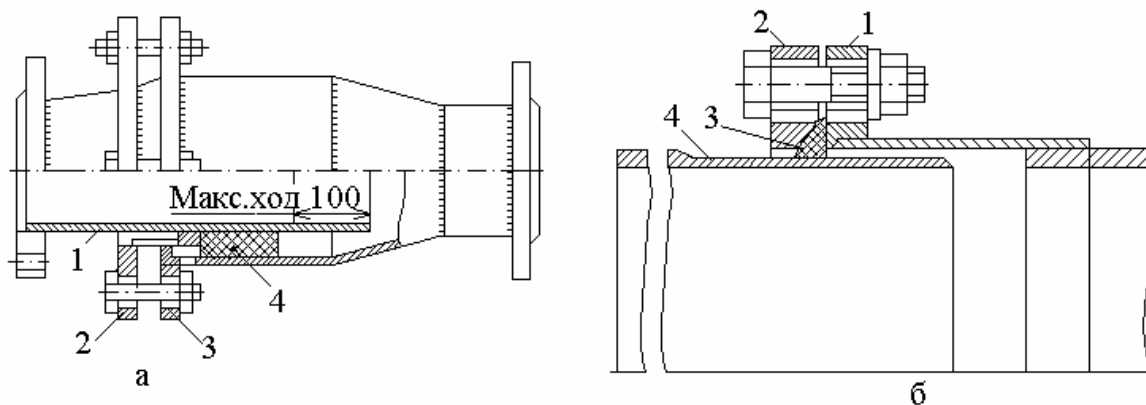


Рис. 2.19. Монтажные вставки:

а – типа сальникового компенсатора:

1, 3 – внутренний и наружный патрубки; 2 – фланец; 4 – сальниковая набивка;

б – специальная конструкция, стальная, сварная:

1 – наружный патрубок; 2 – фланец; 3 – уплотнение; 4 – внутренняя труба

2.4.6. Водомеры

Водомеры (чаще всего, сужающие устройства: диафрагмы, сопла и трубы Вентури) устанавливаются на напорных водоводах. В последнее время нашли широкое распространение ультразвуковые расходомеры.

Сужающие устройства характеризуются относительным сужением потока

$$m = \frac{d^2}{D^2}, \quad (2.6)$$

где d и D – диаметры сужающего устройства и подводящего трубопровода.

Значения m выбираются стандартные: для диафрагм – 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; для труб и сопел Вентури – 0,2 и 0,4. Трубы и сопла Вентури более сложны в изготовлении, чем диафрагмы. Они применяются на насосных станциях систем водоотведения, так как меньше подвержены износу, а также тогда, когда нет запаса напора и потери в водомере стремятся получить наименьшими.

Перепад напора в сужающем устройстве можно определить по формуле:

$$h = \frac{v^2}{2g} \left(\frac{1}{m^2} - 1 \right) \quad (2.7)$$

где v – скорость в трубе на подходе к водомеру.

Потери в водомерах в зависимости от типа сужающего устройства определяются по формулам:

– для диафрагм

$$h_{вдм} = \frac{v^2}{2g} \left(\frac{1}{m^2} - 1 \right) \cdot (1 - m); \quad (2.8)$$

– для сопел

$$h_{вдм} = \frac{v^2}{2g} \left(\frac{1}{m^2} - 1 \right) \cdot (1 - 1,4m); \quad (2.9)$$

– для труб Вентури

$$h_{вдм} = 0,14 \frac{v^2}{2g} \left(\frac{1}{m^2} - 1 \right) \cdot (1 - m). \quad (2.10)$$

При уменьшении m увеличиваются измеряемый перепад и точность, но увеличиваются и потери напора. Значения m принимают так, чтобы определенные по вышеприведенным формулам потери были: для диафрагм – 1 ... 2 м, а для сопел и труб Вентури – 0,5 ... 1,5 м. Чем больше диапазон изменения расходов, тем меньше следует принимать m и больше $h_{вдм}$.

Из формул видно, что рекомендуемые потери будут при промежуточном значении относительного сужения. Значения m следует принимать в зависимости от запаса напора и диапазона измеряемых расходов. Например, для станции I подъема с малым диапазоном изменения расходов можно принять $m = 0,3$ и $h_{вдм} = 0,89$ м. Расходомеры следует устанавливать за прямолинейным участком трубопровода. Минимальная длина участка зависит от вида сужающего устройства, относительного сужения потока m , вида местных сопротивлений, возмущающих поток. В общем случае длины прямолинейного подводящего участка $(20...40)D$ и отводящего $5D$ обеспечивают требуемую точность измерений.

В связи с этим сужающие устройства с первичными датчиками часто приходится устанавливать в камерах за пределами насосных станций. Температура в камерах должна поддерживаться не ниже $+ 5$ °С.

2.4.7. Спецификация оборудования, трубопроводов, арматуры и фасонных частей

Составляется для предварительного заказа изготавливаемого на заводах оборудования, для удобства чтения чертежей при строительстве станции, монтаже оборудования и его эксплуатации. Составляется спецификация одновременно с выбором оборудования, трубопроводов и арматуры.

В спецификацию включается основное и вспомогательное насосное оборудование и электродвигатели к нему, оборудование предварительной очистки (сетки, решетки, дробилки, решетки-дробилки), подъемно-транспортное оборудование. Характеристики оборудования приводятся в данной работе и в справочниках, например, в [3]. По [4] определяются характеристики труб, принятых для внешних и внутренних водоводов, и фасонных частей на трубах внутри насосной станции. Характеристики арматуры приведены в данной работе, а также в справочниках [3 ... 6, 11].

Спецификация приводится на чертеже или в пояснительной записке по определенной форме. Форма и образец составления спецификации представлены на рис. 2.20. В графе «Обозначение» в курсовом проекте можно ссылаться на ГОСТ завод-изготовителя, справочный материал или литературу, откуда взяты сведения об оборудовании и элементах трубопровода.

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Приме- чание	15
1	Ливгидромаш	Насос центробежный Д 200-36 с электродви- гателем А2-71-4, 1450 об/мин, 22 кВт	4	529	2 раб. + 2 рез. насоса	7 7 7 7
4	ГОСТ 8696-74	Трубы стальные электросварные ϕ 300, 325 \times 4	20м	32,4		7
12	Справочник под редакцией А.С. Масквитина	Клапан обратный поворотный фланцевый П 44075 ϕ 200, Р _у = 16	4	41,4		
26	60	60	10	15	20	

Рис. 2.20. Образец оформления спецификации

2.5. Построение графика совместной работы насосов и водоводов

Фасонные части и арматура обуславливают гидравлические потери напора в насосной станции. Эти потери вместе с потерями в водомерных устройствах и во всасывающих и напорных водоводах составляют общие потери напора в насосной установке и вместе со статическим напором определяют необходимый напор насосов:

$$H_{mp} = H_z + h_{вв} + h_{нс} + h_{вдм} + h_{нв} = H_z + \sum h_{mp} , \quad (2.11)$$

где H_{mp} – требуемый напор насосов, м вод. ст.; H_z – геометрическая высота подъема, м вод. ст.; $h_{вв}$ и $h_{нв}$ – потери напора во всасывающих и напорных водоводах, м вод. ст.; $h_{нс}$ – потери напора в насосной станции, м вод. ст.; $h_{вдм}$ – потери напора в водомерных устройствах, м вод. ст.; $\sum h_{mp}$ – суммарные потери напора в насосной установке, м вод. ст.

Потери напора в насосной установке $\sum h_{mp}$ зависят от расхода, а подача (расход) насосов в свою очередь зависит от развиваемого ими напора, то есть и от $\sum h_{mp}$. Окончательные параметры (подача, напор) параллельно соединенных насосов, подающих воду по системе напорных водоводов, определяются после построения графика совместной работы насосов и водоводов. Для этого необходимо построить характеристику трубопровода – график, который показывает, какой напор должны развивать насосы, для того чтобы подать через систему всасывающих водоводов, трубопроводов внутри насосной станции и напорных водоводов расход $Q_{НС}$. На рис. 2.21 представлены схема трубопровода, положение пьезометрических линий при подаче разных расходов и характеристика трубопровода.

Пример графика совместной работы насосов и водоводов приведен на рис. 2.22. Как видно из представленной схемы водоводов насосной станции (см. рис. 2.22, а), гидравлические потери в разных трубопроводах определяются разными расходами ($Q_{вв}$, $Q_{НС}$, $Q_{нв}$), которые зависят от числа водоводов и насосов.

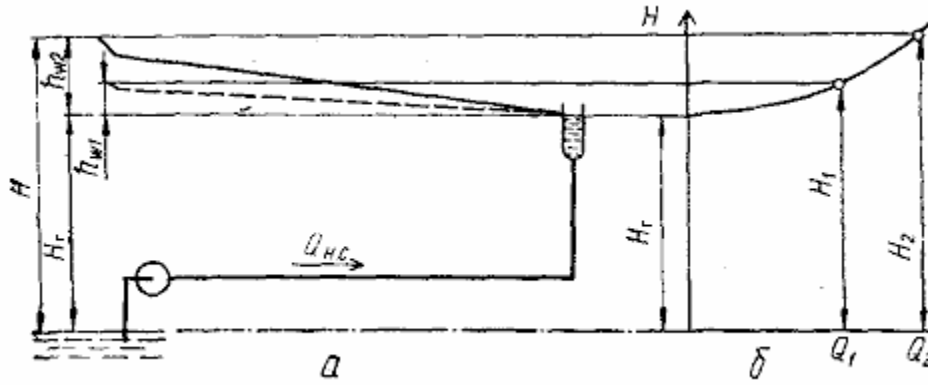


Рис. 2.21. К построению характеристики трубопровода:
 а – высотная схема; б – характеристика трубопровода

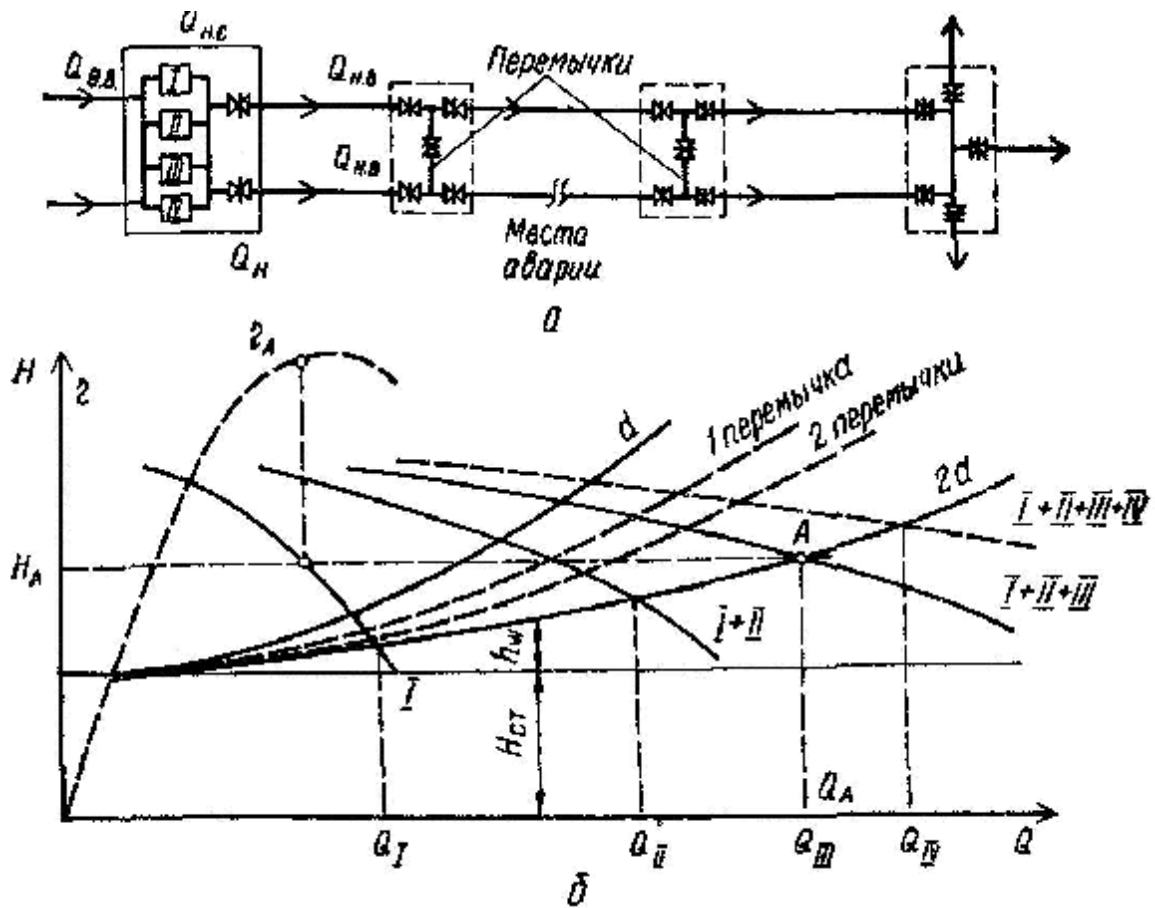


Рис. 2.22. Параллельная работа 4-х насосов на два водовода с перемычками:
 а – схема водовода; б – характеристики насосов и водоводов

Потери напора во всасывающем водоводе определяются по формуле:

$$h_{вв} = 1000iL_{вв} + \sum \zeta \frac{v^2}{2g}, \quad (2.12)$$

где $1000i$ – потери напора на 1 км трубопровода в метрах водяного столба, определяемые для расчетного расхода $Q_{вв}$ в трубах заданного диаметра и материала по таблицам [9]; $L_{вв}$ – длина всасывающего водовода, км; $\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений; v – скорость во всасывающем водоводе, м/с.

Потери напора в насосных станциях $h_{нс}$ рекомендуется определять в таком порядке:

- на схеме трубопроводов в насосной станции указываются диаметры, арматура, фасонные части и расчетные расходы;
- определяется самый невыгодный для расчета потерь путь воды, на нем нумеруются местные потери; вычисление потерь сводится в таблицу.

Пример составления схемы для определения потерь представлен на рис. 2.23, а выполнения вычислений – в табл. 2.3. Графы 1, 2, 3 и 4 таблицы заполняются в соответствии со схемой. Коэффициенты сопротивлений принимаются по прил. 13. Для открытой запорной арматуры можно принимать $\zeta = 0,2$. Скорости удобно определять по таблицам Шевелевых [9].

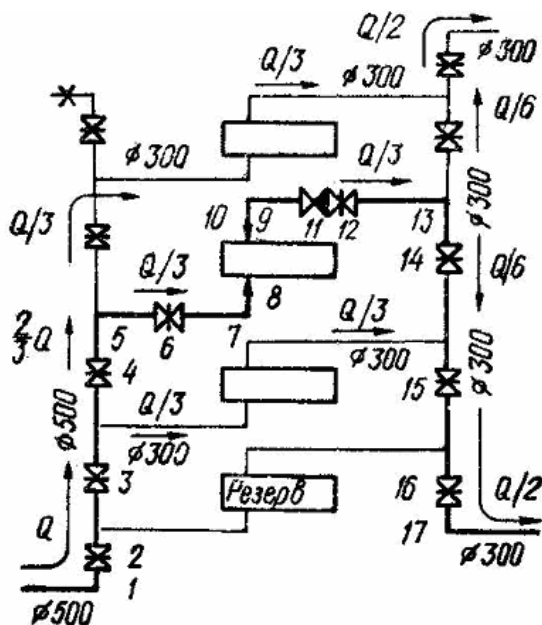


Рис. 2.23. Схема к определению потерь напора в насосной станции

Потери во всасывающих трубопроводах, в насосной станции и в водомерном устройстве можно считать пропорциональными квадрату подачи насосной станции. Таким образом, для определения потерь при произвольном расходе $Q'_{НС}$ можно пользоваться формулами:

$$h'_{вв} = K \cdot h_{нв}, \quad h'_{нс} = K \cdot h_{нс} \quad \text{и} \quad h'_{вдм} = K \cdot h_{вдм},$$

где $K = (Q'_{НС}/Q_{НС})^2$.

Таблица 2.3

Определение потерь напора в насосной станции

№№ позиций	Наименование местных сопротивлений	d , мм	Q , л/с	ζ	v , м/с	$\frac{v^2}{2g}$, м	$\zeta \frac{v^2}{2g}$, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Колено	500	300	0,6	1,43	0,105	0,06
2, 3	Задвижка	500	300	0,2x2	1,43	0,105	0,04
4	Задвижка	500	200	0,2	0,95	0,046	0,02
5	Тройник	300	100	1,5	1,32	0,089	0,13
6, 12	Задвижки	300	100	0,2x2	1,32	0,089	0,04
7, 10	Колена	300	100	0,6x2	1,32	0,089	0,1
8	Переход сужающийся	250	100	0,1	1,88	0,18	0,02
9	Переход расширяющийся	200	100	0,25	2,91	0,432	0,11
11	Обратный клапан	300	100	1,7	1,32	0,089	0,15
13	Тройник	300	100	1,6	1,32	0,089	0,14
14	Задвижка	300	50	0,2	0,66	0,017	0
15, 16	Задвижки	300	150	0,2x2	1,97	1,198	0,08
17	Колено	300	150	0,6	1,97	0,198	0,12
$h_{нс} = \sum \zeta \frac{v^2}{2g} = 1,01 \text{ м}$							

Потери напора в напорном водоводе для всех расходов определяются по формуле:

$$h_{нв} = (1,1 \dots 1,2) \cdot 1000 i L_{нв}. \quad (2.13)$$

Местные потери в напорных водоводах учитываются в размере 10 ... 20 % потерь напора по длине.

2.6. Оборудование систем заливки насосов, технического водоснабжения, дренажа и осушения

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации основного оборудования и сооружений насосной станции необходимо устройство различных вспомогательных систем, также использующих насосные и воздуходувные установки: вентиляции, маслоснабжения, заливки насосов (вакуум-систем), дренажа, осушения, удаления осадка, технического водоснабжения. Рассмотрим некоторые из этих систем, разрабатываемые в курсовом проекте.

Система заливки насосов (вакуум-система). Используется в насосных станциях I подъема раздельного типа для уменьшения заглубления машинного зала и удешевления строительства. Как правило, в насосных станциях систем водоснабжения или водоотведения корпус насоса располагается под залив от расчетного уровня воды в водоеме или емкости. Это значительно упрощает запуск насосов. В насосных станциях II и III категорий допускается установка насосов не под залив. Изредка встречаются схемы запуска насосов, расположенных выше уровня воды, на насосных станциях II подъема. Согласно действующим нормам в этих случаях следует предусматривать установку с вакуум-насосами и вакуум-котлом.

Требуемую подачу вакуум-насоса определяют исходя из времени, необходимого для заливки насоса, по формуле:

$$Q_{вн} = \frac{1000k(W_n + W_{тр})}{60t(1 - H_s / H_a)}, \quad (2.14)$$

где $W_n + W_{тр}$ – объем воздуха в насосе и заливаемой части трубопровода (как правило, до задвижки на напорном трубопроводе, рис. 2.24), м³; k – коэффициент запаса, учитывающий возможность проникновения воздуха через неплотности (сальники, фланцевые соединения); принимается равным 1,05 ... 1,1; t – время, требуемое для создания необходимого для заливки разрежения, мин; $t = 3 \dots 10$ мин; H_s – геометрическая высота всасывания насоса, считая от оси насоса до расчетного уровня воды в приемной камере (резервуаре) при запуске, м; H_a – напор, соответствующий барометрическому давлению; в обычных условиях принимается равным 10 м.

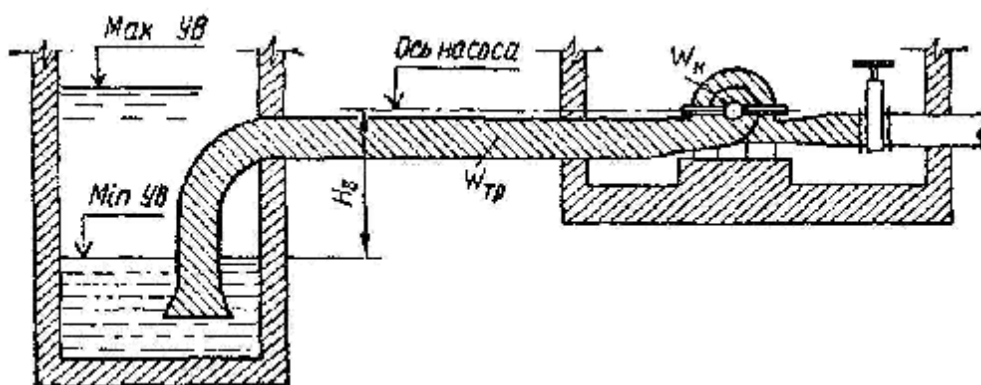


Рис. 2.24. Схема к определению объема воздуха, откачиваемого при заливке насоса

В качестве вакуум-насосов системы заливки чаще всего принимаются водокольцевые насосы: КВН – консольный вакуум-насос, ВВН – водокольцевой вакуум-насос, РМК – ротационная машина-компрессор (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Технические характеристики вакуум-насосов

Показатели	КВН-4	КВН-8	ВВН-0,75	ВВН-1,5	ВВН-3	РМК-1	РМК-2
Подача $Q_{вн}$, л/с	6,7	13,5	12,5	25	50	25	70
Максимальный вакуум $H_{вак}/H_a$	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8	0,9	0,92
Мощность электродвигателя, кВт	1,7	2,8	1,2	4	7,5	4,5	10
Габариты, мм							
длина	392	417	445	682	1085	575	575
ширина	240	240	240	450	510	360	360
высота	278	278	295	938	1102	390	390
Диаметр патрубка, мм	25	25	25	50	65	65	65
Масса насоса, кг	38	42	50	163	380	93	109

Для того чтобы постоянно поддерживать резервные насосы в зали- том состоянии, в вакуум-систему включают вакуум-котел (рис. 2.25). Создав определенный вакуум в системе и вакуум-котле, вакуум-насосы автоматически отключаются. Подсасываемый в систему через неплот- ные соединения воздух постепенно уменьшает вакуум. При определен- ных малых значениях вакуума в вакуум-котле вакуум-насосы автомати- чески включаются.

Расчетный объем вакуум-котла $W_{вк}$ принимают исходя из условия, что вакуум-насос, поддерживающий расчетный уровень вакуума в котле, включается не более 4-х раз в час.

$$W_{вк} = 900 \cdot Q \cdot (1 - Q_n / Q_{вн}), \quad (2.15)$$

где Q_n – подсос воздуха, л/с; $Q_{вн}$ – подача вакуум-насоса, л/с.

Подсос воздуха в систему принимают в зависимости от диаметра всасывающего патрубка заливаемого насоса (табл. 2.5).

Дренажные насосные установки. Эти установки предназначены для откачки из подземной части насосной станции грунтовых вод, фильтрую- щих через стены здания, утечек через сальники насосов и воды, изливаю- щейся при ремонте оборудования. Для сбора дренажных вод в машинном зале устраивается дренажный колодец. Объем колодца принимают равным подаче дренажного насоса в течение 10 ... 15 мин. Вода к колодцу подво- дится дренажными лотками, расположенными у стен. Пол делается с укло- ном в сторону лотков (0,002 ... 0,005).

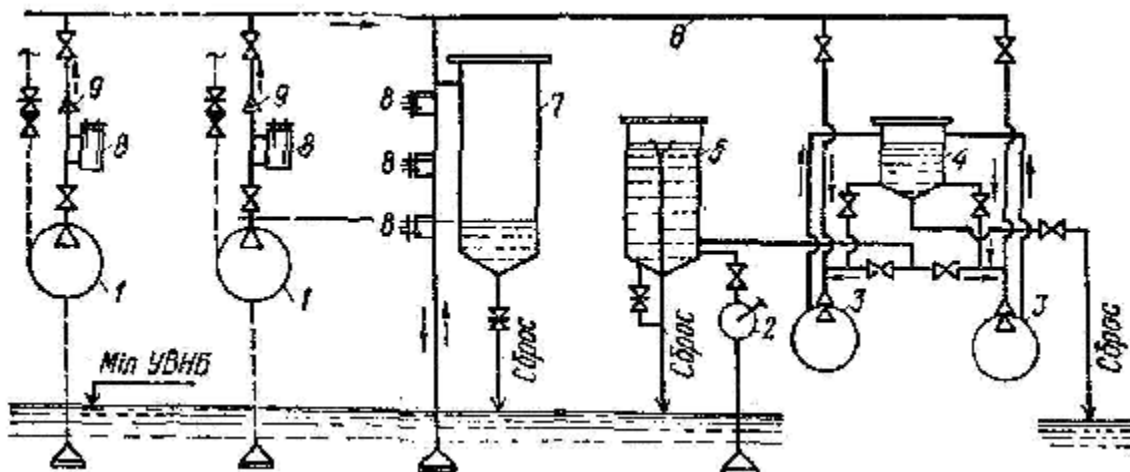


Рис. 2.25. Схема заливки основных насосов при помощи вакуум-котла: 1 – основные насосы; 2 – ручной насос; 3 – вакуум-насосы; 4 – водоотделитель вакуум-насосов; 5 – заливочный бачок-отстойник; 6 – воздушная магистраль; 7 – вакуум-котел; 8 – сигнализатор уровня; 9 – клапан выпуска воздуха или вентиль с электроприводом

Таблица 2.5

Подсос воздуха в систему заливки насоса в зависимости от диаметра всасывающего патрубка

Диаметр всасывающего патрубка, мм	До 150	150 ... 300	300 ... 600	600 ... 1200
Подсос Q_n , л/с	0,014	0,028	0,056	0,112

В насосных станциях I подъема с забором из открытого источника дренажная вода откачивается обратно в водоем, в насосных станциях водоотведения – в приемный резервуар, в насосных станциях II подъема – в наружную систему водоотведения. Глубина насосной станции определяет статический напор дренажных насосов, а гидравлические потери принимаются равными 2 ... 4 м.

Подача дренажных насосов определяется по формуле:

$$Q_d = (1,5...2) \cdot (\sum q_1 + q_2), \quad (2.16)$$

где $\sum q_1$ – суммарные утечки через сальники, по 0,05 ... 0,1 л/с на каждое сальниковое уплотнение; q_2 – фильтрационный расход через стены и пол здания, л/с. Ориентировочно q_2 , л/с, определяют по формуле:

$$q_2 = 1,5 + 0,001 \cdot W, \quad (2.17)$$

где W – объем части машинного зала, расположенной ниже максимального уровня грунтовых вод, м³.

В качестве дренажных удобно применять насосы марки «ГНОМ», погружной центробежный моноблочный канализационный насос ЦМК

16/27 или вихревые консольные самовсасывающие насосы ВКС, технические характеристики которых приведены в табл. 2.6. Дренажных насосов устанавливают не менее двух (один – резервный). Запуск и выключение насосов производятся автоматически от поплавковых реле уровней в дренажном колодце. Насосы ВКС устанавливаются на фундаментах, а ЦМК опускаются в приямок.

Таблица 2.6

Технические характеристики насосов «ГНОМ », ВКС и ЦМК

Марка	Подача, л/с	Напор, м	Мощность, кВт	Масса, кг	Габариты в плане, мм	$H \frac{\text{доп}}{\text{вак}}$, м
Мини-ГНОМ	0,6 ... 3,3	10 ... 2	0,6	8,5	170x150	–
ГНОМ 10-10	1,7 ... 3,9	13 ... 7,5	0,95	9	318x220	–
ГНОМ 16-16	2,8 ... 5,6	16,8 ... 14	1,5	10	318x220	–
ГНОМ 25-20	5 ... 10	22 ... 16	4	54	275x262	–
ГНОМ 40-25	11	25	5,5	52	275x262	–
ГНОМ 53-10	12,5 ... 19	11 ... 8,5	4	54	292x262	–
ГНОМ 100-25	21 ... 34	30 ... 14	15	132	410x385	–
ВКС 2/26	0,75 ... 2,2	60 ... 20	5,5	130	947x320	4
ВКС 4/24	1,58 ... 4,3	70 ... 20	7,5	166	1005x360	4
ВКС 5/24	2,38 ... 5,4	70 ... 20	10	180	1047x320	4
ВКС 10/45	5,0 ... 11,1	85 ... 30	30	315	1197x430	3
ЦМК 16/27	4,4	27	4	136	2000x200	–

Система технического водоснабжения разрабатывается в курсовых проектах насосных станций I подъема и водоотведения. Она проектируется для подачи воды на смазку и охлаждение подшипников и уплотнение сальников. Расход технической воды определяется по паспортным данным основных насосов. Ориентировочно можно принимать по 0,5 ... 1 л/с на каждый рабочий агрегат. Напор в техническом водопроводе должен на 2 ... 10 м превышать напор основных насосов.

В насосных станциях I подъема техническая вода перед подачей к насосам может очищаться на фильтрах. В насосных станциях систем водоотведения насосы технического водопровода забирают воду из хозяйственно-питьевого водопровода через бак разрыва струи. В системах технического водоснабжения чаще всего применяют насосы типа ВК, ВКС или К: один – рабочий, один – резервный.

Система осушения. Предназначается для откачки воды из всасывающих трубопроводов и приемных камер основных насосов и из машинного зала в случае его затопления при аварии.

Специальная система удаления осажденных наносов из камер водозаборных сооружений. Применяется на насосных станциях I подъема.

ТЕМА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

3.1. Подъемно-транспортное оборудование

Количество комплектов подъемно-транспортного оборудования и схема его работы при монтаже (демонтаже) насосных агрегатов или арматуры зависят от расположения машинного зала относительно поверхности земли, от вида транспорта, на котором насосы и арматура подаются к насосной станции, от размеров монтажных площадок и проемов ворот.

При проектировании насосной станции желательно предусмотреть въезд транспорта (автомобиля) с монтируемым грузом непосредственно на монтажную площадку внутри насосной станции (рис. 3.1). Вокруг транспорта, на котором подается оборудование на монтажную площадку, должен быть обеспечен проход шириной не менее 0,7 м. Минимальные размеры монтажной площадки определяются маркой используемых автомобилей и приведены в табл. 3.1.

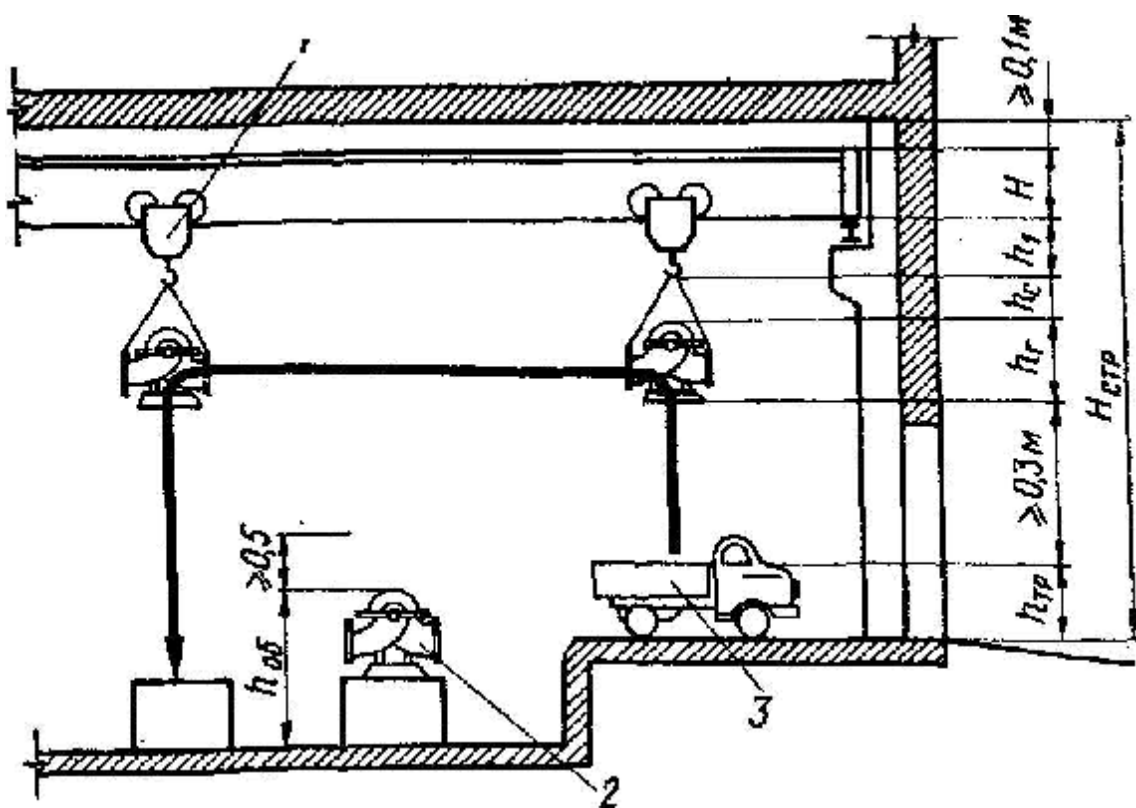


Рис. 3.1. Схема подъемно-транспортных операций в незаглубленных и полузаглубленных насосных станциях:

1 – грузовая тележка крана; 2 – установленный насос; 3 – автомобиль

Таблица 3.1

Грузоподъемность и габариты грузовых автомобилей

Марка автомобиля	УАЗ-451М	ГАЗ-51А	ЗИЛ-130	МАЗ-500	КрАЗ-257
Грузоподъемность, т	1	2,5	5	8	12
Размеры автомобиля, мм:					
длина	4360	5725	8675	7140	9660
ширина	1940	2250	2500	2500	2650
высота	2070	2130	2400	2650	2620
Размеры платформы, мм:					
длина	2730	3070	3752	4810	5770
ширина	1820	2070	2326	2480	2480
высота (погрузочная)	700	1200	1370	1500	1520
Минимальные размеры монтажной площадки, мм:					
длина	3430	3770	4452	5510	6000
ширина	3220	3470	3726	3880	3880

В незаглубленных и полузаглубленных насосных станциях монтируемый груз забирается подъемно-транспортным оборудованием с грузовой платформы кузова автомобиля и подается к месту монтажа или на промежуточную монтажную площадку. В заглубленных насосных станциях подъемно-транспортным оборудованием верхнего помещения груз подается к монтажному люку и через него опускается на монтажную площадку заглубленного машинного зала. С этой площадки транспортным оборудованием машинного зала груз подается к месту монтажа (рис. 3.2).

Форма и размеры монтажного люка определяются габаритами проносимого оборудования с учетом запаса не менее 0,3 м. Проходы вокруг оборудования на монтажной площадке должны быть не менее 0,7 м.

При небольших массе и размерах монтируемого оборудования можно предусмотреть вкатывание его на монтажную площадку внутрь здания на инвентарной тележке с низко расположенной грузовой платформой. Это позволит уменьшить высоту верхнего строения и ворот. Груз с автомобиля на монтажную тележку может переноситься вне здания с помощью наружного монорельса (см. рис. 3.2).

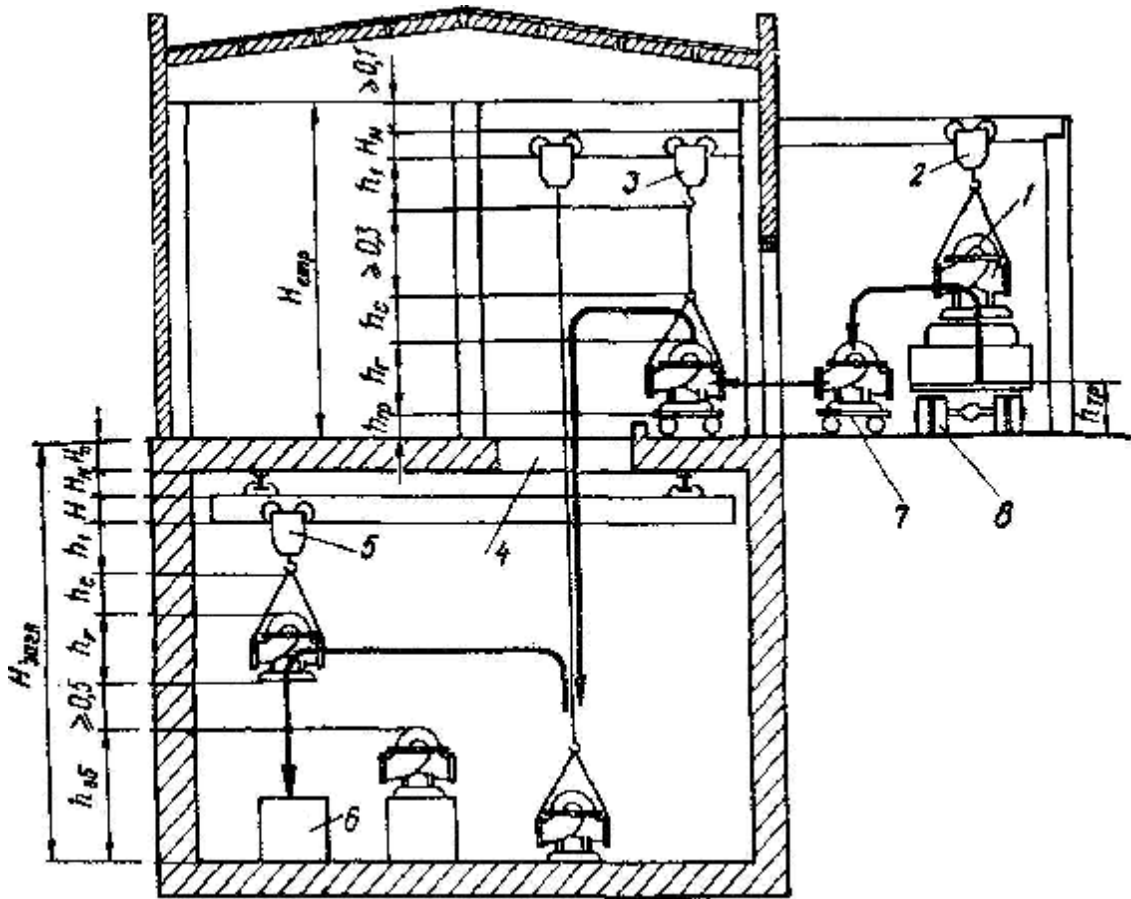


Рис. 3.2. Схема подъемно-транспортных операций в заглубленных насосных станциях:
 1 – транспортируемый насос; 2 – тельфер; 3, 5 – грузовые тележки крана;
 4 – монтажный проем; 6 – фундамент под насос; 7 – инвентарная тележка;
 8 – автомобиль

Таким образом, в монтаже (демонтаже) основного технологического оборудования насосной станции может участвовать от одного до трех подъемно-транспортных механизмов.

Грузоподъемность подъемно-транспортного оборудования следует назначать по массе наибольшей монтажной единицы с учетом 10 % надбавки. За монтажную единицу можно принимать ротор вертикального электродвигателя (если электродвигатель поставляется в разобранном виде), горизонтальный агрегат в сборе при наличии фундаментной плиты или общей рамы заводского изготовления, насос, электродвигатель или задвижку.

Вид подъемно-транспортного оборудования принимается в зависимости от массы монтируемых агрегатов и габаритов здания с учетом удоб-

ства эксплуатации: балки неподвижные (монорельсы) с кошками и таями – при массе груза до 1000 кг; краны подвесные (кран-балки) – при массе до 5000 кг; краны мостовые – при массе груза более 5000 кг.

Подъемно-транспортное оборудование может быть как с ручным, так и с электрическим приводом. Простота, безотказность в работе – основные преимущества оборудования с ручным приводом, особенно в помещениях с повышенной влажностью. Подъемники с электроприводом рекомендуется применять при высоте подъема более 6 м, длине машинного зала более 18 м, массе груза более 5000 кг, а также в крупных станциях с большим количеством насосных агрегатов.

Монорельсы следует применять при однорядном расположении агрегатов параллельно продольной оси здания, когда все насосы и двигатели будут находиться под монорельсом. При других схемах расположения агрегатов монорельсы применяются при малой массе монтажной единицы (до 100 кг). Для разгрузки оборудования монорельсы используются при массе груза до 5000 кг.

Та часть подъемного устройства, с помощью которой оно удерживается на балке и перемещается по ней, называется кошкой, а та, с помощью которой производится подъем груза, – талью. Тали грузоподъемностью 1, 2, 3 и 5 т крепятся на двутавровых балках соответственно 24М, 30М, 36М и 45М. Минимальное расстояние от монорельса до крюка для талей грузоподъемностью 1, 2 и 3 т составляет 1310 мм, а грузоподъемностью 5 т – 1520 мм.

Подвесные кран-балки применяют для обслуживания прямоугольного в плане помещения или его части. Подвижная балка с расположенными на ней кошкой и талью перемещается по двум неподвижным балкам-двутаврам, подвешенным к конструкциям перекрытия. Неподвижные балки располагаются вдоль длинной стороны помещения. Длина подвижных балок изменяется в широких пределах и принимается в зависимости от ширины помещения. Кран-балки с электроприводом выпускаются с пролетами до 17 м.

Общий вид подвесных кранов приведен на рис. 3.3, а технические характеристики – в табл. 3.2 и 3.3.

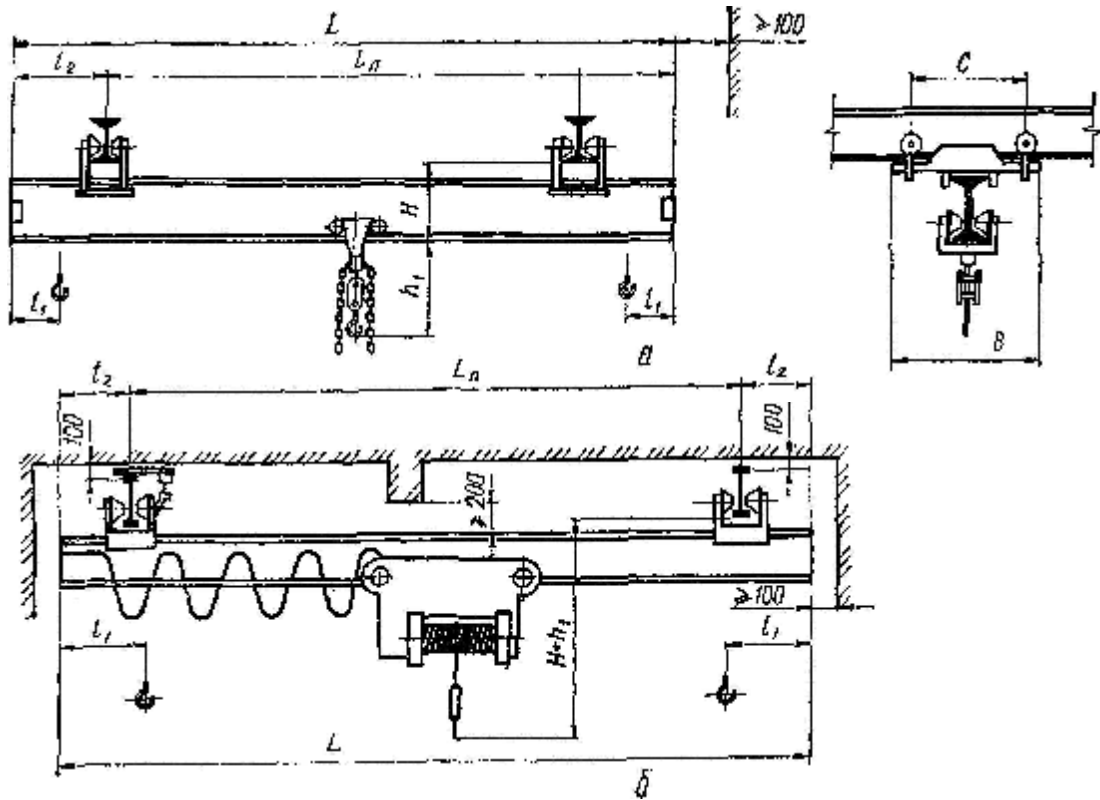


Рис. 3.3. Краны подвесные одноблочные:
 а – ручные грузоподъемностью 0,5 ... 5 т с высотой подъема 3 ... 12 м;
 б – электрические грузоподъемностью 1 ... 5 т с высотой подъема 6 ... 18 м

Таблица 3.2
 Технические характеристики подвесных ручных кранов (см. рис. 3.3, а)

Длина крана, L , м	Грузоподъемность, т	Пролет L_n , м	Размеры, мм						Номер двутавра подкранового пути	Масса крана, кг
			h_1	H	l_1	l_2	C	B		
3,6	0,5	3	370	220	150	300	1000	1300	18	274
	1		370	220	150		1000	1300	18	274
	2		610	280	200		1000	1300	24	460
	3,2		610	280	200		1000	1300	24	469
	5		755	340	220		1500	2000	30	633
6,6	0,5	6	370	220	150	300	1500	1800	18	372
	1		370	220	150		1500	1800	18	372
	2		610	340	200		1500	1800	30	663
	3,2		610	340	200		1500	1800	30	679
	5		755	400	220		1800	2300	36	889
10,2	0,5	9	370	280	150	600	1800	2100	24	562
	1		370	280	150		1800	2100	24	562
	2		610	400	200		1800	2100	36	940
	3,2		610	400	200		1800	2100	36	961
	5		755	490	220		2100	2600	45	1271

Таблица 3.3

Технические характеристики подвесных кранов с электроприводом (см. рис. 3.3, б)

Длина крана, L , м	Грузоподъемность, т	Пролет L_n , м	Размеры, мм					Мощность электродвигателя	Номер двутавра подкранового пути	Масса крана, кг
			$H + h_1$	l_1	l_2	C	B			
3,6	1	3	1120	660	300	1000	1350	1,7	18	590
	2		1350	710		1000	1350	2,8	24	785
	3,2		1635	750		1000	1365	4,5	30	1060
	5		1910	900		1500	2С95	7	30	1470
5,1	1	4,5	1125	660	300	1000	1350	1,7	18	695
	2		1360	710		1000	1350	2,8	24	895
	3,2		1645	750		1000	1365	4,5	30	1180
	5		2010	900		1500	2095	7	30	1745
8,4	1	6	1125	660	1200	1500	1850	1,7	24	890
	2		1360	710		1500	1850	2,8	30	1135
	3,2		1705	750		1500	1865	4,5	36	1500
	5		2010	900		1800	2395	7	36	2070
11,4	1	9	1245	660	1200	1800	2150	1,7	30	1070
	2		1545	710		1800	2150	2,8	30	1465
	3,2		1955	750		1800	2165	4,5	36	1995
	5		2170	900		2100	2695	7	36	2530

Мостовые краны (рис. 3.4 и табл. 3.4) передвигаются вдоль машинного зала по рельсам, уложенным на подкрановые балки, которые опираются на консоли несущих колон или выступы стен (пилястры). Мостовые краны – оборудование более громоздкое, чем подвесные кран-балки, и требуют большей высоты помещения. Их крюки не могут так близко подходить к стенам помещения, как крюки кран-балок. Мостовые краны применяются при больших массах монтируемого оборудования.

Специально для круглых насосных станций выпускаются радиальные мостовые краны. Несущая балка такого крана одним концом опирается на опору в виде центральной цапфы с радиально-сферическим подшипником, а другим – на торцовую балку с колесами, передвигающуюся по круговому рельсу, уложенному по выступу стены. Общий вид этих кранов приводится на рис. 3.5, а характеристики – в табл. 3.5.

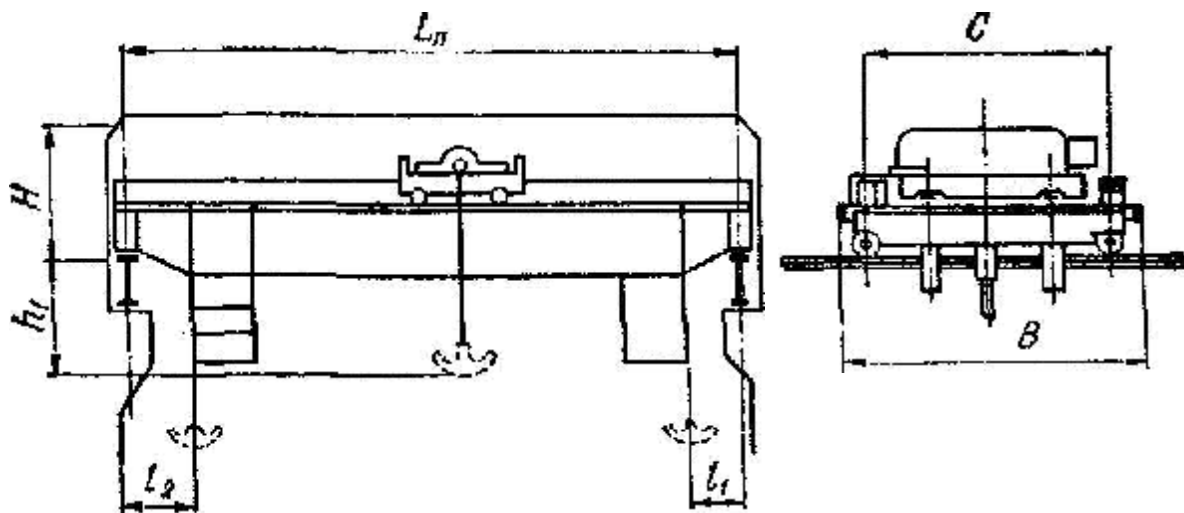


Рис. 3.4. Кран мостовой электрический грузоподъемностью 5 ... 30 т

Таблица 3.4
Технические характеристики мостовых кранов с электроприводом (см. рис. 3.4)

Грузоподъемность, т	Пролет L_n , м	Размеры, мм						Мощность электродвигателя, кВт	Масса крана, кг
		h_1	H	l_1	l_2	C	B		
5	11 ... 32	1650	50	1100	300	5000 ... 6500	3500 ... 5000	2,7	13,6 ... 33,3
10	10,5 ... 34,5	1900	500	1200	1100	5508 ... 5802	4400 ... 5000	7,5	17 ... 34,9
15/3	11 ... 26	2300	600/ 100	2000/ 1000	1880/ 1120	5600	4400	5	20,5 ... 34,4
20/5	10,5 ... 25,5	2400	600/ 50	2250/ 1250	1950/ 1300	5600	4400	7,5	23 ... 40,5
30/5	10,5 ... 31,5	2750	400/ 300	2560/ 1600	1910/ 950	6300	5100	16	33,5 ... 66

Примечание. В знаменателе указаны параметры вспомогательного крюка.

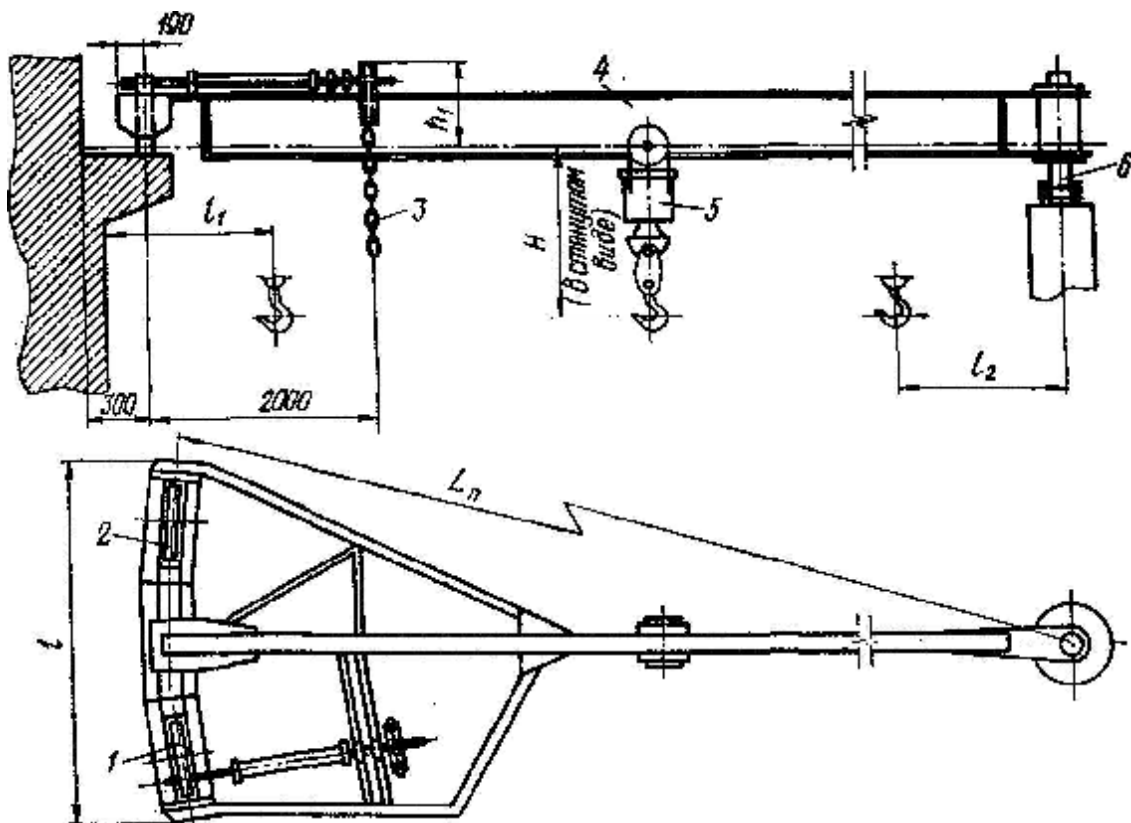


Рис. 3.5. Кран мостовой радиальный:
 1 – приводное колесо; 2 – холостое колесо; 3 – тяговая цепь ручного привода;
 4 – несущая балка; 5 – таль; 6 – центральная цапфа

Таблица 3.5
 Технические характеристики мостовых кранов радиальных (см. рис. 3.5)

Грузоподъемность, т	Радиус пролета, L_n , м	Размеры, мм					Вид привода	Масса крана, т
		H	h_1	l_1	l_2	l		
5	7,5	780	555	700	706	2290	Ручной	1171
8	10	1100	705	700	706	2850	Ручной	2175
10	9	2010	705	1150	2020	2850	Электрический $P = 2 \cdot 75$ кВт	4579

3.2. Конструкции и стандартные размеры частей здания

3.2.1. Подземная часть

В подземной части могут размещаться: машинный зал, водоприсоединительные камеры, приемные резервуары насосных станций водоотведения. Если максимальный уровень грунтовых вод расположен ниже уровня пола машинного зала, то подземная часть насосных станций (кроме станций водоотведения) выполняется как у обычных промышленных зданий: с отдельными фундаментами под насосное оборудование и под строительные конструкции (рис. 3.6, *а*). При грунтовых водах выше уровня пола подземная часть может быть блочной или камерной.

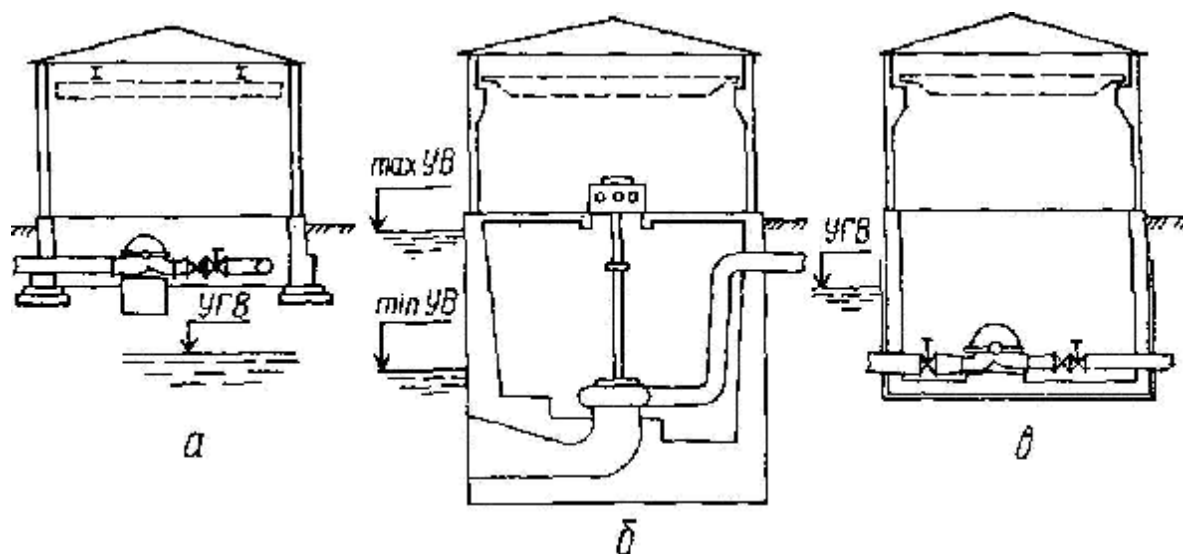


Рис. 3.6. Типы конструкций подземной части насосных станций:

а – с отдельными фундаментами под оборудование и строительные конструкции;
б – блочная; *в* – камерная

Блочная конструкция представляет собой массивный бетонный блок в основании насосной станции, в котором устроены имеющие сложную пространственную форму всасывающие трубы насосов (см. рис. 3.6, *б*). Блочная конструкция применяется при определенных высокопроизводительных вертикальных центробежных и осевых насосах (серий О, ОП и В).

При камерном типе здания его подземная часть выполняется в виде относительно тонкостенной доковой конструкции – камеры. Фундаменты насосов опираются на несущее днище камеры (см. рис. 3.6, *в*).

Толщину стен и днища камеры в первом приближении следует принимать равной 0,1 максимального напора воды или грунта, действующего на конструкцию в рассматриваемом сечении.

Подземную часть зданий выполняют из гидротехнического бетона соответствующей марки и водонепроницаемости. Если позволяют условия производства работ, наружную поверхность стен подземной части насосной станции покрывают битумной гидроизоляцией до отметки на 0,5 м выше уровня грунтовых вод.

Объем подземной части должен быть минимальным. Заглубление и размеры в плане подземной части определяются компоновкой насосного оборудования. Размеры подземной части больших насосных станций в плане следует принимать кратными 3 м. При длине стороны или диаметре подземной части сооружения до 9 м допускается принимать размеры прямоугольных сооружений кратными 1,5 м, круглых – 1 м.

Если глубина подземной части позволяет разместить технологическое и подъемно-транспортное оборудование, над ней сооружают перекрытие, то есть проектируют заглубленный тип насосной станции. Минимально допустимое заглубление, при котором возможно такое решение, определяется из рис. 3.2:

$$H_{\text{загл}} \geq h_{\text{об}} + 0,5 + h_2 + h_c + h_1 + H + H_N + H_n, \quad (3.1)$$

где $h_{\text{об}}$ – высота установленного оборудования, через которое надо перенести груз; 0,5 м – расстояние между грузом и оборудованием; h_2 – высота переносимого груза; h_c – высота строповки; принимается 0,5 ... 1 м, при этом угол между стропами должен быть не более 90° ; $h_1 + H$ – размеры подъемно-транспортного оборудования при максимальном поднятии крюка; H_N – высота подкранового пути, например, для двутавра № 30М $H_N = 0,3$ м; H_n – высота перекрытия; высота балок перекрытия принимается порядка 0,1 их пролета, толщина плиты 0,1 ... 0,2 м.

Если заглубление машинного зала не удовлетворяет соотношению (3.1) и разместить подъемное оборудование в подземной части нельзя, то принимают полузаглубленный тип здания.

Заглубленные помещения должны сообщаться с надземными частями здания лестницами шириной не менее 0,9 м с углом наклона не более 45° , из помещений длиной 12 м – не более 60° .

В заглубленных насосных станциях, работающих в автоматическом режиме, при заглублении машинного зала 20 м и более, а также в насосных станциях с постоянным обслуживающим персоналом при заглублении 15 м и более следует предусматривать устройство пассажирского лифта.

Для подъема на площадки обслуживания ширина лестниц должна быть не менее 0,7 м, угол наклона – не более 60°. Для одиночных переходов через трубы и для подъема к отдельным задвижкам и затворам допускается применять лестницы шириной 0,5 м с углом наклона более 60° или стремянки.

3.2.2. Надземная часть

Высоту верхнего строения обычно определяют отдельно для машинного зала и для вспомогательных помещений. Высоту верхнего строения над машинным залом или в перевалочном помещении монтажной площадки определяют согласно схемам на рис. 3.1 и 3.2 по формулам:

$$H_{\text{верх}} \geq h_{\text{мп}} + 0,5 + h_2 + h_c + h_1 + H + H_N + 0,1; \quad (3.2)$$

$$H_{\text{верх}} \geq h'_{\text{мп}} + 0,5 + h_2 + h_c + h_1 + H + H_N, \quad (3.3)$$

где $h_{\text{мп}}$ – погрузочная высота платформы автомобиля, принимается по табл. 3.1; $h'_{\text{мп}}$ – высота инвентарной тележки, принимается равной 0,15 ... 0,3 м.

Высоту верхнего строения $H_{\text{верх}}$ округляют до ближайшей стандартной: 3; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,6; 14,4; 16,2 и 18 м.

При высоте машинного зала более 4,8 м служебные помещения и электрическая часть, вынесенные в пристройку, могут иметь меньшую высоту. Высота пристройки обычно определяется высотой ячеек распределительного устройства или камер трансформаторов (см. п. 3.3).

При наличии мостового крана в машинном зале или высоте несущих стен более 6 м рекомендуется применять каркасную конструкцию здания. В остальных случаях возможны каркасные и бескаркасные конструкции с несущими стенами из кирпича. Часто машинный зал выполняют каркасным, а пристройку со вспомогательными помещениями – бескаркасной.

Пролеты зданий $L_{\text{пр}}$ назначают равными 6, 9, 12, 15, 18, 21 и 24 м при шаге колонн 6 (12) м. В бескаркасных зданиях длина здания может быть кратна 1,5 м. Размеры и привязка колонн и наружных стен к разбивочным осям показаны на рис. 3.7 и 3.8. Оси торцевых колонн смещают на 0,5 м внутрь здания. Внутренние поверхности торцевых стен должны совпадать с поперечными осями.

Для покрытия зданий рекомендуется применять сборные железобетонные плиты размером 3 ... 6 и 3 ... 12 м (доборные плиты 1,5 × 6 и 1,5 × 12 м), которые укладываются на фермы, пролетные железобетонные балки или на несущие стены верхнего строения.

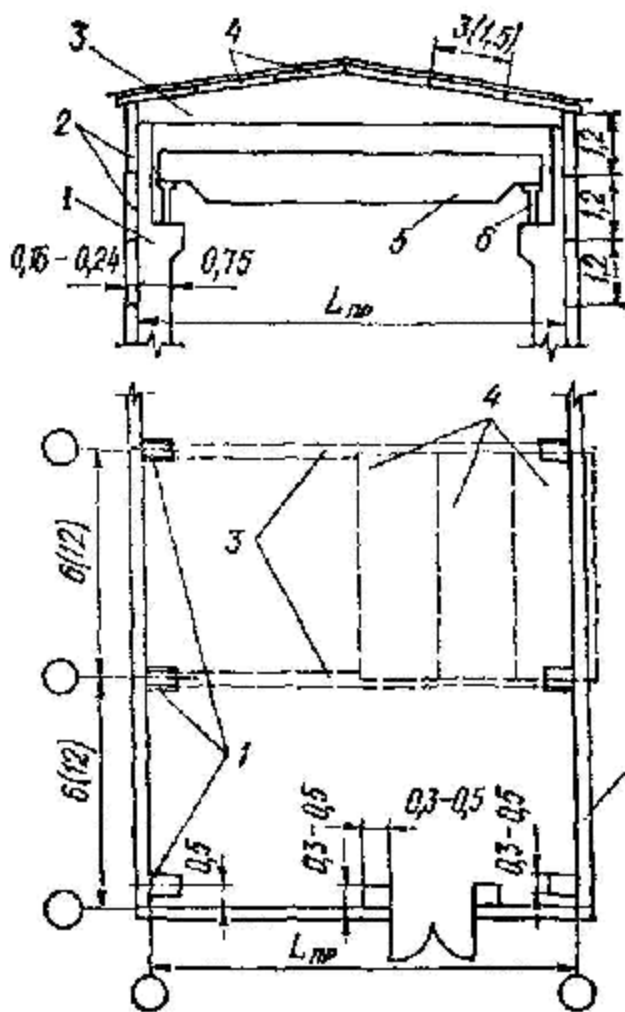


Рис. 3.7. Верхнее строение здания насосной станции каркасной конструкции:
 1 – колонны; 2 – стеновые панели;
 3 – фермы (балки) перекрытия;
 4 – плиты покрытия; 5 – мостовой кран;
 6 – подкрановые балки

Внутренние перегородки вспомогательных помещений принимаются толщиной 0,06 ... 0,16 м. Камеры трансформаторов и распределительные устройства от остальных помещений отделяются капитальными стенами толщиной 0,25 ... 0,51 м.

На плане здания насосной станции вдоль наружных стен приводятся три нитки размеров: размеры проемов и простенков, начиная с наружного угла здания; осевые размеры с привязкой первой и последней осей к наружным углам здания; контурные размеры здания.

Кровлю верхних строений выполняют из рулонных материалов по слою утеплителя (засыпка шлака или сборные пенобетонные плиты). Для защиты от солнца кровлю засыпают небольшим слоем щебня светлых тонов.

Площадь окон в помещении с естественным освещением принимается не менее 12,5 % площади пола. В помещениях камер трансформаторов и распределительных устройств окна могут не предусматриваться. Ширину оконных проемов в машинном зале можно принимать 300 см при высоте каждой секции окна 120 или 180 см. Ширину окон во вспомогательных помещениях можно принимать 90, 120 и 150 см. Габариты перевозимого оборудования и автомобиля (см. табл. 3.1) определяют размеры ворот: 3 × 3; 3,6 × 3; 4 × 3; 4 × 4,2; 4,8 × 5,4 и 4,7 × 5,6 м.

Типовые двери имеют высоту 240 см при ширине 100, 150 и 200 см.

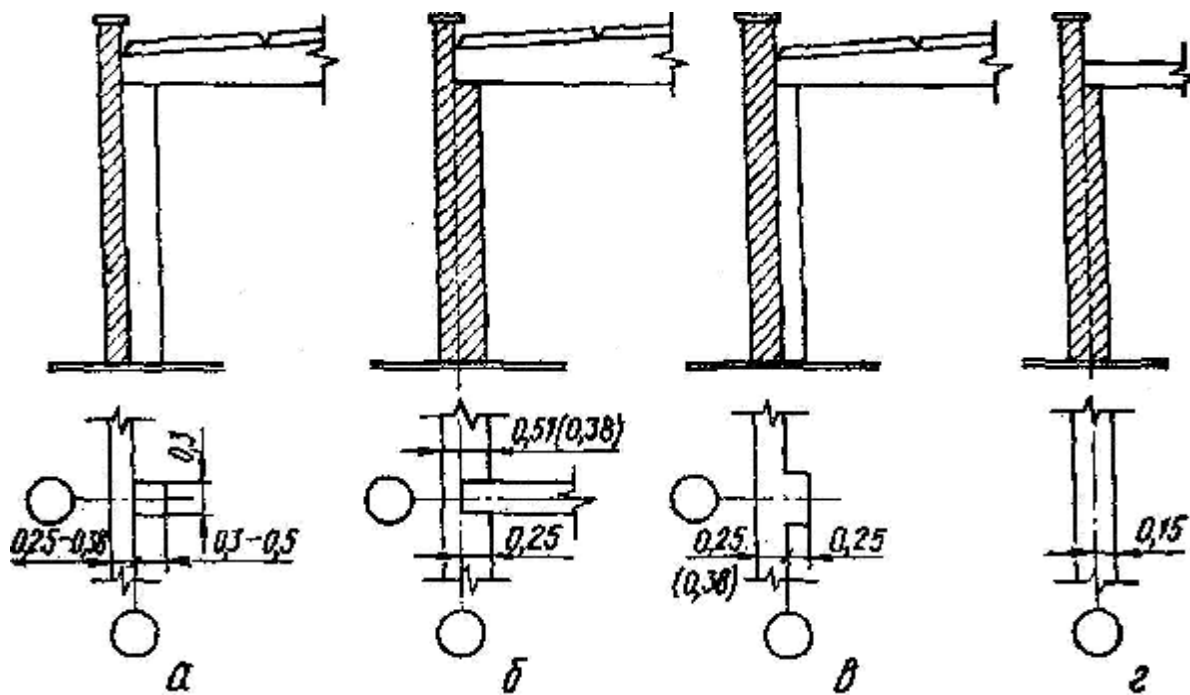


Рис. 3.8. Схемы привязки наружных стен к продольным разбивочным осям:
а – каркасная конструкция; *б* – опирание балки на стенку; *в* – стена с пилястрой;
г – опирание плиты на стену

Кроме этих размеров могут быть показаны цепочки привязки оборудования и наружных трубопроводов. Указывается толщина капитальных стен. В плане здания с мелкими помещениями, разделяемыми перегородками, через все здание проводят внутреннюю размерную линию и указывают размеры помещений.

Оси технологического оборудования и трубопроводов привязываются к строительным осям и внутренним стенам здания. Указываются размеры проходов и расстояния между оборудованием.

В разрезы сооружения выносятся проемы и конек здания. На разрезах проставляются разбивочные оси и оси технологического оборудования. Основные размеры разрезов могут дублировать размеры плана. Отметки строительных конструкций даются относительно пола первого этажа. Отметки пола первого этажа, пола машинного зала, осей основных насосов и внешних трубопроводов дублируются (в скобках) абсолютными значениями.

Конструкции кровли, междуэтажных перекрытий и полов обозначаются при помощи вертикальных линий (флажков), перпендикулярно которым указываются примененные материалы и размеры всех слоев конструкции.

Материал конструкций, попавших в сечение, показывается с помощью условных обозначений или условным установленным цветом. Образцами при конструировании здания насосной станции могут служить чертежи, приведенные в [12 ... 14].

3.3. Электрическая часть насосных станций

Насосные станции, как правило, подключаются к линиям электропередач (ЛЭП) с напряжением 6,3 ... 35 кВ. Станции I категории надежности подключаются не менее чем к двум ЛЭП. Приводные двигатели основных насосов, в зависимости от их напряжения, подсоединяются к ЛЭП через понизительные трансформаторные подстанции (рис. 3.9, *а, в, г*) или без них (см. рис. 3.9, *б*).

Для включения и отключения приводных электродвигателей основных насосов мощностью свыше 75 кВт или при напряжении свыше 3 кВ устанавливаются масляные выключатели. Они также применяются для отключения трансформаторов и на присоединениях к ЛЭП. В них соединение и разъединение контактов цепи, по которой идет ток, происходит в емкостях, заполненных маслом, что при размыкании предотвращает образование электрической дуги. Когда сеть высокого напряжения разомкнута, отдельные приборы или участки ее можно отключать с помощью разъединителей. Например, разъединители устанавливаются до и после масляного выключателя для возможности его осмотра и ремонта.

Трансформаторы и масляные выключатели, как пожароопасное и находящееся под высоким напряжением оборудование, размещают в отдельных помещениях с капитальными стенами и ограниченным доступом обслуживающего персонала. Привод подвижных контактов масляных выключателей электромагнитный, что позволяет производить включение и выключение высоковольтного оборудования из щитовой – помещения, где располагается оборудование низкого напряжения: щит управления, щит измерения и сигнализации, щиты низкого напряжения. Через щиты низкого напряжения подключается вспомогательное оборудование.

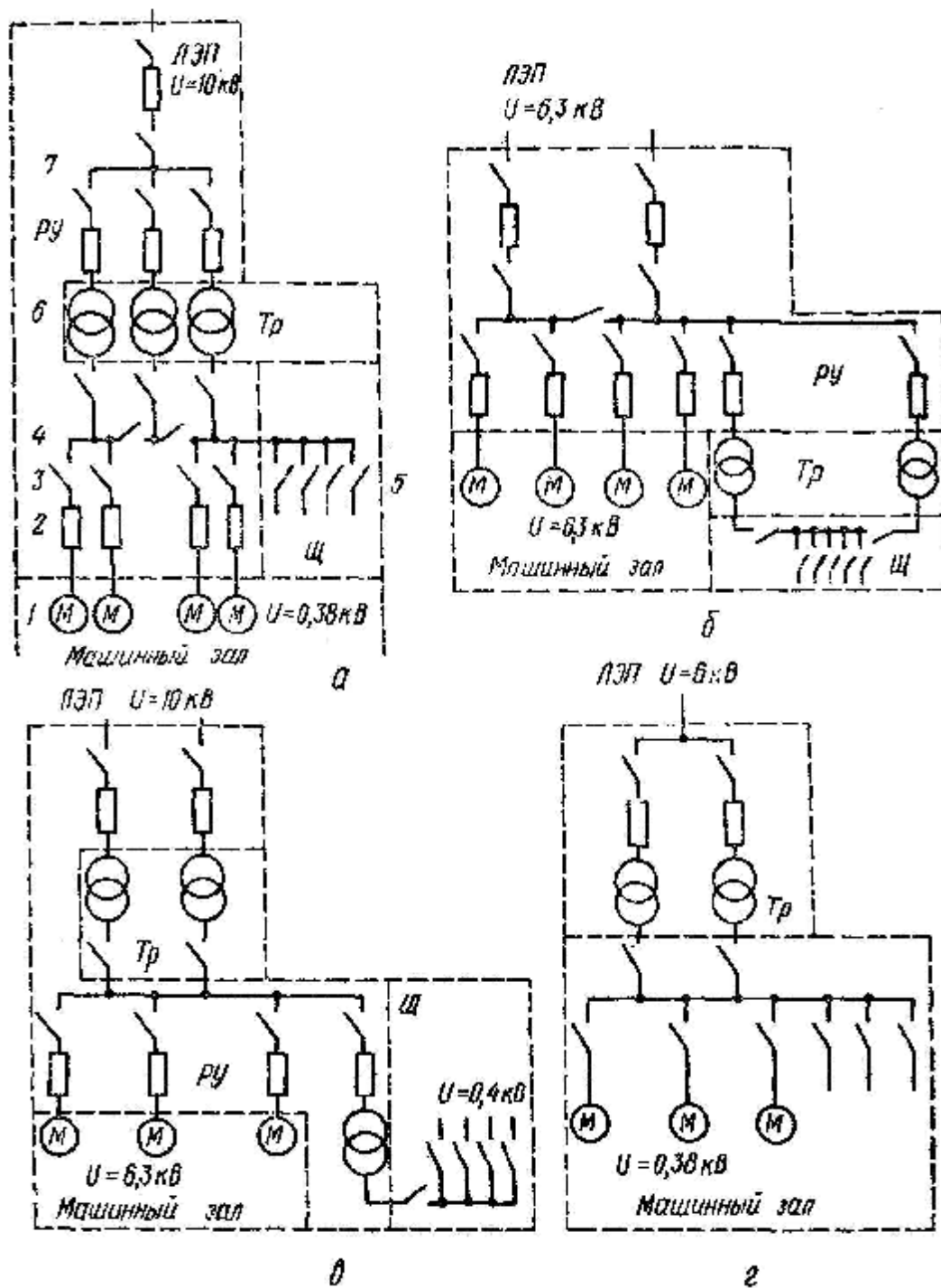


Рис. 3.9. Схемы электрических соединений насосных станций:
 а, б, в, г – различные варианты электрических соединений;
 1 – электродвигатель насоса; 2 – масляный выключатель; 3 – разъединитель;
 4 – шины низкого напряжения; 5 – щит низкого напряжения;
 6 – силовой трансформатор; 7 – шины высокого напряжения;
 РУ – помещение распределительных устройств; Тр – камеры трансформаторов;
 Щ – щитовое помещение

Примеры возможных схем электрических соединений насосных станций приводятся на рис. 3.9. Схема с подсоединением к одной ЛЭП (см. рис. 3.9, а, з) возможна для насосных станций III категории надежности. Если напряжение электродвигателей основных насосов высокое, то щит низкого напряжения подключается к шинам высокого напряжения через трансформатор собственных нужд (см. рис. 3.9, б, в). В насосных станциях I категории предусматривается не менее двух таких трансформаторов (см. рис. 3.9, б). Электродвигатели низкого напряжения мощностью до 75 кВт могут подключаться не через масляные выключатели, а через магнитные пускатели (см. рис. 3.9, з).

На рис. 3.9, а показано размещение электрического оборудования по помещениям. Распределительные устройства (РУ), камеры трансформаторов (Тр) и щиты управления (Щ) следует размещать во встраиваемых или пристраиваемых к машинному залу помещениях. Допускается установка щитов в машинном зале. Трансформаторные камеры и распределительные устройства проектируются с выходом наружу. Допускается трансформаторы собственных нужд и распределительные устройства размещать в одном помещении.

Необходимая для насосной станции мощность трансформаторов S , кВт·А, определяется потребляемой мощностью приводных электродвигателей основной группы насосов при расчетном режиме работы, мощностью электроприводов других механизмов (задвижек, подъемного оборудования, вспомогательных насосов и др.) и мощностью электроосветительных и электроотопительных устройств:

$$S = k \sum \frac{Q_i H_i}{\eta_i^H \eta_i^{\partial\delta} \cos\varphi} + (10...50),$$

где k – коэффициент запаса, принимается по табл. 2.1; Q_i , H_i , η_i^H – подача (л/с), напор (м), КПД i -го насоса, участвующего в подаче максимально возможного расхода; $\eta_i^{\partial\delta}$, $\cos\varphi$ – коэффициент полезного действия и коэффициент мощности электродвигателя; 10...50 – принимаемая в курсовом проекте нагрузка от вспомогательного оборудования, отопительных и осветительных приборов, кВт.

Значения $\eta_i^{\partial\delta}$ и $\cos\varphi$ берутся из технических характеристик электрооборудования. В зависимости от типоразмера электродвигателя $\cos\varphi = 0,80 \dots 0,93$, а $\eta_{\partial\delta} = 0,9 \dots 0,96$.

Трансформаторы собственных нужд рассчитываются на мощность вспомогательного оборудования, отопительных и осветительных приборов.

В зависимости от расположения ворот (в короткой или длинной стене камеры трансформатора) камеры бывают двух типов: с катанием узкой стороной и с катанием широкой стороной. Минимальные размеры камер (рис. 3.10) приводятся в табл. 3.6.

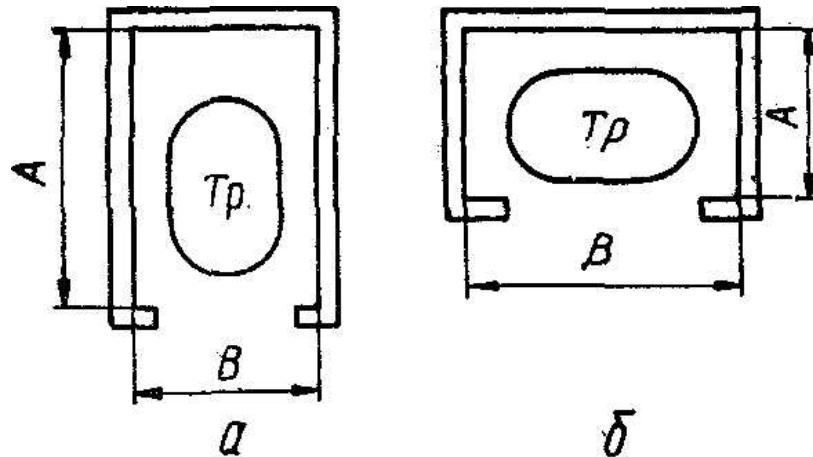


Рис. 3.10. Габариты трансформаторных камер:
a – с катанием узкой стороной; *б* – то же, широкой

Таблица 3.6

Размеры камер трансформаторов

Мощность трансформатора, кВ·А	Высота, м	Катание узкой стороной		Катание широкой стороной	
		Глубина камеры <i>A</i> , м	Ширина камеры <i>B</i> , м	Глубина камеры <i>A</i> , м	Ширина камеры <i>B</i> , м
160 ... 250	3,6	3,0	2,3	2,4	2,9
400 ... 630	3,6	3,5	2,9	3,0	3,5
750 ... 1000	4,2	3,7	2,9	3,0	3,9
1350 ... 1800	4,8	5,1	3,5	4,0	4,6

Количество трансформаторов принимается по схеме электрических соединений (обычно не менее двух). При выходе из строя одного из установленных трансформаторов допускается перегрузка оставшихся в работе. Временная перегрузка не должна превышать 20 ... 40 % номинальной мощности трансформатора.

Распределительное устройство высокого напряжения состоит из ячеек, в которых размещается высоковольтная аппаратура: масляные выключатели, разъединители, измерительные трансформаторы тока и напряжения, сборные шины и реле защиты. Ячейки *РУ* выполняются в виде шкафов КРУ (комплектное распределительное устройство) или КСО (камеры стационарные одностороннего обслуживания). Размеры КРУ: 900 мм – по фронту обслуживания, 1660 мм – в глубину (перпендикулярно фронту обслуживания), 2380 мм – по высоте. Размеры КСО: 1300 мм – по фронту обслуживания, 1300 мм – в глубину, 4600 мм – по высоте. Ширина коридора одностороннего обслуживания принимается не менее 2000 мм, а двустороннего – не менее 2400 мм.

В помещении главного щита управления или «щитовой» располагаются низковольтные распределительные щиты управления. Это помещение, где постоянно находится обслуживающий персонал, должно иметь естественное освещение, выход в машинный зал и, желательно, внутреннее окно в сторону машинного зала. Площадь щитовой приблизительно можно назначать из условия 4 ... 6 м² на один установленный насос – для насосных II подъема, 4 ... 5 м² – для насосных I подъема, 3 ... 4 м² – для насосных станций водоотведения.

Размеры помещения *РУ* зависят от числа имеющихся в электрической схеме масляных выключателей. Варианты компоновки помещений электрической части приведены на рис. 3.11.

При проектировании насосной станции помещения электрической части следует компоновать совместно с другими служебными и бытовыми помещениями. Во всех насосных станциях должны быть: санитарный узел (унитаз и раковина) площадью 3 м² и остекленное помещение для обслуживающего персонала со шкафчиками для хранения одежды (8 ... 25 м²). В отдельно стоящих станциях производительностью более 40000 м³/сут может предусматриваться механическая мастерская (10 ... 30 м²). На всех станциях водоотведения и на крупных водопроводных насосных станциях с подачей свыше 40000 м³/сут следует предусматривать душ (4 ... 6 м²) и гардероб (6 ... 9 м²). Кроме того, на насосных станциях могут быть кабинет начальника (12 ... 15 м²) и кладовые (6 ... 10 м²).

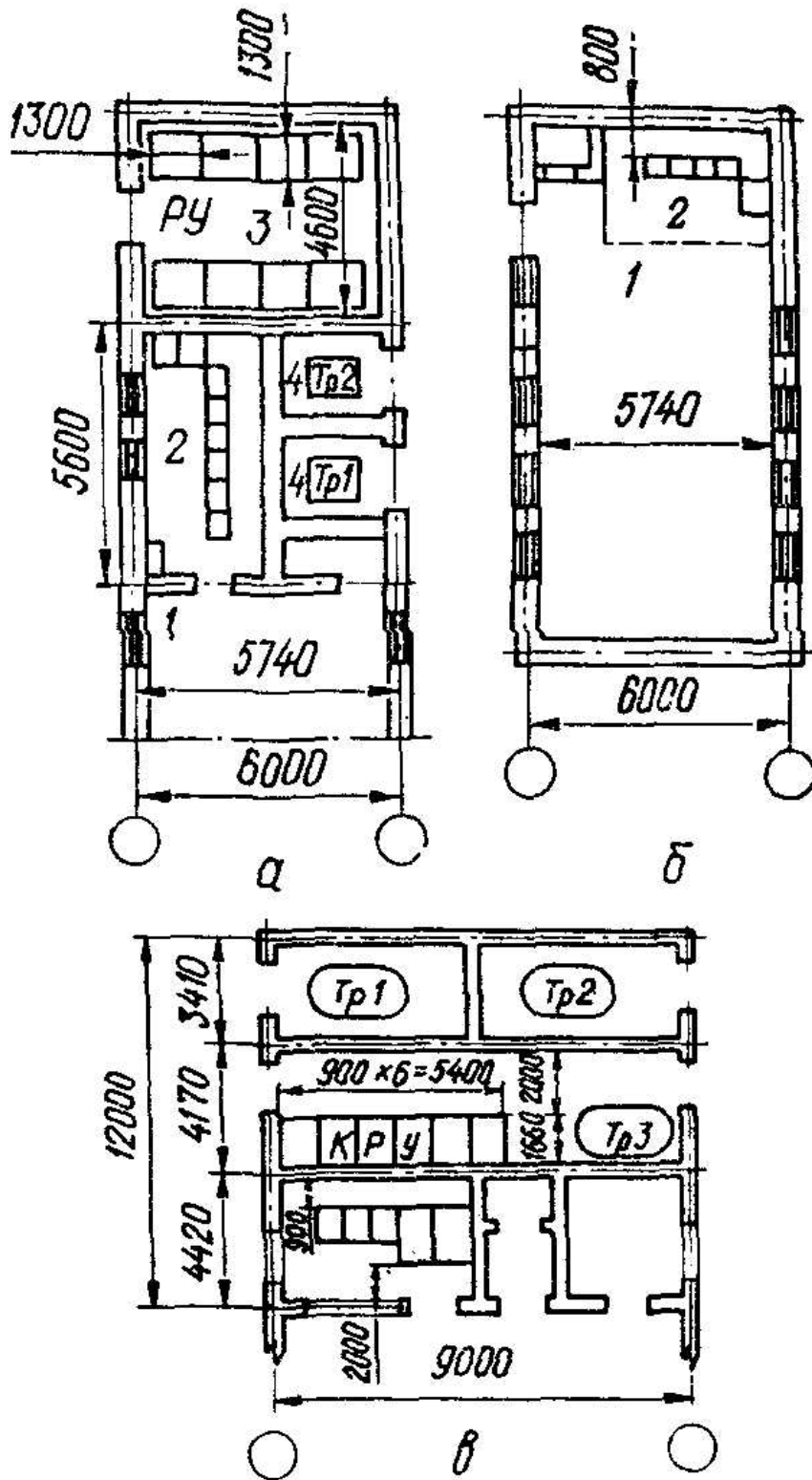


Рис. 3.11. Схемы компоновки электрической части в насосных станциях:
 а, б, в – различные варианты компоновки;
 1 – машинный зал; 2 – щитовое помещение; 3 – распределительные устройства;
 4 – камеры трансформаторов

ТЕМА 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОПРОВОДНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ I ПОДЪЕМА

4.1. Выбор типа и определение подачи насосной станции I подъема

Насосные станции I подъема, как правило, подают воду на сооружения водоочистки, в сеть хозяйственно-питьевого или объединенного противопожарного водопровода. Если вода подается в основном для хозяйственно-питьевого водопотребления, то категорию насосной станции следует назначать в зависимости от числа жителей в населенном пункте.

Согласно положениям СНиП 2.04.02-84, приведенным в п. 1.1, к I категории следует отнести станции I подъема при числе жителей в населенном пункте более 50 тыс. чел. (максимальная суточная подача более 40000 м³), ко II категории – все остальные. Насосные станции, обслуживающие небольшие поселки с числом жителей менее 5 тыс. чел. (максимальная суточная подача менее 3000 м³), подающие воду по одному водоводу, можно относить к III категории. В последнем случае предполагается, что наружное пожаротушение осуществляется из противопожарных емкостей или резервуаров.

В комплекс сооружений, забирающих воду из открытого источника (рис. 4.1), кроме здания насосной станции с машинным залом входят водозаборное сооружение и водоприемно-сеточный колодец.

Водозаборное сооружение располагается непосредственно в водоисточнике и предназначено для забора воды и защиты насосной станции от попадания в нее относительно крупных плавающих предметов. В водоприемно-сеточном колодце на сороудерживающих сетках происходит первичная очистка воды от взвеси. От него берут начало всасывающие трубы насосной станции.

Водозаборное сооружение располагается обычно вблизи уреза минимального горизонта воды, а водоприемно-сеточный колодец, к которому должен быть обеспечен подъезд, – вблизи уреза максимального горизонта воды. Если берег крутой, а колебание уровней не более 5 ... 8 м, то водозаборное и водоприемное сооружения целесообразно совмещать с насосной станцией (см. рис. 4.1, б). Заглубление насосной станции и способ производства строительных работ зависят от того, сооружается она совмещенно или отдельно с водоприемно-сеточным колодцем.

Выбор отдельного или совмещенного типа насосной станции зависит от гидрологических и геологических условий в месте ее сооружения. Выбирая тип станции, в курсовом проекте можно руководствоваться сле-

дующими соображениями. При крутых берегах или при вертикальных насосах насосную станцию проектируют, как правило, совмещенного типа, принимая ее заглубление равным заглублению водоприемника. Для пологого берега удобно применять раздельную схему, при которой для станций II и III категории, используя положительную высоту всасывания насосов, можно уменьшить заглубление здания станции. При колебании уровней 2 ... 4 м это особенно целесообразно, так как пол машинного зала удастся поднять выше затопляемых отметок. Расстояние между зданием насосной станции и водоприемником принимают не менее 20 м.

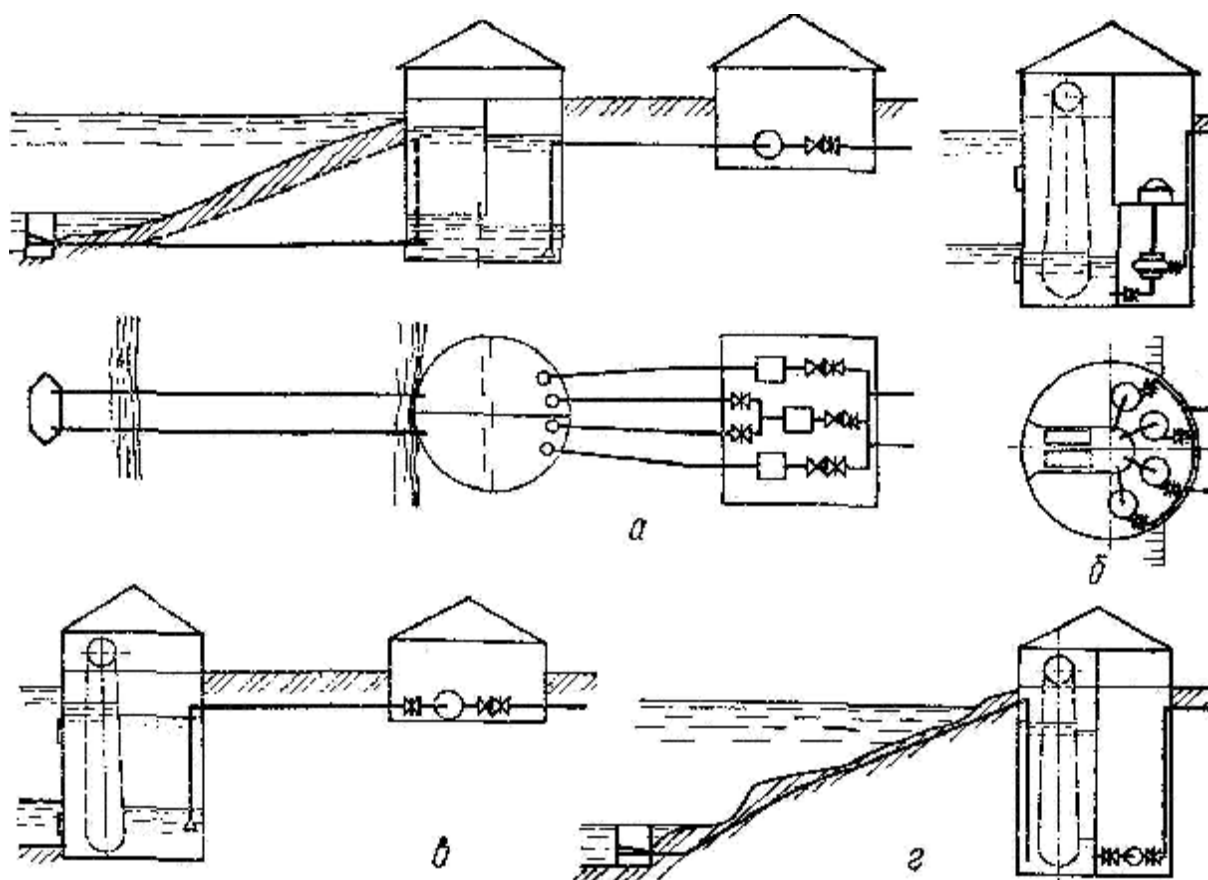


Рис. 4.1. Схемы насосных станций I подъема:
a – русловая раздельная; *б* – береговая совмещенная; *в* – береговая раздельная;
г – совмещенная с водоприемно-сеточной камерой и раздельным русловым водозабором

Для обеспечения оптимального режима работы очистных сооружений водопровода подачу насосной станции I подъема в течение суток назначают равномерной, что позволяет также уменьшить мощности насосного оборудования и сократить размеры насосной станции.

Средняя часовая подача насосной станции, м³/ч, определяется по формуле:

$$Q_{ч} = \frac{\alpha \cdot Q_{сут.max}}{T}, \quad (4.1)$$

где α – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды насосной и очистной станции и зависящий от качества воды в водоисточнике, конструкции фильтров, принятой интенсивности промывки и схемы отвода промывной воды; принимается равным 1,04 ... 1,1 при подаче воды на очистные сооружения или 1,01 ... 1,02 при подаче воды без очистки в резервуары; $Q_{сут.max}$ – максимальный суточный расход, м³/сут; T – продолжительность работы насосной станции; обычно принимается равной 24 ч.

Полученную по формуле (4.1) часовую подачу насосной станции переводят в секундную:

$$Q_{нс} = \frac{1000 \cdot Q_{ч}}{3600}, \text{ л/с.}$$

Расчетный расход насосной станции I подъема не учитывает подачу воды на пополнение пожарного запаса. На период пополнения пожарного запаса допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

4.2. Проектирование водоводов.

Определение расчетного напора насосов I подъема

После принятия схемы компоновки и определения подачи насосной станции необходимо составить схему для определения расчетного напора насосов (рис. 4.2). Как видно из схемы, напор насосов, м,

$$H = H_{г} + h_{вв} + h_{нс} + h_{вдм} + h_{нв} + h_{из}, \quad (4.2)$$

где $H_{г}$ – геометрическая высота подъема, то есть разность отметок уровней воды в смесителе очистных сооружений (резервуаре) и у всасывающих водоводов в водоприемно-сеточном колодце; $h_{вв}$ – потери напора во всасывающем водоводе; на насосных станциях совмещенного типа эти потери не выделяются, а учитываются в $h_{нс}$; $h_{нс}$ – потери напора во всасывающих и напорных трубопроводах внутри насосной станции; предварительно принимаются равными 1,5 ... 2 м; $h_{вдм}$ – потери напора на водомере (сужающем устройстве); предварительно принимаются равными 0,5 ... 1,5 м; $h_{нв}$ – гидравлические потери в напорном водоводе; $h_{из}$ – запас напора на излив, учитывающий потери при выходе из трубы в резервуар; принимается $h_{из} \approx 0,5$ м.

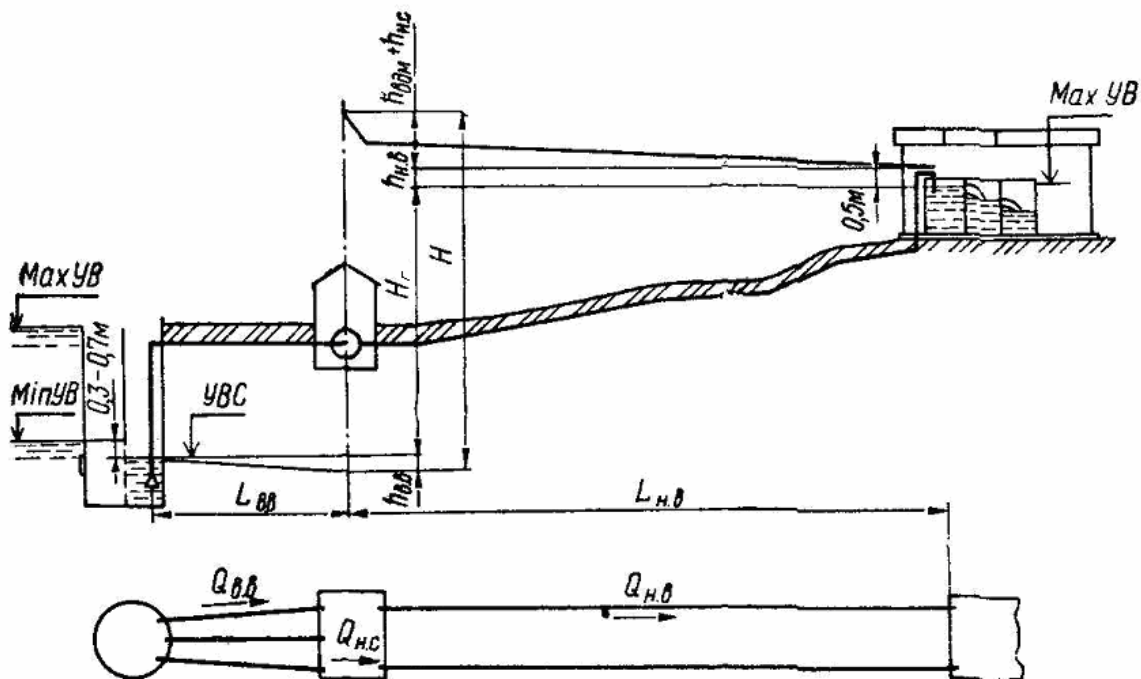


Рис. 4.2. К определению расчетного напора насосов I подъема:
 УВС – уровень воды в водоприемно-сеточном колодце

Геометрическую высоту подъема H_2 определяют при минимальном расчетном уровне воды в водоисточнике. Уровень воды в приемной камере водоприемно-сеточного колодца устанавливается ниже уровня воды в водоеме на сумму гидравлических потерь на решетке, в самотечных водоводах и на сетке. В курсовом проекте насосной станции отметка уровня воды в приемной камере назначается на 0,3 ... 0,7 м ниже минимального расчетного уровня в водоисточнике.

В насосных станциях I категории насосы устанавливаются под залив. В насосных станциях II и III категорий следует стремиться к установке насосов с максимальным использованием высоты всасывания. При этом насосы соединяются с приемной камерой индивидуальными или групповыми всасывающими трубопроводами (рис. 4.3). Вертикальные насосы проектируются, как правило, с индивидуальными всасывающими трубопроводами. Если горизонтальные насосы располагаются выше максимального уровня в водоисточнике, то предпочтение также отдают индивидуальным всасывающим трубопроводам. Задвижки на таких трубопроводах не устанавливаются, и отсутствие фланцевых соединений уменьшает опасность попадания воздуха в насос.

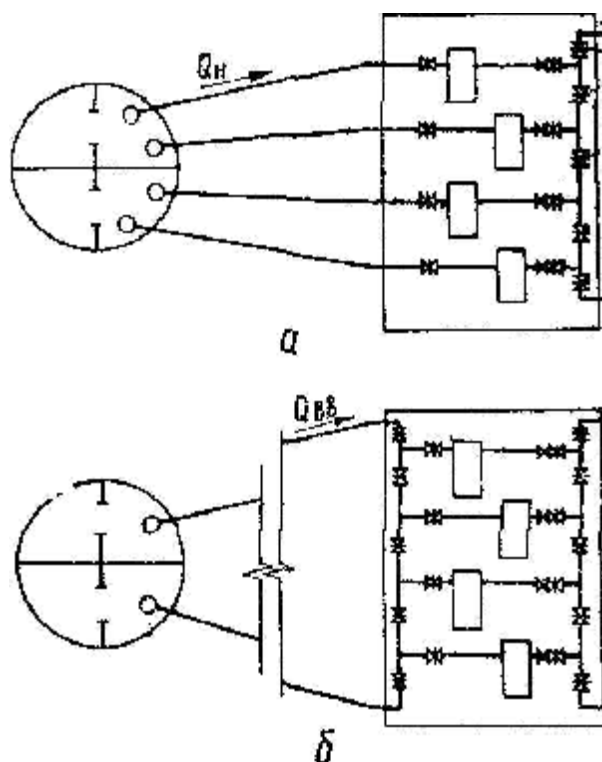


Рис. 4.3. Насосные станции: *а* – с индивидуальными всасывающими водоводами; *б* – с групповыми всасывающими водоводами

Расчетный расход для групповых всасывающих водоводов определяется по формулам (2.4) или (2.5). Трубы принимаются стальными. Их диаметр с учетом рекомендуемых скоростей [1, разд. 7] удобно подбирать по таблицам Шевелевых [9].

Потери напора во всасывающем водоводе определяют по формуле (2.12). Длина всасывающего трубопровода в станциях раздельного типа определяется расстоянием от водоприемно-сеточного колодца до насосной станции. Если это расстояние не задано, его назначают равным 0,02 ... 0,05 км.

В насосных станциях III категории допускается установка приемных клапанов на всасывающих трубопроводах диаметром до 200 мм. В этом случае сумма коэффициентов местных сопротивлений возрастает до 6 ... 7.

Количество напорных водоводов должно быть не менее двух. При выборе материала предпочтение отдается неметаллическим трубам. Потери напора в напорном водоводе определяются по формуле (2.13).

4.3. Выбор основного насосного оборудования

При выборе насосов рассматриваются варианты с одним, двумя и большим числом n_n однотипных рабочих агрегатов (для станций I категории принимают $n_n \geq 2$). Подача одного насоса в этом случае составляет

$$Q_n = \frac{Q_{нс}}{n_n}. \quad (4.3)$$

По вычисленным H и Q_n необходимый насос выбирают из сводных графиков характеристик насосов Д, В или К. Напор H_n , определенный по графику при подаче Q_n , должен быть равен или не более чем на 10 % превышать напор, рассчитанный по формуле (4.2). При необходимости рассчитывают обточку рабочего колеса.

Выбор горизонтальных насосов, в частности насосов с большей высотой всасывания, позволяет уменьшить заглубление насосной станции.

При сопоставлении предпочтение отдается тем насосам, у которых кпд в рабочей точке оказывается выше. Учитывая, что при избыточной подаче насоса ее придется уменьшать прикрытием задвижки, принимать следует те насосы, у которых будет большим приведенный кпд насосной установки:

$$\eta_{ny} = \eta \frac{H}{H_n}, \quad (4.4)$$

где η – кпд насоса при подаче Q_n ; H – напор насосов, рассчитанный по формуле (4.2), м; H_n – напор, снятый с характеристики при подаче Q_n , м.

При подаче расходов, отличных от расчетного, рабочая точка насосов не должна выходить за пределы рабочей зоны. Поэтому перед принятием окончательного решения необходимо проанализировать работу насосной станции во всех возможных режимах работы.

При больших колебаниях уровня воды в источнике желательно устанавливать насосы с крутопадающей характеристикой, у которых при изменении напоров подача изменяется относительно мало.

Подобрав насос, делают выкопировку его чертежа, строят график совместной работы насосов и водоводов и согласно методике, приведенной в п. 2.2.2, подбирают к насосу электродвигатель.

ТЕМА 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОПРОВОДНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ II ПОДЪЕМА

5.1. Определение расчетной подачи насосной станции. Проектирование водоводов

Насосная станция II подъема (НС II) подает воду из резервуаров чистой воды, расположенных после очистных сооружений водопровода, в разводящую сеть населенного пункта.

Насосное оборудование для НСII подбирается на подачу расходов в диапазоне от минимального часового расхода в минимальные сутки до максимального часового расхода в максимальные сутки. Проводятся также проверочные расчеты на подачу пожарного расхода, транзитного расхода в башню (при схеме с контррезервуаром), расчетного расхода при аварии на одной из ниток водоводов. При проектировании следует учитывать, что в насосной станции II подъема могут устанавливаться насосы для подачи воды на промывку фильтров.

Проектирование насосной станции начинают с определения расчетных расходов (минимально и максимально возможного). При реконструкции насосной станции можно воспользоваться заранее составленным графиком водопотребления (рис. 5.1).

При безбашенной схеме расчетная максимальная подача насосной станции равна максимальному часовому расходу:

$$Q_{нс} = q_{ч.макс} . \quad (5.1)$$

При наличии башни расход q_b в час максимального водоразбора может поступать в сеть из башни, что позволяет уменьшить расчетную максимальную подачу насосной станции.

Регулирующий объем башни принимается равным 2,5 ... 6 % суточного водопотребления. Максимальный объем резервуара типовой водонапорной башни 800 м³. Так как резервуар должен быть рассчитан на десятиминутный пожарный и регулирующий объем воды, регулирующий объем следует принимать не более 700 ... 750 м³. Расчетная подача насосной станции определяется подбором: линия, соответствующая $Q_{НС}$, подбирается на графике часового водопотребления таким образом, чтобы площадь графика, расположенная выше этой линии и представляющая собой регулирующий объем, соответствовала объему 700 ... 750 м³ (см. рис. 5.1).

От насосной станции в сеть вода, как правило, подается по двум напорным водоводам. При равных значениях длин и диаметров водоводов

по каждому из них идет половина подачи насосной станции. Водоводы могут подключаться к разным точкам сети и при этом иметь разные длины и диаметры. В таком случае водоводы образуют дополнительное кольцо водопроводной сети, а расходы $Q_{нв}$ и потери напора в водоводах $h_{нв}$ определяются в результате гидравлического расчета кольцевой сети.

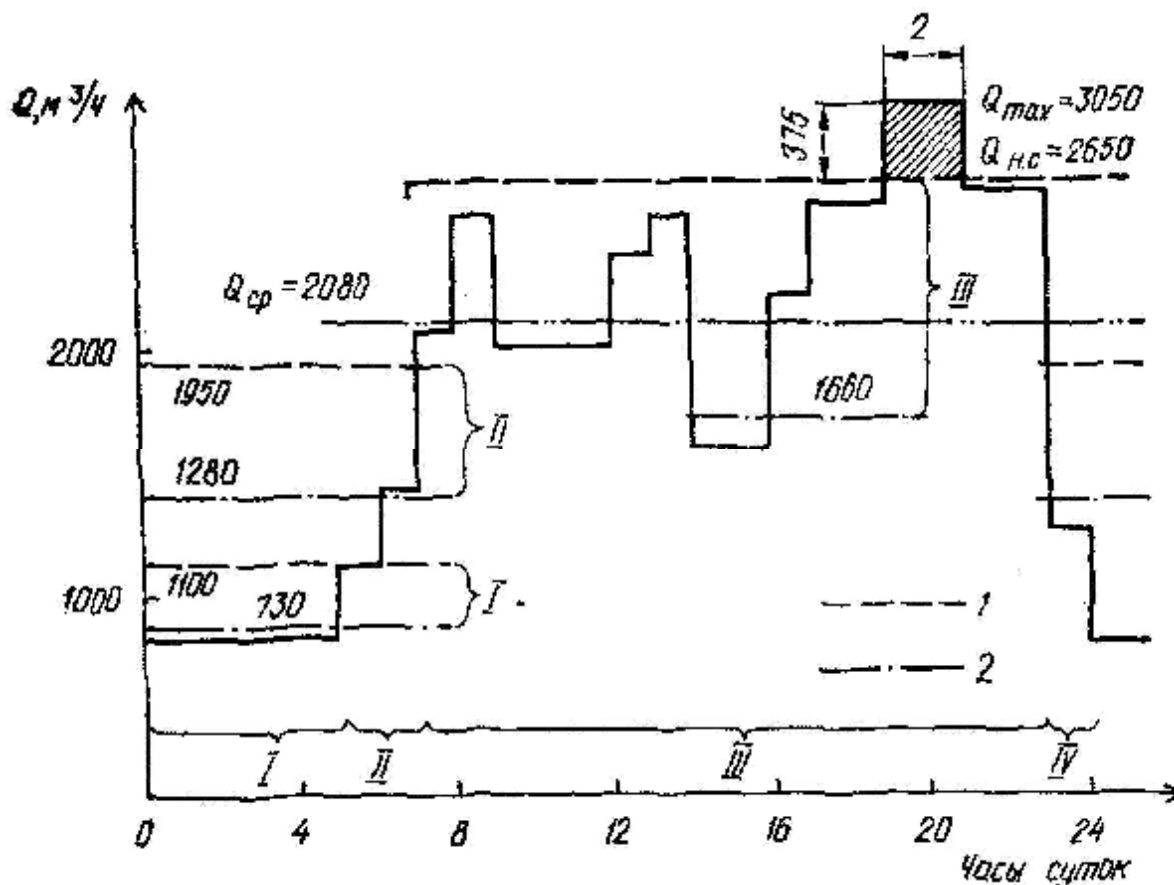


Рис. 5.1. Почасовой график водопотребления города и подачи насосной станции II подъема:

- 1 – производительность насосной станции при подаче в диктующую точку;
2 – то же, при подаче в контррезервуар

Водоводы рекомендуется проектировать из полимерных или чугунных труб. В результате технико-экономического расчета выбирается диаметр напорных водоводов (см. п. 2.3). При продолжительности максимальной расчетной подачи насосной станции менее 6 ч в сутки выбор экономически выгодного диаметра напорных водоводов можно производить для уменьшенного расхода: $(0,9 \dots 0,95) Q_{нв}$.

5.2. Определение расчетных напоров насосов II подъема. Выбор основного насосного оборудования

Режим работы насосной станции и расчетные напоры существенно зависят от наличия и места расположения водонапорной башни на водопроводной сети. Различают следующие системы: с башней в начале сети, безбашенная и с башней в конце сети (с контррезервуаром).

Система с башней в начале сети (рис. 5.2). При этой системе расчетной отметкой z для определения статического напора в час максимального водопотребления является максимальная отметка поверхности воды в водонапорной башне.

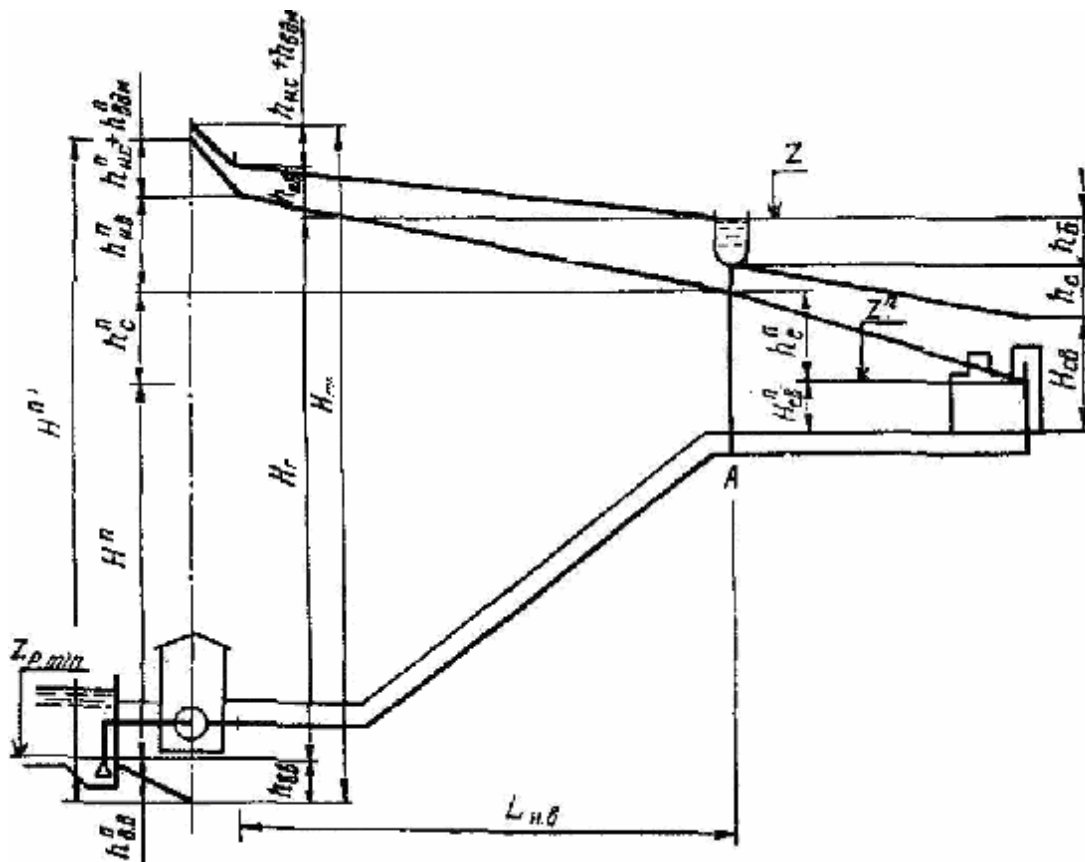


Рис. 5.2. Схема к определению напора насосов II подъема в системе с башней в начале сети

Требуемый напор определяется суммой величин:

$$H_{тр} = H_2 + h_{\Sigma} + h_{nc} + h_{вдм} + h_{нв}, \quad (5.2)$$

где H_2 – статический напор, равный разности отметок подачи и минимального уровня в резервуаре чистой воды $z_{p.min}$,

$$H_z = z - z_{p.min}; \quad (5.3)$$

$h_{вв}$ – потери во всасывающих трубопроводах от резервуаров чистой воды до насосной станции; определяются по формуле (2.12); $h_{нс}$ и $h_{вдм}$ – потери в насосной станции и в водомере; в первом приближении $h_{нс} = 1 \dots 2,5$ м, $h_{вдм} = 1 \dots 1,5$ м; уточняются по методике, изложенной в п. 2.5; $h_{нв}$ – потери в напорных водоводах, определяемые по формуле (2.13) при расходе $Q_{нв}$.

Система с башней в конце сети (с контррезервуаром). При системе с контррезервуаром (рис. 5.3) в качестве расчетной отметки z принимают отметку на высоте свободного напора в диктующей точке сети. Напор насосов вычисляют по формуле:

$$H_{тр} = H_z + h_{вв} + h_{нс} + h_{вдм} + h_{нв} + h_c, \quad (5.4)$$

где h_c – потери в сети при подаче максимального хозяйственного расхода; остальные обозначения – те же, что и в формуле (5.2).

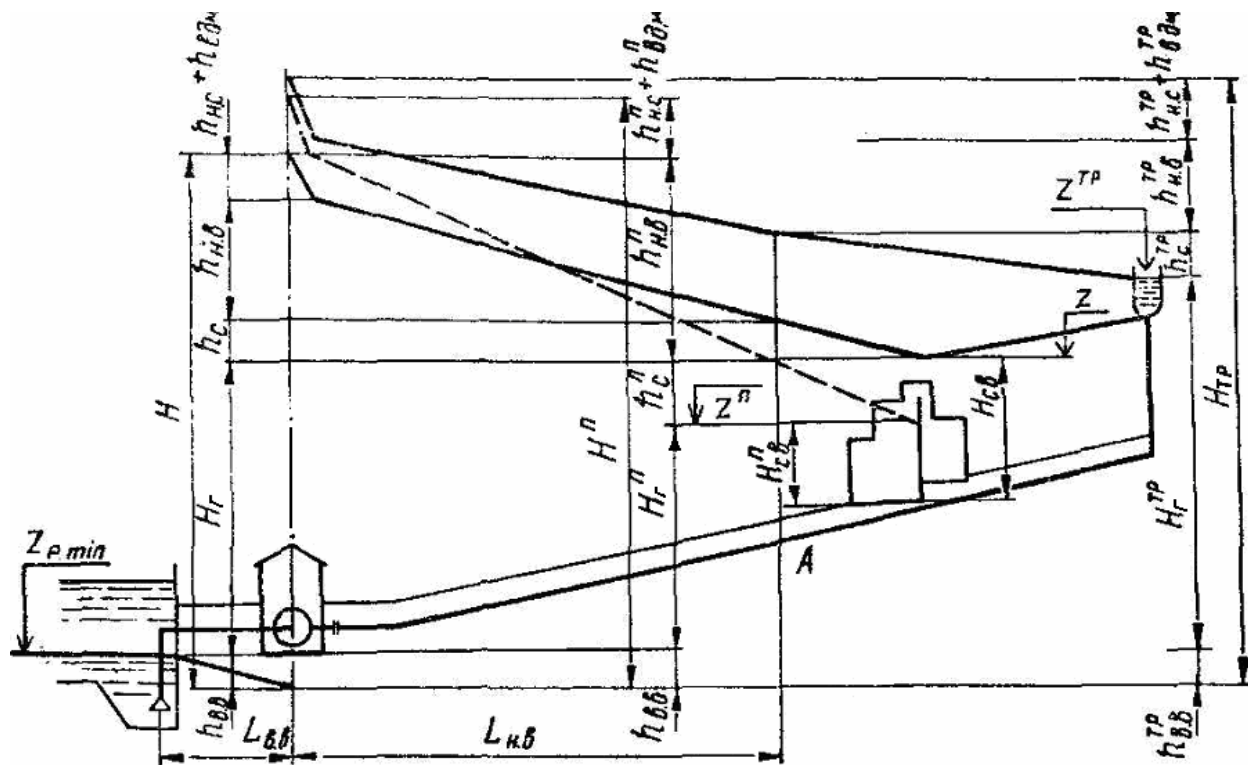


Рис. 5.3. Схема к определению напора насосов II подъема в системе с контррезервуаром

Определение напора насоса по формуле (5.4) отличается трудоемкостью определения местоположения диктующей точки и выполнением соответствующих гидравлических расчетов.

Безбашенная система. Здесь расчетный напор насосов определяется по формуле (5.2) согласно рис. 5.2, только в качестве расчетной отметки z принимают пьезометрическую отметку в конце напорных водоводов, определенную гидравлическим расчетом сети для часа максимального водопотребления.

Поскольку в безбашенных системах отсутствуют аккумулирующие емкости, то подача насосов в каждый момент времени должна равняться величине водопотребления. Для подачи воды в безбашенную сеть могут использоваться насосы с регулируемым и нерегулируемым приводом.

При использовании насосов с нерегулируемым приводом создаваемый ими напор будет зависеть от подачи насосов, то есть от водоразбора. При этом с уменьшением водопотребления напор в сети будет повышаться, а с увеличением – снижаться. При расходах меньше максимального в сети возникают избыточные напоры, существенно увеличивающие затраты энергии на подачу воды.

Максимальные избыточные напоры наблюдаются в безбашенной системе, оборудованной одним нерегулируемым насосом. При увеличении числа рабочих насосов средний избыточный напор уменьшается. На рис. 5.4 приведен пример работы трех нерегулируемых насосов станции II подъема, подающих воду в безбашенную систему. Насосы подбирают так, чтобы режимные точки по возможности не выходили за пределы рабочей зоны. Для этого режимная точка при работе всех насосов в час максимального водоразбора должна находиться в левой части рабочей зоны характеристики.

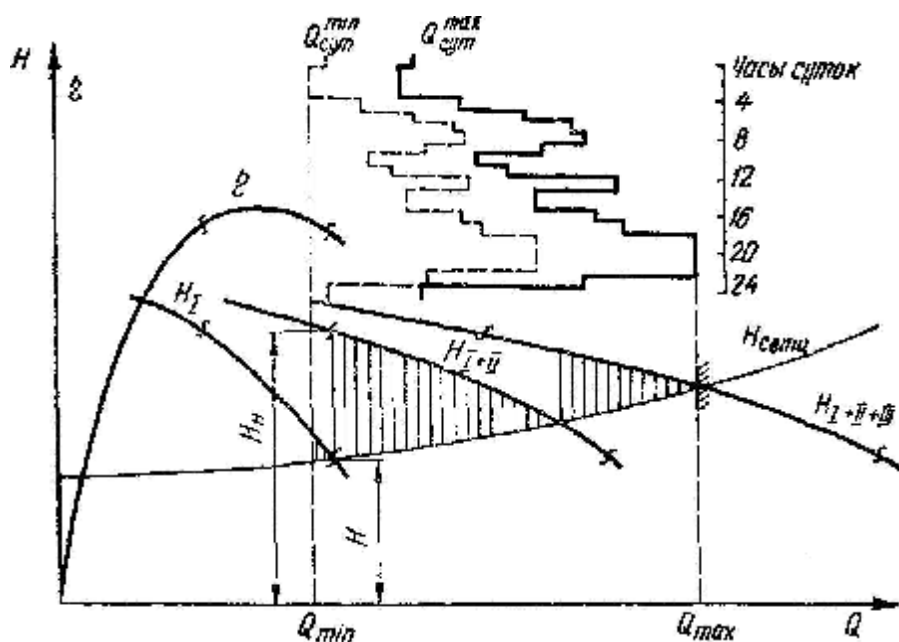


Рис. 5.4. График работы насосов II подъема в безбашенной системе водопровода

В насосных станциях II подъема чаще всего устанавливают насосы типа Д. Число рабочих насосов n_n принимают 2 ... 4, исходя из формы графика суточного водопотребления и характеристик выпускаемого насосного оборудования.

Методика выбора основных нерегулируемых насосов описана в п. 4.3. Назначив число насосов, подачу одного насоса определяют по формуле (4.3). При этой подаче напор выбранного по сводному графику полей ($Q - H$) насоса должен быть $(1...1,15) \cdot H_{mp}$, где H_{mp} – требуемый напор, определяемый по формулам (5.2) или (5.4). В схемах с контррезервуаром для обеспечения режима транзитной подачи воды в башню желательно, чтобы рабочая точка в час максимального водопотребления лежала в правой части рабочей зоны характеристики насоса. При сопоставлении вариантов КПД насосной установки определяется по формуле (4.4) для режима подачи в час максимального водоразбора.

Подбор насосного оборудования с регулируемыми насосами – более сложный процесс и поэтому рассматривается отдельно в рамках курсового проектирования (см. методические указания к выполнению курсового проекта «Насосная станция второго подъема»).

Водопотребление населенного пункта, обеспечиваемое насосными станциями II подъема, постоянно меняется в течение суток, в течение недели в зависимости от рабочих и выходных дней, в течение года в зависимости от температуры воздуха и периода отпусков, от года к году в зависимости от роста населения и повышения уровня благоустройства жилищ. В связи с этим доводить путем обточки рабочих колес характеристики насосов точно до расчетных расходов и напоров не обязательно, так как время, в течение которого эти расходы будут иметь место, непродолжительно.

Выбрав типоразмер насоса, делают выкопировку его чертежа и определяют характеристики. По формуле (2.1) определяют требуемую мощность и выбирают или проверяют пригодность поставляемого с насосом электродвигателя.

В соответствии с [1, разд. 7] назначают необходимое число резервных насосов.

Подача транзитного расхода в водонапорную башню. В схеме с контррезервуаром максимальный напор насосов может потребоваться не в час максимального водоразбора, а при максимальном транзите воды в башню. Заполнение водонапорной башни желательно производить в часы малого водоразбора при уменьшенной подаче насосной станции. Подачу при транзите $Q_{нс}^{mp}$ назначают учитывая график водопотребления, количество и характеристики насосов, а затем уточняют при построении графика совместной работы насосов и водоводов.

Напор насосов при транзите вычисляется согласно схеме (см. рис. 4.3) по формуле

$$H^{mp} = H_z^{mp} + h_{\text{вв}}^{mp} + h_{\text{нс}}^{mp} + h_{\text{вдм}}^{mp} + h_{\text{нв}}^{mp} + h_c^{mp}, \quad (5.5)$$

где H_z^{mp} определяется из условия подачи воды в водонапорную башню:

$$H_z^{mp} = z^{mp} - z_{p.\min};$$

$h_{\text{нв}}^{mp}$ – определяется по формуле (2.13) при расходе $Q_{\text{нв}}^{mp}$; h_c^{mp} – потери напора в сети при транзите, определяются гидравлическим расчетом.

Следует отметить, что потери h_c и h_c^{mp} не только различаются по определяющим их расходам, но и учитываются на разных участках сети.

Сумму остальных потерь принимают пропорциональной квадрату расходов:

$$h_{\text{вв}}^{mp} + h_{\text{нс}}^{mp} + h_{\text{вдм}}^{mp} = \left(\frac{Q_{\text{нс}}^{mp}}{Q_{\text{нс}}} \right)^2 (h_{\text{вв}} + h_{\text{нс}} + h_{\text{вдм}}).$$

При расчете характеристик напорных водоводов при водонапорной башне в начале сети можно пользоваться примером расчета водоводов насосной станции (п. 2.5).

В системах с контррезервуаром строятся две характеристики водоводов и сети: в час максимального водопотребления и при транзите расхода в водонапорную башню. Так как суммарные гидравлические потери предполагаются пропорциональными квадратам расходов:

$$\frac{\sum h_{\omega 1}}{\sum h_{\omega 2}} = \frac{Q_1^2}{Q_2^2},$$

то зависимость потерь напора в водоводах от подачи рекомендуется строить следующим образом.

По формуле (5.4) для расхода $Q_{\text{нс}}$ в час максимального водопотребления рассчитываются полные гидравлические потери $\sum h_{\omega}$. Для расходов, составляющих 0,25, 0,5, 0,75 и 1,2 от $Q_{\text{нс}}$, соответствующие относительные потери будут равны 0,063, 0,25, 0,56 и 1,44 от потерь при максимальном водопотреблении. В табличной записи (см. табл. 2.3) выделяют потери в напорных водоводах $h_{\text{нв}}$, в сети h_c и сумму остальных потерь ($h_{\text{вв}} + h_{\text{нс}} + h_{\text{вдм}}$). Такое разделение удобно для производства расчетов характеристик системы при авариях на водоводах, транзите расхода в башню и при пожаре.

5.3. Расчет режима работы насосной станции при подаче воды на тушение пожара

Подачу расчетного расхода воды на тушение пожара q_n следует предусматривать в час максимального водопотребления.

При тушении пожара свободный напор в диктующей точке сети может снижаться до 10 м. В то же время пропуск увеличенного при пожаре расхода сопровождается увеличением гидравлических сопротивлений в сети. При схеме с водонапорной башней в начале сети, если пьезометрическая линия у башни окажется выше дна башни, при опорожненном баке часть пожарного расхода может поступать во время пожара в башню, а не к месту пожара. Во избежание этого башню приходится отключать (рис. 5.5).

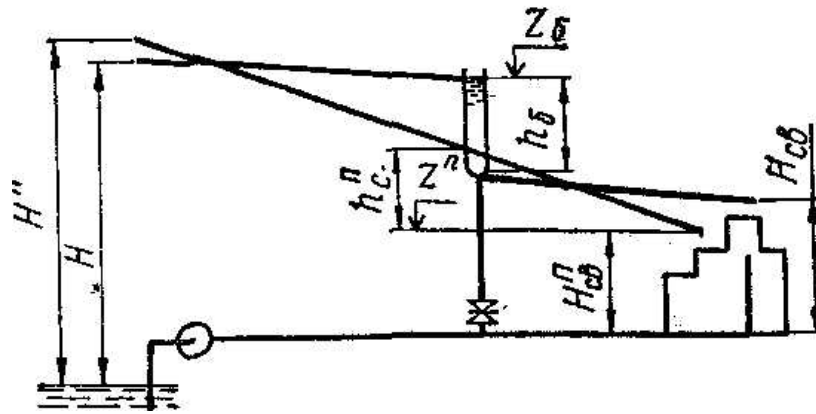


Рис. 5.5. Схема отключения водонапорной башни при пожаре

Подача насосной станции при пожаре с отключенной водонапорной башней определяется по формуле

$$Q_{нс}^n = q_{ч. max} + q_n, \quad (5.6)$$

а без отключения башни

$$Q_{нс}^n = Q_{нс} + q_n. \quad (5.7)$$

Башня в начале сети должна отключаться при условии:

$$z^n + h_c^n > z_б - h_б,$$

где z^n – пьезометрическая отметка в диктующей точке сети при пожаре;
 h_c^n – гидравлические потери в городской водопроводной сети при пожаре;

z_6 – отметка максимального уровня воды в башне; h_6 – высота бака башни; обычно принимается 4 ... 6 м.

Требуемый напор насосов при пожаре определяют по формуле:

$$H^n = H_z^n + h_{\text{вв}}^n + h_{\text{нс}}^n + h_{\text{вдм}}^n + h_{\text{нв}}^n + h_c^n, \quad (5.8)$$

где

$$H_z^n = z^n - z_{p.\text{min}},$$

здесь $z_{p.\text{min}}$ – минимальный уровень в резервуаре чистой воды; остальные обозначения – те же, что и в формуле (5.4), но при подаче пожарного расхода.

Потери в напорных водоводах находят по формуле (2.13) при расходе $Q_{\text{нв}}^n$, а сумму остальных потерь принимают пропорциональной квадрату расходов.

При башне в начале сети принимают

$$h_{\text{вв}}^n + h_{\text{нс}}^n + h_{\text{вдм}}^n = \left(\frac{Q_{\text{нс}}^n}{Q_{\text{нс}}} \right)^2 \cdot (h_{\text{вв}} + h_{\text{нс}} + h_{\text{вдм}}), \quad (5.9)$$

а потери в сети h_c^n определяют при помощи гидравлической увязкой сети для случая пожаротушения. При контррезервуаре

$$h_{\text{вв}}^n + h_{\text{нс}}^n + h_{\text{вдм}}^n + h_c^n = \left(\frac{Q_{\text{нс}}^n}{Q_{\text{нс}}} \right)^2 \cdot (h_{\text{вв}} + h_{\text{нс}} + h_{\text{вдм}} + h_c). \quad (5.10)$$

Режим работы насосной станции при пожаротушении следует устанавливать по графику совместной работы насосов и трубопроводов. Характеристика трубопроводов строится путем определения требуемых напоров по формуле (5.8). Для систем с контррезервуаром приближенно ее можно построить параллельным смещением графика характеристики водоводов при подаче хозяйственно-питьевого расхода к диктующей точке на величину

$$\Delta H = H_z^n - H_z.$$

Возможны три варианта режимов работы насосной станции при подаче воды на пожаротушение:

1. Необходимый расход $Q_{нс}^n$ подается основными рабочими насосами за счет снижения напоров в сети (рис. 5.6, а). Снижение статического напора в диктующей точке сети при пожаре ΔH определяют параллельным переносом характеристики трубопроводов.

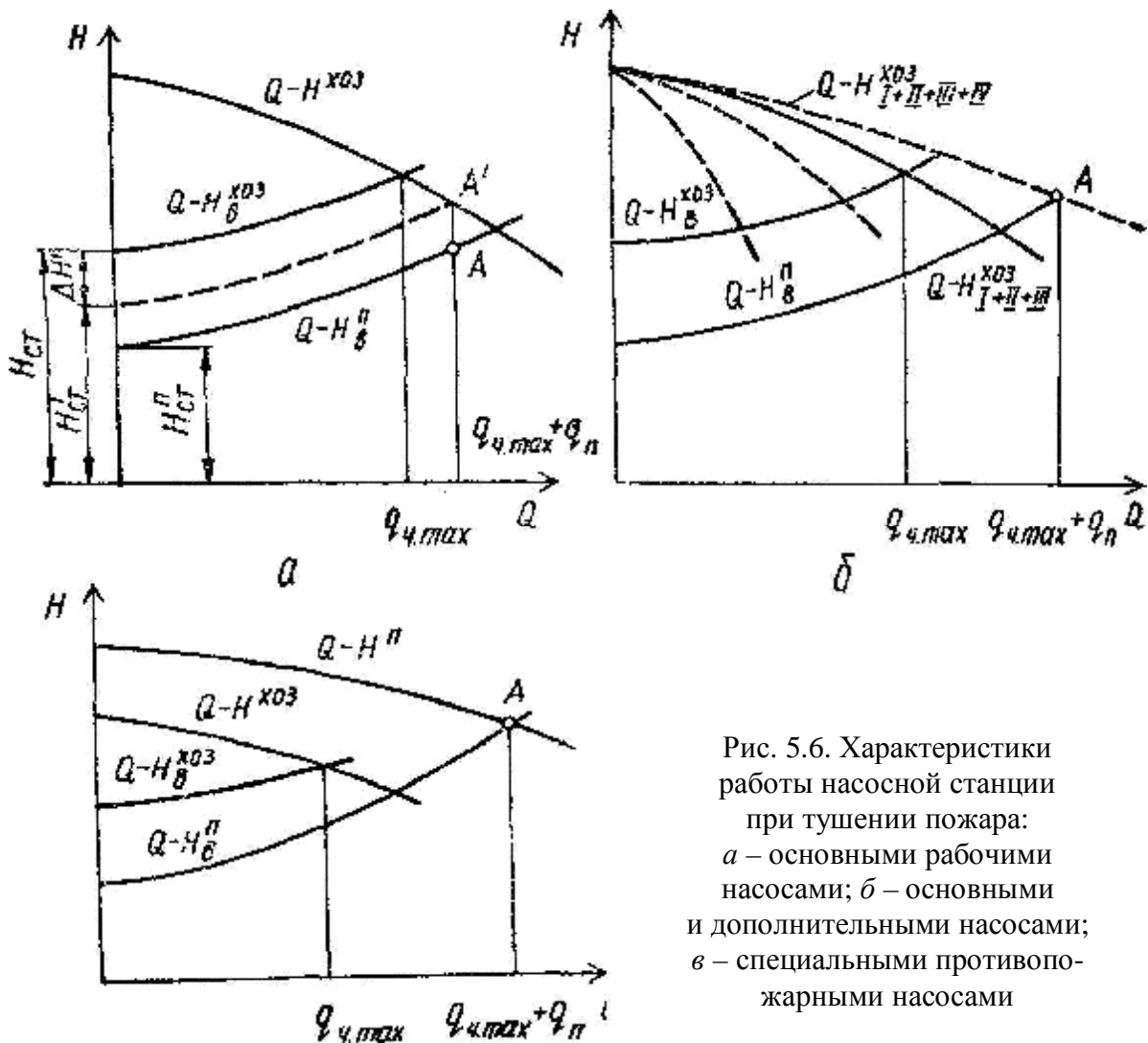


Рис. 5.6. Характеристики работы насосной станции при тушении пожара:
 а – основными рабочими насосами; б – основными и дополнительными насосами;
 в – специальными противопожарными насосами

2. Расход $Q_{нс}^n$ подается включением дополнительных одного-двух насосов того же типоразмера, что и хозяйственные. При этом соответственно увеличивается число насосов в насосной станции. Число резервных насосов принимается в соответствии с нормами [1, разд. 7].

3. Если необходимый напор для пожаротушения больше напора, развиваемого хозяйственными насосами, и невозможно решить задачу включением дополнительных насосов, следует устанавливать пожарные насосы требуемого напора H^n с суммарной подачей $Q_{нс}^n$ (см. рис. 5.6, в). При работе пожарных насосов хозяйственные отключают. Для группы пожарных насосов предусматривается один резервный.

5.4. Размещение оборудования в машинном зале

В насосных станциях II подъема основные насосы, как правило, устанавливаются под залив. Это облегчает их запуск и упрощает схему автоматизации насосной станции. У насосов, установленных под залив, верх корпуса должен быть расположен не менее чем на 0,3 ... 0,5 м ниже расчетного уровня в резервуарах чистой воды (РЧВ): для объединенной хозяйственно-пожарной или пожарной группы насосов – ниже уровня пожарного запаса, для хозяйственно-питьевой группы – ниже среднего уровня воды в резервуарах. Последнее вызвано тем, что нет смысла включать дополнительные насосы и увеличивать подачу насосной станции, когда в РЧВ запас воды на исходе. Если данные о расчетных уровнях и хранении пожарного запаса отсутствуют, уровень хранения пожарного запаса принимают на 1 м выше минимального уровня воды в резервуаре, а средний уровень – на 2,4 м выше минимального (рис. 5.7). Отметка пола машинного зала и заглубление насосной станции (см. рис. 2.10), как правило, определяются посадкой пожарных насосов.

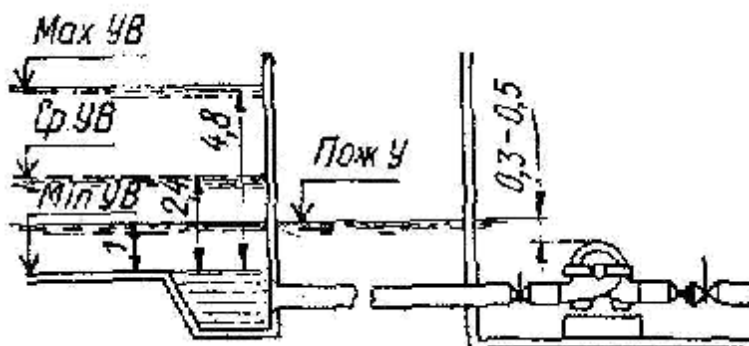


Рис. 5.7. Схема высотного расположения насосов на станции II подъема

Всасывающие и напорные трубы станции II подъема выполняют те же функции, что и на станциях I подъема. При проектировании к ним предъявляют такие же требования (см. п. 2.3). Стальные трубы внутри насосной станции соединяются сваркой. Фланцевые соединения используют только для подключения к насосам и арматуре. Диаметры труб определяют по допустимым скоростям [1, разд. 7].

Внутри станции трубы укладываются на полу на подставках с устройством над ними переходных мостиков или в каналах. Габариты каналов приводятся на рис. 2.12 и в табл. 2.2. На рис. 5.8 приведены возможные схемы размещения трубопроводов на станциях II подъема. При размещении всасывающего и напорного коллекторов один над другим *желательно смещать их оси* для облегчения монтажа и демонтажа арматуры на нижнем коллекторе.

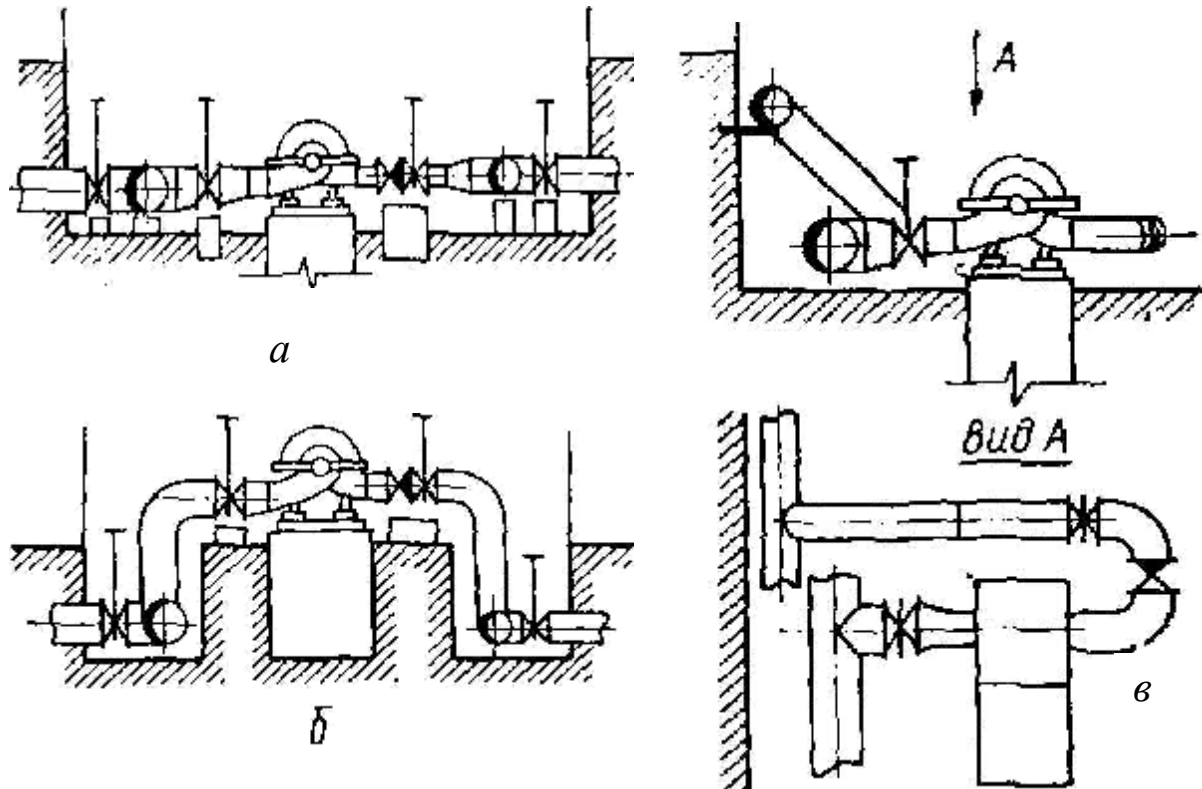


Рис. 5.8. Основные схемы размещения трубопроводов на станциях II подъема:
а – над полом; *б* – в каналах; *в* – на стене

Насосные станции II подъема, как правило, выполняются прямоугольными в плане и оборудуются горизонтальными насосами типа Д или К. В практике проектирования этих станций наиболее часто встреча-

ются три вида размещения насосных агрегатов: однорядное, параллельное продольной оси здания (рис. 5.9, а); двухрядное шахматное (см. рис. 5.9, б); однорядное, перпендикулярное продольной оси здания (см. рис. 5.9, в).

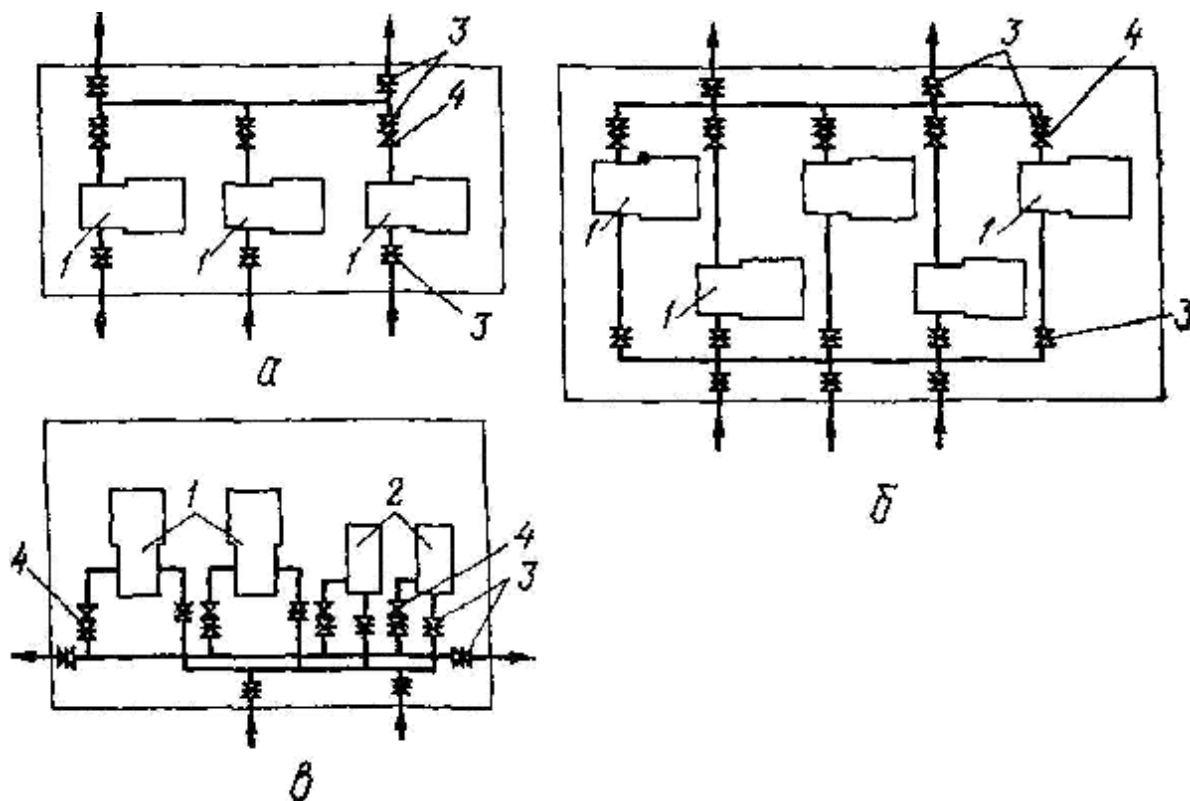


Рис. 5.9. Основные схемы размещения насосных агрегатов на станциях II подъема:
а, б, в – варианты размещения насосных агрегатов;
1 – насос типа Д; 2 – насос типа К; 3 – запорная арматура; 4 – обратные клапаны

Вид размещения насосов определяется их типом и числом, удобством прокладки всасывающих и напорных трубопроводов с наименьшим числом их поворотов, стандартными размерами строительных конструкций здания насосной станции. Расстояние между насосами, трубопроводами и стенами здания следует принимать согласно рис. 2.11.

Для уменьшения размеров здания насосной станции часть запорной арматуры можно выносить в отдельные камеры переключений, устраиваемые так же, как колодцы на водопроводной сети. Высота рабочей части камер определяется высотой установленных в них задвижек и в любом случае должна быть не менее 1,5 м. Высоту засыпки от верха покрытия камеры до поверхности земли следует принимать не менее 0,5 м.

ТЕМА 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ

6.1. Выбор места размещения канализационных насосных станций

В системах водоотведения с нормальным (5...8 м) заложением коллекторов главную канализационную насосную станцию размещают в конце главного самотечного коллектора, т.е. в наиболее пониженной зоне канализуемой территории, куда целесообразно сточную воду отводить самотеком. От главной насосной станции все поступающие к ней сточные воды перекачиваются на очистные сооружения по напорному водоводу. Место расположения главной канализационной станции назначается с учетом возможности устройства аварийного выпуска. В системах водоотведения с глубоким заложением коллекторов главную насосную станцию целесообразно размещать непосредственно на площадке очистных сооружений. При этом отпадает необходимость сооружения напорных водоводов значительной длины, что приводит к снижению мощности станции.

Аналогично главной выбирается место расположения и районных канализационных станций в пределах района, от которого поступают стоки к данной станции. Если при сооружении самотечного коллектора, подводящего воду к главной или районной насосной станции, встречаются естественные (река, овраг и т.д.) или искусственные препятствия, станцию следует располагать до препятствий. Это позволит сократить капитальные затраты, так как стоимость строительства (на единицу длины) напорного водовода всегда меньше, чем самотечного коллектора или специального сооружения (дюкера и т. д.).

Главные и районные канализационные станции следует размещать вне зоны застройки жилыми кварталами. Если же они находятся в жилой зоне, между жилыми зданиями и зданием канализационной насосной станции должен предусматриваться санитарный разрыв 20...25 м с защитными зелеными насаждениями.

Места расположения насосных станций для перекачки сточных вод в каждом случае должны быть согласованы с органами санитарно-эпидемиологической службы.

В зданиях насосных станций, располагаемых в затопляемой местности, отметки порогов их входов должны быть не менее чем на 0,5 м выше уровня нагона ветровой волны при максимальных горизонтах паводковых вод обеспеченностью 3%.

Сетевые канализационные станции размещают на самотечных коллекторах в местах, где дальнейшее заглубление коллектора становится экономически нецелесообразным.

Ливневые канализационные насосные станции целесообразно устраивать на пониженных участках площадей водосборов вблизи водоемов, куда атмосферные воды отводятся без предварительной очистки.

6.2. Режим работы и подача канализационных насосных станций

Поступление сточных вод в систему хозяйственно-бытовой канализации и характер распределения их суточных расходов, так же как и водопотребление, неравномерны и зависят от степени благоустройства зданий и от числа жителей населенного пункта.

В табл. 6.1 приведено примерное распределение среднесуточного расхода бытовых сточных вод по часам суток при среднем секундном их расходе 100 л/с и общем коэффициенте неравномерности водоотведения $K_{общ} = 1,6$. В течение каждого часа расход водоотведения условно принимается равномерным.

Таблица 6.1

Распределение среднесуточного расхода бытовых сточных вод

Часы суток	Часовой расход, %	Часы суток	Часовой расход, %	Часы суток	Часовой расход, %
0...1	1,55	8...9	6,7	16...17	5,6
1...2	1,55	9...10	6,7	17...18	5,6
2...3	1,55	10...11	6,7	18...19	4,3
3...4	1,55	11...12	4,8	19...20	4,35
4...5	1,55	12...13	3,95	20...21	4,35
5...6	4,35	13...14	5,55	21...22	2,35
6...7	5,95	14...15	6,05	22...23	1,55
7...8	5,8	15...16	6,05	23...24	1,55
Итого					100

Характер притока сточной воды к насосной станции определяет режим ее работы. В условиях неравномерного притока для обеспечения нормальной работы насосов на канализационных станциях устраивают приемные резервуары достаточной вместимости, что позволяет в течение некоторого времени накопить определенный объем сточных вод при неработающих насосах, а затем после их включения откачать скопленную воду на очистные сооружения. После откачки насосы отключают, и цикл повторяется вновь.

Суммарная подача насосов канализационных насосных станций, перекачивающих хозяйственно-бытовые сточные воды, назначается равной максимальному часовому стоку по графику. Частота включения насосных агрегатов зависит от характера управления ими: при автоматическом управлении назначается до пяти включений в час, а при ручном – три. С увеличением мощности агрегата число включений в час уменьшается. Так, при мощности более 50 кВт при автоматическом управлении рекомендуются три включения агрегатов.

6.3. Особенности расчета и конструирования всасывающих и напорных трубопроводов

К всасывающим и напорным трубопроводам канализационных насосных станций в основном предъявляются такие же требования, как и для водопроводных станций. Однако при их конструировании необходимо учитывать некоторые особенности, обусловленные составом перекачиваемых сточных вод.

В насосных станциях, предназначенных для перекачки бытовых сточных вод, для каждого насоса должна быть предусмотрена отдельная всасывающая труба с уклоном от насоса не менее 0,003...0,005 ‰. В боковой части каждой трубы устраиваются люки, через которые производится прочистка труб при их засорении. На всасывающих трубах заводского изготовления (для вертикальных насосов) люки делают на заводах-изготовителях. Для слива жидкой среды из насоса при его ремонте или ревизии в нижней части всасывающей трубы между задвижкой и насосом предусматривается выпуск диаметром 50...100 мм. Приемные клапаны и подставки под приемные отверстия во избежание частых их засорений на всасывающих трубах не ставятся.

Приемные отверстия воронок всасывающих труб диаметром до 500 мм размещаются в горизонтальной плоскости, а труб диаметром более 500 мм – в вертикальной плоскости параллельно стене, разделяющей машинный зал и приемный резервуар. В этом случае со стороны приемного резервуара устраиваются щитовые затворы для перекрытия приемных отверстий при ремонте задвижек на всасывающих трубах.

Расчетные скорости движения сточных вод во всасывающих трубопроводах принимаются такими же, как и для водопроводных станций.

Задвижки на всасывающих трубопроводах канализационных насосных станций предусматриваются в любом случае, если насосы работают с отрицательной высотой всасывания (с подпором). Как всасывающие, так

и напорные трубопроводы внутри насосной станции изготавливаются из стальных труб на сварке. Фланцевые соединения используются только для присоединения труб к арматуре и насосам.

Напорные трубопроводы внутри станции можно размещать в специальных каналах (в наземных зданиях и с малым заглублением) или непосредственно по полу машинного зала (в заглубленных зданиях и шахтных) на бетонных подкладках высотой 150...200 мм с шагом до 3 м. В последнем случае, для того чтобы обеспечить свободное перемещение обслуживающего персонала, устраивают мостики и переходы.

Трубопроводы относительно небольших диаметров можно размещать вдоль стен на кронштейнах или подвесках на высоте не менее 2 м. Для трубопроводов больших диаметров на станциях предусматривается специальное помещение.

Нагнетательные трубопроводы, отходящие от насосов, к общему коллектору подключаются шельга в шельгу. Это способствует улучшению гидравлического режима узлов соединений при перекачивании сточных вод. К нагнетательному коллектору подключаются отходящие напорные водоводы (не менее двух). Диаметры их определяют исходя из условия обеспечения (в случае аварии на одном из них) пропуска воды не менее 70 % расчетной подачи насосной станции при наличии аварийного выпуска и 100 % при отсутствии аварийных выпусков.

На нагнетательных трубопроводах при напорах 30 м и более между насосами и задвижками предусматриваются односторонние обратные клапаны. Водомеры устанавливаются в специальных камерах вне здания насосной станции.

6.4. Определение расчетных напоров. Выбор насосов

Предварительное значение требуемого напора насосов станции водоотведения определяют по схеме (рис. 6.1):

$$H_{mp} = H_z + h_{nc} + h_{вдм} + h_{нв} + h_{из}, \quad (6.1)$$

где H_{mp} – требуемый напор насосов, м; H_z – статический напор насосов; $H_z = z - z_{pez}$, здесь z – отметка максимального уровня в приемной камере очистных сооружений или в приемном колодце вышележащего коллектора; z_{pez} – отметка среднего уровня сточных вод в приемном резервуаре; h_{nc} – потери напора во внутренних коммуникациях насосной станции, предварительно принимаемые равными 2 ... 2,5 м; впоследствии уточняются по

методике, изложенной в п. 2.5; $h_{\text{вдм}}$ – потери в водомере, предварительно принимаемые равными 1,5 м; уточняются по методике, изложенной в п. 2.5; $h_{\text{нв}}$ – потери напора в наружных напорных водоводах, определяемые по формуле (2.13); $h_{\text{из}}$ – потери напора на излив в приемную камеру, принимаемые равными 0,5 м.

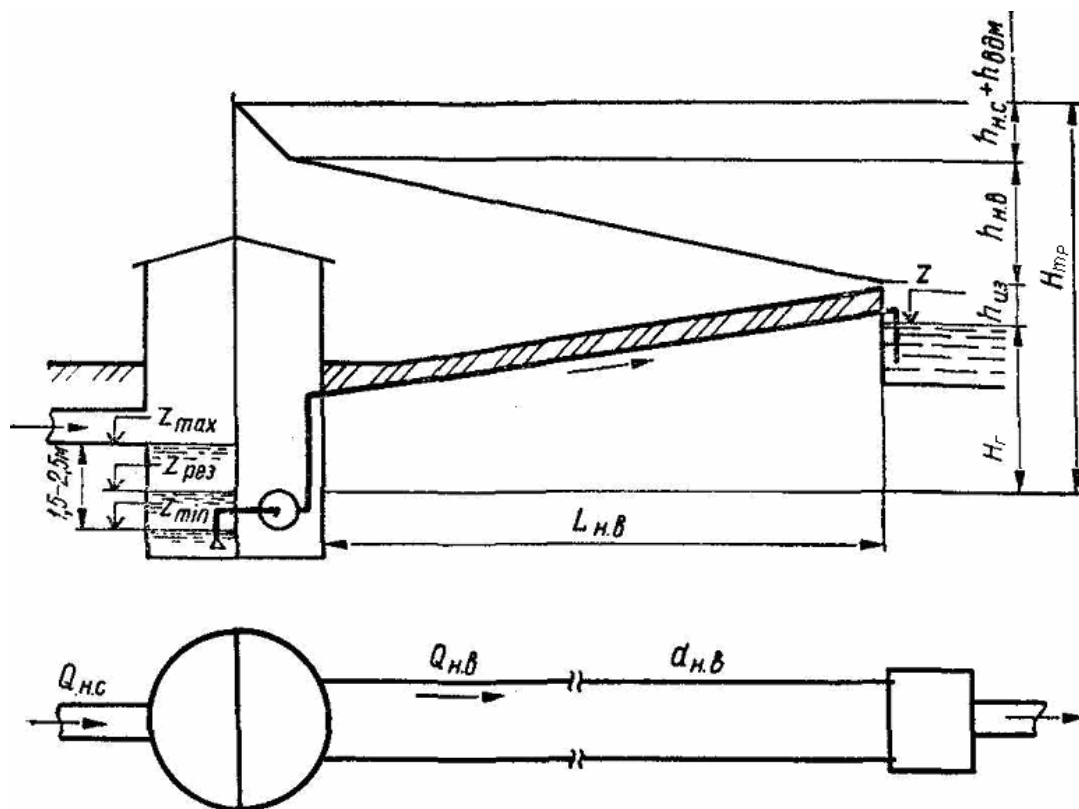


Рис. 6.1. Схема к определению расчетного напора насосов станции водоотведения

Обычно в исходных данных на проектирование насосной станции водоотведения приводится отметка лотка подводящего коллектора. Верхний расчетный уровень воды в приемном резервуаре принимается равным этой отметке. Глубина приемного резервуара зависит от проектируемой регулирующей емкости и принимается равной 1,5 ... 2,5 м. В первом приближении для насосных станций с производительностью до 25000 м³/сут глубину приемного резервуара можно принимать 1,5 м. Таким образом, отметка среднего уровня сточных вод в рабочем объеме приемного резервуара принимается на 0,75 ... 1,25 м ниже отметки лотка подводящего коллектора.

Выбор марки насосов производят по сводным графикам полей насосов для сточной жидкости типа СД (СДВ) (см. рис. 2.7). На крупных на-

сосных станциях водоотведения с заглублением более 5 м желательно использовать вертикальные насосы, так как они требуют значительно меньших размеров здания станции в плане.

В первом приближении стараются подобрать два или три одинаковых рабочих насоса так, чтобы развиваемый ими напор соответствовал напору, определенному по формуле (6.1), а суммарная подача – расчетной подаче $Q_{нс}$. При отсутствии насосов с необходимыми характеристиками проверяют возможность перекачивания стоков одним или четырьмя насосами СД (СДВ) или подбирают насосы типа Гр (см. рис. 2.8).

В курсовом проекте необходимо произвести выбор двух-трех вариантов насосного оборудования. Выкопировки рабочих характеристик этих насосов с нанесенными рабочими точками должны быть приведены в пояснительной записке.

Предпочтение отдается насосам с более высоким кпд в рабочей точке. Действительную рабочую точку (подачу и напор насоса) можно установить только при решении задачи совместной работы насосов и водоводов. Для этого необходимо построить графики совместной работы насосов и водоводов сравниваемых вариантов (см. п. 2.5). В курсовом проекте оценку вариантов можно производить, сопоставляя кпд насосов при максимальной подаче насосной станции, то есть при включении всех рабочих насосов.

При необходимости определяется число перемычек на водоводах, чтобы за счет перемычек и включения резервных насосов обеспечить 100 % расчетной подачи насосной станции.

По числу выбранных насосов определяется число ступеней работы насосной станции. Снятые с графика совместной работы подачи соответствующих ступеней указываются на графике почасового притока к насосной станции.

Окончательно выбрав насосы, по формуле (2.1) определяют мощность привода и подбирают марку электродвигателя. Плотность перекачиваемой сточной жидкости практически мало отличается от плотности воды, с запасом ее принимают равной 1050 кг/м^3 . После этого снимают на кальку и приводят в пояснительной записке установочные чертежи насоса и электродвигателя, komponуют насосный агрегат, составляют «монтажное пятно» (см. п. 2.2).

Количество резервных насосов в соответствии со СНиП [2] следует принимать в зависимости от категории надежности насосной станции.

6.5. Размещение основного оборудования в машинном зале

При проектировании насосных станций бытовой системы водоотведения приемный резервуар, помещение решеток, машинный зал, подсобно-производственные и бытовые помещения обычно размещаются в одном здании.

Подземная часть здания разделяется водонепроницаемой глухой стенкой. По одну сторону стенки размещается приемный резервуар и расположенное над ним помещение решеток, по другую – машинный зал. Каждый насос самостоятельным всасывающим трубопроводом соединяется с приемным резервуаром. Так как в насосных станциях водоотведения применяются насосы с осевым входом, то их обычно располагают в один ряд вдоль стенки, отделяющей машинный зал от приемного резервуара (рис. 6.2 и 6.3).

Включение насосов проектируется автоматическим в зависимости от притока сточной жидкости. Если после включения одного (первого) насоса уровень воды в резервуаре повышается, включается второй насос и т. д.

Уровни включения и отключения первого, второго и n -го насосов (ступеней) располагаются на 0,2 м один выше другого (рис. 6.4). Таким образом, минимальный уровень воды в приемном резервуаре при включении насосов

$$z_{\text{вкл}} = z_{\text{max}} - 0,2 \cdot (n - 1), \quad (6.2)$$

где $z_{\text{вкл}}$ – отметка включения в работу первой ступени откачки; z_{max} – отметка максимального уровня воды в приемном резервуаре (принимается равной отметке лотка подводящего коллектора); n – число рабочих насосов.

Нормами [2] рекомендуется устанавливать насосы в насосных станциях водоотведения под залив. Это облегчает запуск насосов и упрощает схему автоматизации насосной станции. Для этого корпуса насосов располагают на 0,3 ... 0,4 м ниже отметки уровня жидкости в приемном резервуаре, при котором включается в работу первый насос.

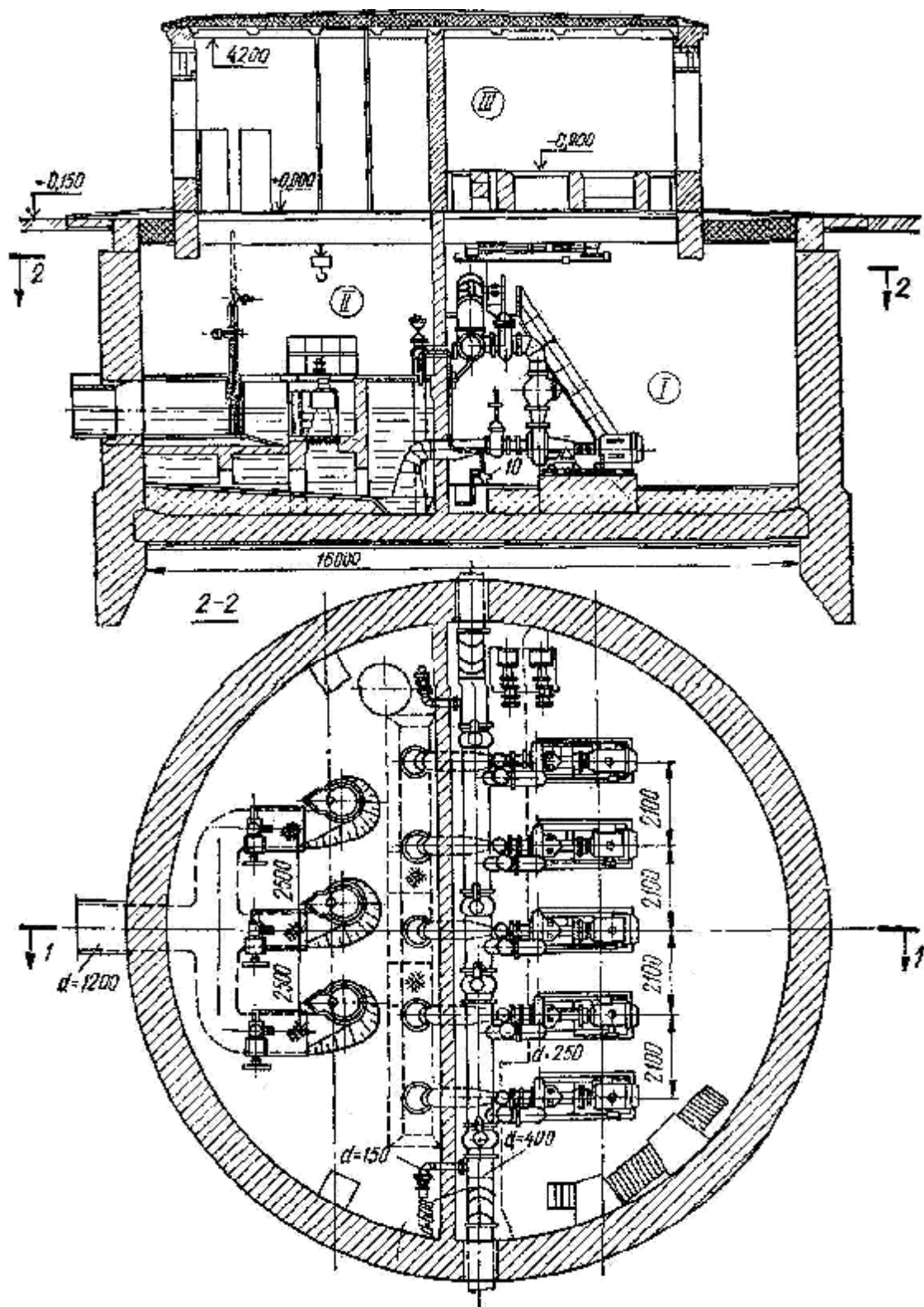


Рис. 6.2. Насосная станция водоотведения с горизонтальными насосами и решетками-дробилками:
 I – машинное отделение; II – приемный резервуар; III – верхнее строение

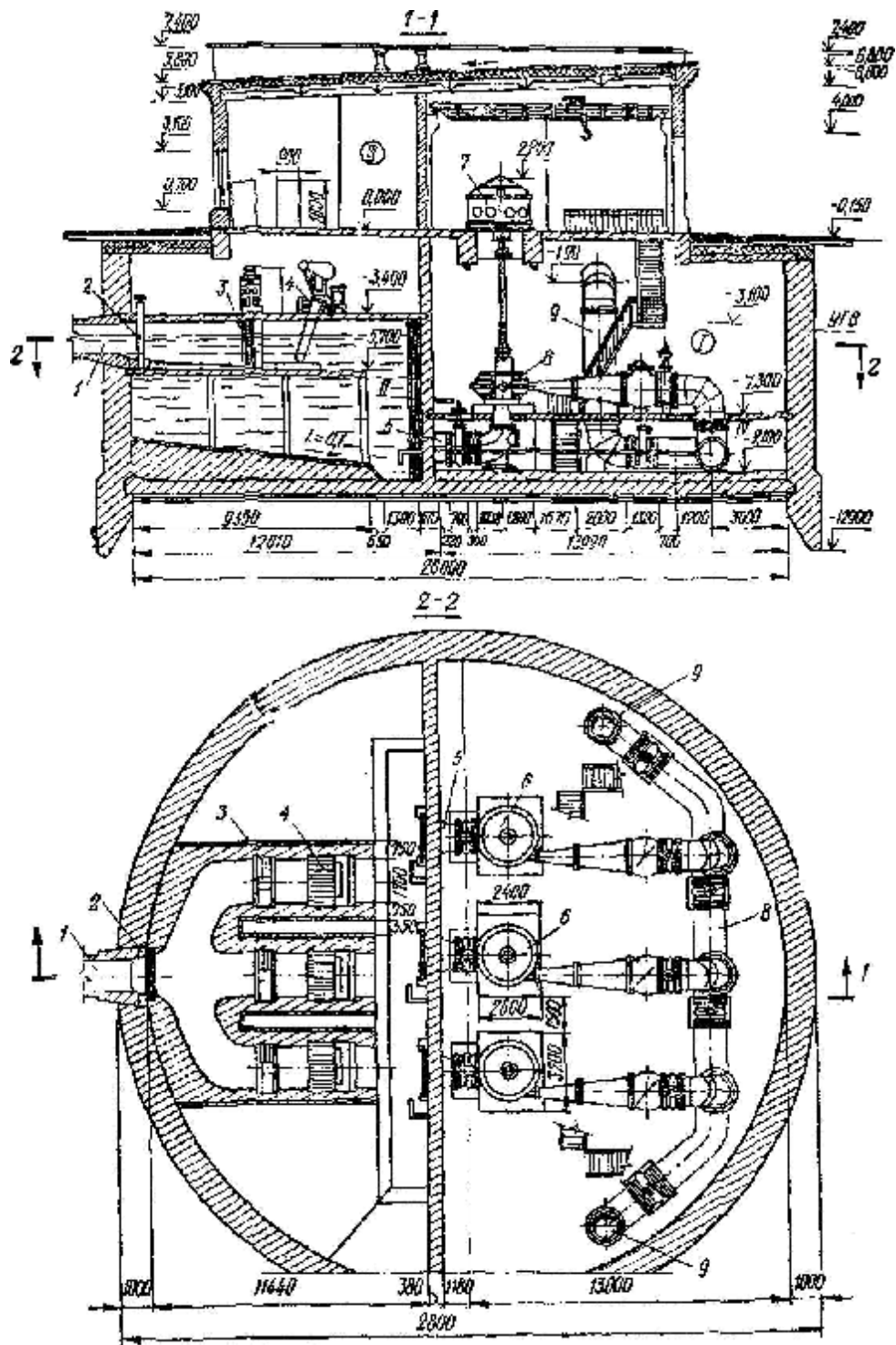


Рис. 6.3. Насосная станция водоотведения с вертикальными насосами и механизированными решетками: *I* – машинное отделение; *II* – приемный резервуар; *III* – верхнее строение; *IV* – помещение трубопроводов; 1 – подводящий коллектор; 2 – ремонтно-аварийный затвор; 3 – рабочий затвор; 4 – механизированная решетка; 5 – всасывающая труба; 6 – насос СДВ 7200/29; 7 – электродвигатель; 8 – напорный коллектор; 9 – напорный водовод

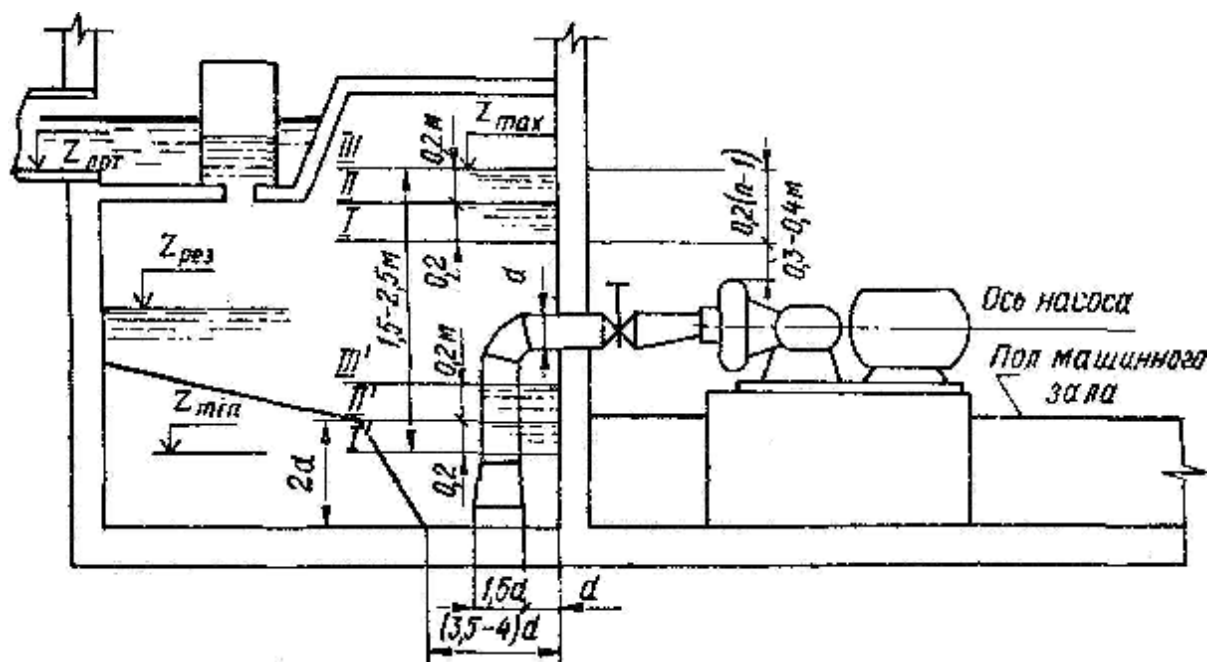


Рис. 6.4. Схема высотного расположения насосов в насосной станции водоотведения

После этого, пользуясь установочными чертежами насосов, определяют предварительную отметку оси горизонтальных насосов, отметки всасывающего и напорного патрубков, отметку фундамента, отметку пола машинного зала. Окончательно отметка пола машинного зала и высотное положение насосов уточняются при совместном рассмотрении машинного зала и приемного резервуара насосной станции.

Перекрытие можно устраивать, если заглубление насосной станции превышает величину, определенную по формуле (3.1). Если напорный коллектор размещается на кронштейнах на стене, то при определении возможности устройства перекрытия над машинным залом необходимо учитывать доступ к задвижкам, расположенным на этом коллекторе, и условия их демонтажа.

После определения размеров фасонных частей в масштабе строится план расположения оборудования и трубопроводов с арматурой в машинном зале. На плане следует предусмотреть место для монтажной площадки (см. п. 3.1) и лестниц, ведущих с первого этажа в машинный зал (см. п. 3.2). Построенный в масштабе план позволяет определить форму и размеры подземной части насосной станции. Подземную часть малых и средних станций принимают, как правило, в виде круглой шахты, которую строят опускным способом. При малом заглублении подводящего коллектора (до 3 м) и отсутствии грунтовых вод более целесообразна прямоугольная форма, поскольку в прямоугольном помещении удобнее распола-

гать оборудование. Форма подземной части крупных станций (диаметр шахты больше 18 м) принимается на основании технико-экономического сравнения вариантов и может быть как круглой, так и прямоугольной. При длине или диаметре подземной части насосной станции до 9 м допускается принимать размеры в плане прямоугольных сооружений кратными 1,5 м, а круглых – 1 м. Для больших насосных станций размеры следует принимать кратными 3 м.

Машинный зал обычно проектируется несколько больше помещения решеток, и разделительная стенка может проходить не через середину колодца.

После окончательного решения схемы насосной станции уточняют потери напора h_{nc} (см. п. 2.5).

Для учета количества перекачиваемой воды за пределами насосной станции в камерах на напорных водоводах устанавливаются водомеры (ультразвуковые или сопла Вентури). По формулам (2.9) или (2.10) определяют потери в водомерах и назначают относительное сужение потока в водомерном устройстве.

6.6. Приемный резервуар и его оборудование

Приемный резервуар представляет собой емкость, которая позволяет обеспечить работу насосов в наиболее экономичном режиме при неравномерном притоке сточных вод. *Если регулирующая вместимость будет мала, не обеспечится максимальное допустимое количество включений насосов за 1 час. Если же она окажется слишком велика, появится опасность выпадения большого объема взвешенных веществ из сточной жидкой среды, что приведет к быстрому заилению приемного резервуара и возможному загниванию сточной жидкости.*

Насосы автоматически включаются и отключаются при достижении уровнем воды в резервуаре определенных отметок (см. рис. 6.4). Например, в начальный момент работы насосной станции резервуар пуст, насосы отключены. Поступающие из коллектора стоки аккумулируются в резервуаре. При заполнении резервуара до уровня, обозначенного I , включается насос I. Если его подача больше расхода поступающих стоков, уровень в резервуаре будет снижаться, и при достижении уровня I' насос отключится. Если подача насоса меньше притока сточных вод, уровень в резервуаре будет повышаться, и при достижении уровня II включится насос II, отключение которого произойдет при снижении уровня до II' , и так далее.

Минимальная вместимость приемного резервуара должна приниматься не меньше максимальной подачи одного из насосов в течение 5 мин, что соответствует включениям насоса не более трех раз в час. Максимальная подача насоса определяется по графику совместной работы одного насоса и двух водоводов.

Размеры приемного резервуара в плане назначают обычно после разработки схемы и определения размеров машинного зала. Вместимость резервуара определяют приблизительно как произведение площади на глубину резервуара, которую принимают в пределах 1,5 ... 2,5 м.

В приемных резервуарах насосных станций с подачей более 100 тыс. м³/сут необходимо предусматривать два отделения без увеличения общего объема.

Всасывающие трубы диаметром до 500 мм устраивают с коленом, разворачивая приемные отверстия ко дну приемка. Всасывающие трубы диаметром более 500 мм выполняют без колена. Они начинаются непосредственно от вертикальной стены, разделяющей машинный зал и приемный резервуар; при этом со стороны резервуара устраиваются щитовые затворы для перекрытия приемных отверстий при ремонте задвижек на всасывающих трубах.

Приямки у всасывающих труб устраиваются для того, чтобы можно было максимально использовать регулируемую вместимость приемного резервуара. При больших размерах приямков в них будет оставаться много неоткаченных стоков, а малые скорости приведут к отложению осадка; при малых размерах увеличиваются гидравлические сопротивления на подходе жидкости к всасывающим трубам. Рекомендуемые размеры приведены на рис. 6.4: глубина – $2d$ (d – диаметр всасывающей трубы), ширина по дну – $(3,5...4) d$. Наклон стенки со стороны резервуара – 60° .

Дно резервуара устраивают с уклоном не менее 0,1 в сторону приямков всасывающих труб.

В приямке у всасывающих труб неработающих насосов возможно выпадение осадка. Для поддержания всех насосов в постоянной готовности к запуску к всасывающей трубе каждого насоса подводят трубопроводы для взмучивания осадка. Вода в систему взмучивания забирается от напорных линий основных насосов. Для того чтобы через систему взмучивания можно было опорожнять трубопроводы при ремонте, трубы системы взмучивания должны быть подключены к каждому напорному водоводу и оборудованы задвижками. Диаметр трубопроводов взмучивания принимается не менее 50 мм. Взмучивание осадка можно производить по всему периметру приемного резервуара.

Над приемным резервуаром не менее чем на 0,5 м выше уровня воды в подводящем самотечном коллекторе устраивают перекрытие из железобетонных плит. На этом перекрытии располагают помещение решеток. Против всасывающих труб перекрытие выполняют из съемных плит или оставляют в нем отверстие. Для того чтобы при необходимости из помещения решеток можно было спуститься в приемный резервуар, предусматривают один или несколько люков диаметром 0,7 м, располагаемых у стены. В резервуаре в стены против люков заделывают скобы.

В станциях водоотведения стоки перед попаданием в насосы должны пройти через специальные сороудерживающие решетки (прил. 14). Задержанный на решетках крупный мусор измельчается на дробилках и опять сбрасывается в лоток со сточной жидкостью. В настоящее время наиболее прогрессивным решением для предварительной очистки сточных вод считается установка решеток-дробилок – механизмов, совмещающих в себе задержание и измельчение крупного мусора (рис. 6.5). Технические данные для подбора решеток-дробилок приведены в прил. 15.

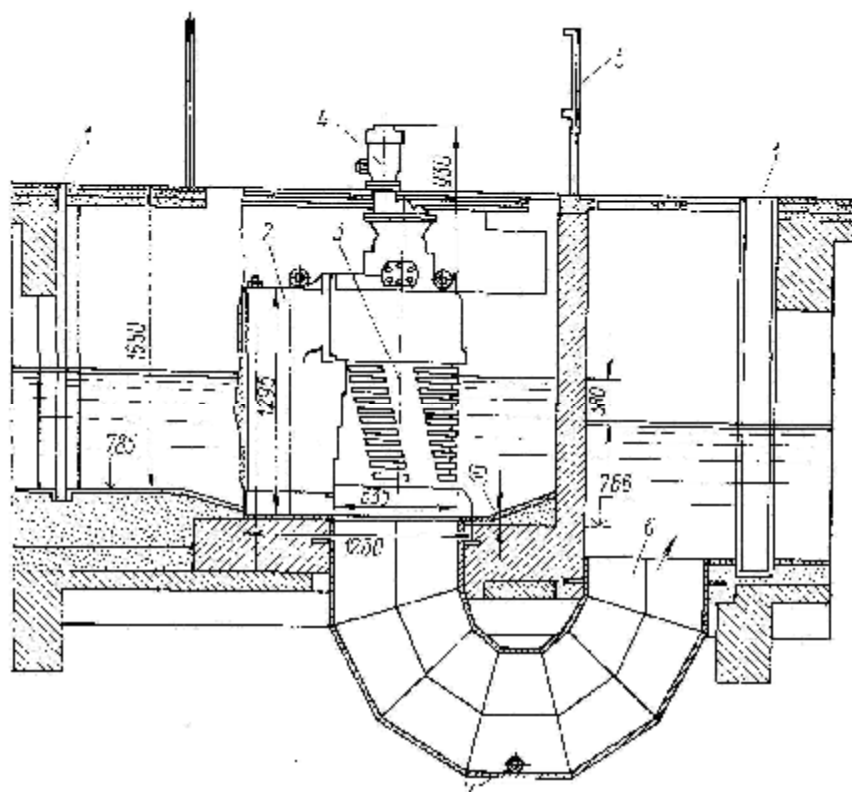


Рис. 6.5 Решетка-дробилка типа РД-600:

- 1 – пазы для шиберного (ремонтного) затвора; 2 – неподвижный корпус;
- 3 – вращающийся барабан; 4 – электродвигатель; 5 – ограждение;
- 6 – дюкер; 7 – отверстие для опорожнения дюкера

Типоразмеры и количество решеток или решеток-дробилок назначают исходя из рекомендуемых скоростей движения сточных вод. Скорость движения сточных вод в прозорах решеток при максимальном притоке надлежит принимать: для механизированных решеток – 0,8...1 м/с, для решеток-дробилок – 1,2 м/с. Число резервных решеток или решеток-дробилок в соответствии со СНиП [2] необходимо принимать по табл. 6.2.

Таблица 6.2

К определению числа резервных решеток (решеток-дробилок)

Наименование агрегатов	Число агрегатов	
	рабочих	резервных
Решетки с механизированными граблями: перед насосами СД 100/4 и меньшими (прозоры решеток 16 ... 20 мм)	≤ 3	1
	> 3	2
перед большими насосами (прозоры решеток больше 20 мм)	Любое	1
Решетки-дробилки	≤ 3	1
	> 3	2

Для насосных станций с подачей до 25000 м³/сут допускается установка резервной решетки с ручной очисткой.

При подборе решеток-дробилок можно пользоваться прил. 15. В этом же приложении приведены габариты и технические данные решеток-дробилок типа РД.

Для монтажа решеток предусматривают необходимое подъемно-транспортное оборудование.

Зная отметку пола помещения решеток и габариты оборудования, по формуле (3.1) проверяют, можно ли устроить на отметке пола первого этажа перекрытие над помещением решеток или его следует проектировать по полузаглубленной схеме.

При проектировании необходимо решить вопрос подачи в помещение решеток монтируемого оборудования и соединить помещение лестницей с первым этажом. В помещении решеток следует предусмотреть принудительную приточную вентиляцию.

6.7. Проектирование систем технического водопровода и дренажа

В насосных станциях водоотведения кроме основных насосов, как правило, устанавливаются еще две группы вспомогательных насосов: системы технического водоснабжения и откачки дренажных вод.

Насосные станции водоотведения оборудуют двумя системами холодного водопровода: хозяйственно-питьевой и технической. Вода для обеих систем подается в насосную станцию из сети хозяйственно-питьевого водопровода близлежащего населенного пункта или предприятия. В больших насосных станциях с подачей свыше 100000 м³/сут предусматривается два ввода водопровода.

Для **хозяйственно-питьевого водопровода** применяются трубы диаметром 15 ... 20 мм, к нему подключаются приборы в санузле, в душевой и краны для мойки пола в помещении решеток и в машинном зале. Предполагается, что горячая вода для душевой поступает из центрального теплового пункта или готовится на индивидуальных водонагревателях. Сточная вода от санитарных приборов отводится в приемный резервуар.

Технический водопровод. Подает воду на охлаждение и гидроуплотнение сальников основных насосов и к дробилкам для смыва раздробленного осадка.

Существует опасность попадания сточных вод в систему технического водопровода. Например, при аварийном снижении давления в техническом водопроводе чистая вода уже не будет подаваться по его трубам к сальникам фекальных насосов; при этом сточная вода от насосов может попадать в систему водопровода.

Для защиты сети хозяйственно-питьевого водопровода от возможного загрязнения технический водопровод подключается к хозяйственно-питьевому через бак «разрыва струи» (рис. 6.6).

Требуемый напор технической воды, подаваемой к сальникам насосов, перекачивающих сточную жидкость, должен быть несколько выше напора, развиваемого этими насосами. Для создания такого напора в системе технического водопровода между баком «разрыва струи» и насосами сточной жидкости устанавливают насосы-повысители: один рабочий и один резервный.

Бак «разрыва струи» стремятся расположить как можно выше (на полу первого или второго этажа или на кронштейнах на стене в надземной части насосной станции) с тем, чтобы максимально использовать напор питающей сети.

Вместимость бака для небольших насосных станций, оборудованных основными насосами с подачей до $150 \text{ м}^3/\text{ч}$, принимают $0,5 \text{ м}^3$, для средних $1 \dots 1,5 \text{ м}^3$, для крупных, оборудованных насосами с подачей свыше $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ – $4 \dots 6 \text{ м}^3$. Переливная труба диаметром 50 мм выводится из бака в приемный резервуар.

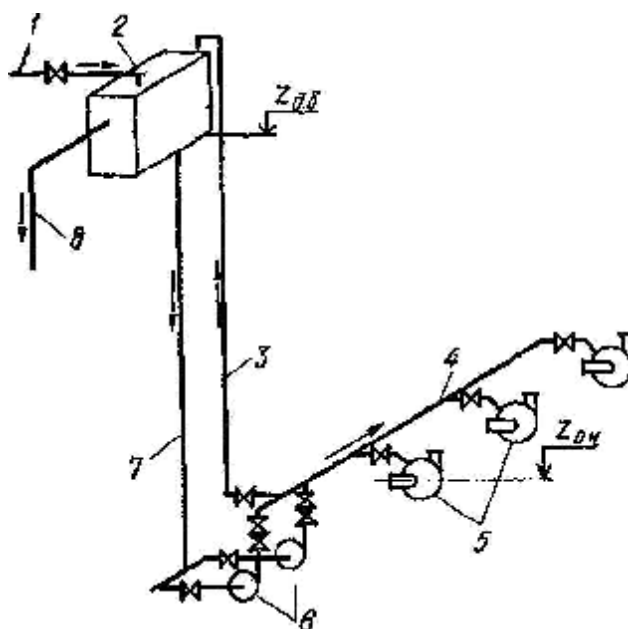


Рис. 6.6. Схема подачи воды для охлаждения и гидроуплотнения сальников канализационных насосов:

- 1 – хозяйственно-питьевой водопровод; 2 – бак «разрыва струи»;
 3 – перепускной трубопровод; 4 – напорный трубопровод;
 5 – основные канализационные насосы; 6 – насосы – повысители напора;
 7 – подводящая линия к насосам-повысителям; 8 – переливной трубопровод

При определении расчетной подачи насоса-повысителя учитывают, что потребление технической воды каждым рабочим насосом, перекачивающим сточную жидкость, составляет $0,3 \dots 0,5 \text{ л/с}$.

Напор насосов технического водопровода определяют по формуле:

$$H_{тг} = H - (z_{д.б} - z_{о.н}) + \Delta H, \quad (6.3)$$

где H – напор, развиваемый основными насосами, м; $z_{д.б}$ – отметка дна бака разрыва струи, м; $z_{о.н}$ – отметка оси основного насоса, м; ΔH – рекомендуемое превышение напора в сети технического водопровода над напором, развиваемым основными насосами; определяется по паспортным данным основных насосов (может приниматься равным 2...3 м, а для насосов с подачей свыше 1000 м³/ч – 10 м).

Чаще всего требуемым параметрам удовлетворяют вихревые насосы ВК (ВКС) – 1/16, 2/26 и 4/24 (см. табл. 2.6).

Насосы технического водопровода устанавливаются обычно в машинном зале сдвоенными на одном фундаменте.

Система откачки дренажных вод. Такая система должна предусматриваться в машинных залах всех насосных станций водоотведения. Подбор дренажных насосов описан в п. 2.6 и производится с помощью табл. 2.16 и формулы (2.16), в которой не учитываются утечки через сальники.

В малых неавтоматизированных насосных станциях дренажные воды можно откачивать основными насосами. Для этого к всасывающему патрубку одного из насосов подсоединяют трубу диаметром 15 ... 20 мм с вентиляем, которая свободным концом опускается в дренажный колодец (прямоук). Основные насосы устанавливаются под залив от максимальных уровней в приемном резервуаре, поэтому необходимый вакуум во всасывающей трубе может возникать только при малых уровнях в приемном резервуаре или после прикрытия задвижки на всасывающей трубе насоса. После откачки дренажных вод из колодца во избежание попадания воздуха в насос перекрывают вентиль на малой трубе. Эту же схему можно предусматривать для откачки воды из машинного зала при аварии на трубопроводах внутри насосной станции.

6.8. Порядок проектирования надземной части здания насосной станции водоотведения

В надземной части насосной станции располагаются перевалочные помещения для приема оборудования, монтируемого в машинном зале и в помещении решеток, электрическая часть (щитовая низкого напряжения,

камеры для установки трансформаторов, помещение распределительного устройства), бытовые и подсобные помещения (туалет, душевая, служебное помещение, мастерская, кладовая, гардероб).

Метод определения основных размеров помещений электрочасти изложен в п. 3.3.

Состав и размеры бытовых и подсобных помещений принимают в соответствии с рекомендациями [2] в зависимости от производительности насосной станции и степени ее автоматизации. Гардероб в крупных насосных станциях следует предусматривать с двумя отделениями: мужским и женским.

Помещения для приема оборудования и электрическая часть располагаются, как правило, на уровне первого этажа; бытовые и подсобные помещения могут располагаться как на первом, так и на втором этажах здания насосной станции.

Планировка первого этажа насосной станции существенно зависит от того, заглубленными или полузаглубленными приняты машинный зал и помещение решеток.

В полузаглубленных насосных станциях над основными насосами и решетками в перекрытии первого этажа оставляют проемы, чтобы монтажная площадка на уровне первого этажа и машинный зал (помещение решеток) обслуживались одним подъемно-транспортным устройством. В этом случае над машинным залом и над помещением решеток меньше остается места для размещения электрической части и подсобных помещений. Если невозможно поместить электрическую часть в здании насосной станции, камеры для установки трансформаторов и помещение распределительного устройства выносят в отдельно сооружаемый павильон трансформаторной подстанции.

В заглубленных насосных станциях электрическую часть, вспомогательные и подсобные помещения располагают на перекрытии над машинным залом и помещением решеток.

Перевалочные помещения, в которые в кузове автомобиля или на инвентарной тележке может быть подано монтируемое оборудование, обычно проектируются отдельно для машинного зала и для помещения решеток. В этих помещениях с помощью монорельса или кран-балки оборудование снимается с автомобиля или тележки и через монтажный проем

подается на монтажную площадку в машинный зал (помещение решеток). От монтажных площадок к месту установки насосы или решетки-дробилки подаются подъемно-транспортным оборудованием, расположенным в подземной части здания (см. п. 3.1).

Планы первого этажа и подземной части увязываются в соответствии со стенами, монтажными площадками, проемами и лестницами, соединяющими первый этаж с машинным залом и помещением решеток.

Надземную часть здания насосной станции чаще всего выполняют прямоугольной в плане из кирпича или сборного железобетона с соблюдением требований, описанных в п. 3.2. Стены сооружаются на балках, опирающихся на железобетонную конструкцию подземной части. При необходимости можно выносить консоли этих балок на 1 ... 1,5 м за пределы колодца подземной части.

Минимальная высота помещений с подъемно-транспортным оборудованием определяется по формулам (3.2) или (3.3). Высота помещений электрической части определяется наибольшей высотой устанавливаемого электрического оборудования (см. п. 3.3).

Схемы с обоснованием принятых в проекте высот помещений необходимо привести в пояснительной записке.

На чертеже в курсовом проекте для полузаглубленных насосных станций водоотведения изображаются два разреза и один план насосной станции – на уровне первого этажа, так как технологическое оборудование достаточно хорошо просматривается с первого этажа. Для заглубленных станций добавляется план подземной части.

При проектировании павильона трансформаторной подстанции необходимо показать ситуационный план с изображением насосной станции, павильона, наружных трубопроводов и подъездных путей.

При наличии второго этажа здания на чертеже или в пояснительной записке необходимо привести его план.

Заканчивают проект технико-экономическими расчетами.

ТЕМА 7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

7.1. Определение стоимости насосной станции и водоводов

Строительные стоимости насосной станции, вспомогательных сооружений и водоводов в реальном проектировании определяются на основании сметной документации, учитывающей все затраты, связанные с возведением насосной станции и вводом в действие основных фондов, а также плановые накопления строительно-монтажных организаций.

На ранних стадиях проектирования при выборе вариантов определение строительных стоимостей насосных станций производится по укрупненным показателям, представляющим собой сметные стоимости станций, сооружаемых по типовым проектам.

В связи с возможными изменениями стоимости строительных материалов, механизмов, горюче-смазочных материалов и т.п. укрупненные показатели, определенные по справочной литературе [7, 10, 15], требуют постоянной корректировки.

Для приближенного определения капитальных затрат в курсовом или дипломном проектах предлагается упрощенный способ, использующий удельные стоимости оборудования и строительных объемов.

1. Стоимость оборудования насосной станции определяют исходя из удельной стоимости, приходящейся на 1 кВт установленной мощности основного насосного оборудования:

$$K_{об} = K'_{об} \sum P_n, \quad (7.1)$$

где $K'_{об}$ – удельная стоимость, включающая стоимость монтажных работ, основного и вспомогательного насосного оборудования, электрооборудования, подъемно-транспортных механизмов, арматуры и трубопроводов внутри станции, оборудования водоприемно-сеточных камер и приемных резервуаров с учетом начислений и транспортных расходов, руб./кВт; $\sum P_n$ – суммарная мощность приводных двигателей основных насосов, кВт.

Обработка данных, приведенных в [7, 10, 15], позволила получить для различных по мощности насосов некоторые осредненные значения $K'_{об}$ (табл. 7.1).

2. Приближенно стоимость здания насосной станции можно определить по формуле:

$$K_{нс} = K_{чз} W_{нз} + K_{пз} W_{пз}, \quad (7.2)$$

где $W_{нз}$ и $W_{пз}$ – объемы надземной и подземной частей здания, м³; $K_{чз}$ и $K_{пз}$ – соответственно удельные стоимости надземной и подземной частей здания, руб./м³.

Таблица 7.1

Удельные стоимости оборудования насосных станций (1991 г.), руб./кВт

Удельные стоимости	Мощность одного основного насоса, кВт						
	25	50	100	200	300	500	1000 и более
$K'_{об}$ при горизонтальных насосах	190	160	110	75	58	51	40
$K'_{об}$ при вертикальных насосах	–	–	–	100	110	142	145

Величины $K_{чз}$ и $K_{пз}$ зависят от конструкции здания, способа производства работ, общих размеров здания, геологических и климатических условий. Ориентировочно удельные показатели стоимости здания можно принимать по табл. 7.2 в зависимости от объема соответствующей надземной или подземной частей здания.

Таблица 7.2

Стоимость 1 м³ здания насосной станции (1991 г.), руб./м³

Объем здания, м ³	Для надземной части $K_{чз}$		Для подземной части $K_{пз}$	
	при наличии подземной части	при отсутствии подземной части	при производстве работ открытым способом	при опускном колодце (для круглых в плане)
50	41,1	67,8	112,1	–
100	37,5	67,8	112,1	123,4
200	31,9	51,9	89,9	117,5
500	24,7	42,1	52,9	88,1
1000	21,6	35	47	70,5
2000	17,5	28,3	40,2	51,5
3000	14,9	24,7	35,7	38

Этим же способом можно определить строительную стоимость отдельно стоящих трансформаторной подстанции или водоприемно-сеточного колодца.

3. Стоимость устройства водоводов зависит от длины, диаметра и материала укладываемых труб, их конструкции, заглубления трубопровода, наличия грунтовых вод, вида грунта, района страны, времени года и т.п. В курсовом проекте стоимость водоводов определяют по формуле:

$$K_{\text{в}} = K_{\text{вв}} n_{\text{вв}} L_{\text{вв}} + K_{\text{нв}} n_{\text{нв}} L_{\text{нв}}, \quad (7.3)$$

где $K_{\text{вв}}$ и $K_{\text{нв}}$ – стоимости прокладки всасывающего и напорного водовода, руб./м, ориентировочно определяемые по табл. 7.3; $n_{\text{вв}}$ и $n_{\text{нв}}$ – число ниток всасывающего и напорного водоводов; $L_{\text{вв}}$ и $L_{\text{нв}}$ – длины всасывающего и напорного водоводов, м.

Таблица 7.3

Показатели стоимости прокладки 1 м водоводов в сухих грунтах при глубине заложения 2 м (1991 г.), руб./м

Диаметр условного прохода, мм	Трубы			
	стальные	чугунные	железобетонные	асбестоцементные, ВТ-6
100	6	7,7	–	4,2
125	6,7	9,1	–	4,6
150	8,1	10,6	–	5,3
200	10,6	13,7	–	6,4
250	12,9	17,4	–	7
300	15,5	21,4	–	9,1
400	24,7	32,1	–	10,6
500	33	41,7	51,5	18,5
600	39,6	54,5	55,5	26
700	44,7	68	60,5	33,6
800	56	81,5	69,5	42,2
900	66,5	97,5	81	52
1000	70,5	115	91	60
1200	89	–	114	–
1400	102	–	142	–

4. Полные капитальные затраты определяются как сумма стоимости оборудования, сооружений насосной станции и водоводов:

$$K = K_{\text{об}} + K_{\text{нс}} + K_{\text{в}}. \quad (7.4)$$

7.2. Определение эксплуатационных затрат

Суммарные годовые эксплуатационные затраты включают прямые расходы (стоимость электроэнергии, содержание обслуживающего и административно-управленческого персонала, расходы на смазку и обтирочный материал, на текущий ремонт и другие) и отчисления на капитальный ремонт и амортизацию оборудования.

Стоимость электроэнергии. Для определения фактического расхода электроэнергии в сутки максимального водопотребления необходимо располагать ступенчатым графиком работы насосной станции и знать напоры и КПД насосов для режимов соответствующих ступеней.

Годовой расход электроэнергии определяют по формуле:

$$A = \frac{\rho g}{1000 \eta_{\text{дв}}} \sum_{i=1}^n \frac{Q_i H_i}{\eta_i} t_i, \quad (7.5)$$

где ρ – плотность воды, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $\eta_{\text{дв}}$ – КПД электродвигателя, доли ед.; Q_i , H_i , η_i – соответственно суммарная подача, $\text{м}^3/\text{с}$, напор, м и КПД насосов i -го режима работы; t_i – продолжительность i -го режима, ч; n – число ступеней.

Стоимость электроэнергии, потребляемой насосной станцией, определяется по действующему для данной энергоснабжающей организации тарифу двумя способами:

– если общая присоединенная мощность электродвигателей менее 750 кВт, то оплата производится по одноставочному тарифу (по счетчику):

$$C_{\text{э}} = \sigma \cdot A, \quad (7.6)$$

где σ – стоимость электроэнергии по одноставочному тарифу, руб./кВт·ч;

– если присоединенная мощность электродвигателей больше 750 кВт, то оплата электроэнергии производится по двухставочному тарифу:

$$C_{\text{э}} = MS + \sigma' A, \quad (7.7)$$

где M – основная годовая плата за 1 кВт оплачиваемой мощности, руб./кВт; S – суммарная установленная мощность (номинальная) трансформаторов или высоковольтных двигателей и трансформаторов (если напряжение двигателей совпадает с напряжением ЛЭП), кВт; σ' – стоимость электроэнергии по двухставочному тарифу, руб./кВт·ч).

При расчетах по двухставочному тарифу за мощность установленных резервных трансформаторов и высоковольтных электродвигателей, одновременная работа которых с основными трансформаторами и электродвигателями исключена, плата не взимается.

7.3. Техничко-экономические показатели насосных станций

При выборе варианта любого технического решения необходимо учитывать стоимость сооружений и механизмов, эксплуатационные и энергетические затраты, срок окупаемости.

При сопоставлении вариантов проектных решений учитываются технико-экономические показатели насосной станции.

Техничко-экономические оценки уже учитывались при решении отдельных задач в курсовом проекте, например, при выборе диаметра напорных водоводов с помощью экономического фактора, при выборе насосного оборудования с помощью коэффициента полезного действия насосной установки.

В общем случае при сопоставлении вариантов оценка проектного решения системы в целом или отдельных сооружений производится по приведенным затратам:

$$Z = K/\tau + C, \quad (7.8)$$

где K – сумма капитальных вложений; C – годовые эксплуатационные затраты; τ – нормативный срок окупаемости (для насосных станций $\tau = 7...10$ лет).

Наиболее экономичным считается вариант с наименьшими приведенными затратами.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

1. Водомеры

Подобрать сужающее устройство и определить потери в водомере, используя исходные данные (табл. 1). Предварительно ознакомиться с п. 2.4.6.

Таблица 1

Исходные данные

Вариант	Расход, л/с	Диаметр
1, 21	10	100
2, 22	15	150
3, 23	20	150
4, 24	30	200
5, 25	42	200
6, 26	50	250
7, 27	65	250
8, 28	70	300
9, 29	90	300
10	130	400
11	165	400
12	240	500
13	280	500
14	350	600
15	400	600
16	600	800
17	700	800
18	800	900
19	900	900
20	1100	1000

Пример. В напорном водоводе $D = 900$ мм максимальный расчетный расход $Q = 1000$ л/с проходит со скоростью $v = 1,57$ м/с [9]. Подобрать сужающее устройство и определить потери в водомере.

$$h = \frac{1,57^2}{2 \cdot 9,8} \left(\frac{1}{0,2^2} - 1 \right) = 3,03 \text{ м};$$

$$h_{\text{вдм}} = 3,03(1 - 0,2) = 2,42 \text{ м}.$$

В качестве сужающего устройства принимаем диафрагму. Определяем измеряемый перепад напора h и потери:

при $m = 0,2$

$$h = \frac{1,57^2}{2 \cdot 9,8} \left(\frac{1}{0,2^2} - 1 \right) = 3,03 \text{ м};$$

$$h_{\text{вдм}} = 3,03(1 - 0,2) = 2,42 \text{ м};$$

при $m = 0,3$

$$h = \frac{1,57^2}{2 \cdot 9,8} \left(\frac{1}{0,3^2} - 1 \right) = 1,27 \text{ м};$$

$$h_{\text{вдм}} = 1,27(1 - 0,3) = 0,89 \text{ м}.$$

2. Электрическая часть

Подобрать трансформаторы для насосной станции, оборудованной двумя рабочими насосами и одним резервным, используя исходные данные (табл. 2). Предварительно изучить п. 3.3.

Таблица 2

Исходные данные

Вариант	Мощность насоса, кВт	Напряжение двигателя, кВ	кпд двигателя, %	cos φ
1	55	0,4	0,935	0,9
2	75	0,4	0,94	0,89
3	90	0,4	0,94	0,9
4	110	0,4	0,93	0,91
5	132	0,4	0,93	0,91
6	160	0,4	0,958	0,92
7	200	0,4	0,961	0,93
8	225	0,4	0,96	0,93
9	250	0,4	0,96	0,93
10	280	0,4	0,96	0,93
11	315	0,4	0,96	0,93
12	350	6,3	0,96	0,9
13	400	6,3	0,96	0,9
14	450	6,3	0,96	0,9
15	500	6,3	0,96	0,9
16	550	6,3	0,96	0,9
17	600	6,3	0,96	0,9
18	650	6,3	0,96	0,9
19	700	6,3	0,96	0,9
20	750	6,3	0,96	0,9

Пример. Насосная станция оборудована тремя насосами (два – рабочих, один – резервный). Характеристики электродвигателей: $P_n = 400$ кВт, $U = 6,3$ кВ, $\eta_{\text{об}} = 0,96$, $\cos \varphi = 0,9$. Напряжение ЛЭП – 10 кВ. Подобрать трансформаторы.

Определяем необходимую мощность трансформаторов:

$$S = 1 \cdot 2 \frac{400}{0,96 \cdot 0,9} + 30 = 956 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Принимаем к установке два трансформатора, понижающих напряжение с 10 до 6,3 кВ, мощностью 750 кВ·А каждый. При выходе из строя одного трансформатора перегрузка другого составит:

$$\frac{956}{750} = 1,27.$$

Для нужд станции принимаем один трансформатор мощностью 160 кВ·А, понижающий напряжение с 6,3 до 0,4 кВ. Основные трансформаторы размещаем в отдельных камерах, а трансформатор собственных нужд – в помещении РУ (см. рис. 3.11, в). Схема электрических соединений станции соответствует приведенной на рис. 3.9, в.

3. Выбор насосного оборудования для НС I

Подобрать основные насосы для станции I подъема. Данные о максимальной подаче и напоре приведены в табл. 3. Практическое занятие рассчитано на 4 ч.

Пример. Подобрать основные насосы для станции I подъема с суммарной подачей $Q_{НС} = 1000$ л/с с напором 36,5 м.

Проектируя насосную станцию раздельного типа, выбираем горизонтальные насосы марки Д.

Выписываем характеристики возможных к применению насосов (табл. 4) и производим сравнение вариантов.

В примере не задана категория насосной станции, поэтому в рассмотрении участвуют варианты и с одним рабочим насосом.

Вариант б по КПД, очевидно, лучше варианта а. Вариант г отклоняем, так как он не обеспечивает требуемого напора, а вариант д – так как при нем напор более чем на 10 % превышает расчетный.

Исходные данные

Вариант	Макс. расход, м ³ /ч	Мин. расход, м ³ /ч	Расчетный напор, м	Геометрическая высота подъема, м
1	300	50	40	30
2	400	67	45	35
3	500	83	50	40
4	600	100	55	45
5	700	117	60	50
6	800	133	40	30
7	900	150	45	35
8	1000	167	50	40
9	1200	200	55	45
10	1400	233	60	50
11	1600	267	40	30
12	1800	300	45	35
13	2000	333	50	40
14	2200	367	55	45
15	2400	400	60	50
16	300	50	50	40
17	400	67	40	30
18	500	83	45	35
19	600	100	50	40
20	700	117	55	45
21	800	133	60	50
22	900	150	40	30
23	1000	167	45	35
24	1200	200	50	40
25	1400	233	55	45
26	1600	267	60	50
27	1800	300	40	30
28	2000	333	45	35
29	2200	367	50	40
30	2400	400	55	45

Сопоставляя вычисленные по зависимости (4.4) (см. выше) приведенные КПД для вариантов б, в и е, получаем:

$$\eta_{н.уб} = 0,67 \frac{36,5}{37} = 0,66;$$

$$\eta_{н.ув} = 0,68 \frac{36,5}{38} = 0,65;$$

$$\eta_{н.уе} = 0,87 \frac{36,5}{37} = 0,86.$$

Останавливаем свой выбор на варианте *е*. Принимаем три рабочих насоса марки Д1000-40.

Таблица 4

Варианты насосного оборудования проектируемой насосной станции I подъема

Вариант	Марка насоса	Число насосов	Подача насоса Q_n , л/с	Напор H_n , м	кпд, %	$H_{вак}^{доп}$, м
<i>а</i>	Д5000-32	1	1000	37	74	4,5
<i>б</i>	Д6300-27	1	1000	37	67	3,8
<i>в</i>	Д3200-33	2	500	38	68	4,9
<i>г</i>	Д2000-34	2	500	35	88	4,8
<i>д</i>	Д2500-45	2	500	47	80	4,2
<i>е</i>	Д1000-40	3	333	37	87	4,8

4. Подбор однотипных нерегулируемых насосов для НС II в случае безбашенной сети

Используя методические указания к выполнению курсового проекта, подобрать насосное оборудование по исходным данным табл. 3 (см. выше).

5. Подбор разнотипных нерегулируемых насосов для НС II в случае безбашенной сети

Используя методические указания к выполнению курсового проекта, подобрать насосное оборудование по исходным данным табл. 3 (см. выше).

6. Подбор однотипных насосов с регулируемым приводом для НС II

Используя методические указания к выполнению курсового проекта, подобрать насосное оборудование по исходным данным табл. 3 (см. выше).

7. Подбор разнотипных насосов с регулируемым приводом для НС II

Используя методические указания к выполнению курсового проекта, подобрать насосное оборудование по исходным данным табл. 3 (см. выше).

8. Выбор насосного оборудования для НС II в случае сети с контррезервуаром

Практическое занятие рассчитано на 4 ч. Перед тем как приступить к выполнению задания, необходимо изучить п. 5.3. Исходные данные взять из табл. 3. Дополнительно принять, что при транзите воды в башню H_2 на 15 м больше, а h_c^{mp} на 2 м меньше, чем при максимальном часовом водопотреблении. Коэффициент часовой неравномерности принять равным 1,2.

Пример. Подобрать насосы для насосной станции II подъема, работающей на сеть с контррезервуаром. Расчетное максимальное суточное водопотребление $50000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Максимальная геометрическая высота подъема при подаче воды на хозяйственно-питьевые нужды $H_2 = 27,5 \text{ м}$, максимальная геометрическая высота подъема при подаче воды в контррезервуар $H_2^{mp} = 45 \text{ м}$. Из гидравлического расчета сети известно: потери в сети в час максимального водопотребления $h_c = 4 \text{ м}$, при подаче насосной станцией $2080 \text{ м}^3/\text{ч}$, при транзите в башню $h_c^{mp} = 3 \text{ м}$. Напорные водоводы – два стальных трубопровода диаметром 600 мм и длиной 1150 м каждый.

Определяем возможный регулирующий объем башни.

$$W = (0,025 \dots 0,06) 50000 = (1250 \dots 3000) \text{ м}^3.$$

Ориентируясь на типовые башни, принимаем $W = 750 \text{ м}^3$.

Назначаем подачу насосной станции по графику водопотребления (см. рис. 5.1) так, чтобы регулирующий объем в баке водонапорной башни (площадь графика выше линии Q_{nc}) был равен 750 м^3 . $Q_{nc} = 2650 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Вычисляем потери в водоводах. Расход в одном водоводе

$$Q_{нв} = \frac{2650}{2 \cdot 3,6} = 368 \text{ л/с}.$$

По таблицам Шевелевых [9] $1000i = 3,06 \text{ м}$.

Потери напора в напорных водоводах по формуле (2.13):

$$h_{нв} = 1,05 \cdot 3,06 \cdot 1,15 = 3,7 \text{ м}.$$

Приняв $h_{ев} = 0,5 \text{ м}$, $h_{нс} = 1,25 \text{ м}$, $h_{вдм} = 1,25 \text{ м}$, по формуле (5.4) определяем требуемый напор насосов в час максимального водопотребления:

$$H = 27,5 + 0,5 + 1,25 + 1,25 + 3,7 + 4 = 38,2 \text{ м}.$$

По сводному графику полей насосов типа Д (см. рис. 2.4) выбираем 3 рабочих насоса Д 800-57-а, каждый с подачей

$$Q_n = \frac{2650}{3} = 884 \text{ м}^3/\text{ч} = 245 \text{ л/с}$$

и напором 38,5 м. Эти насосы еще в пределах рабочей части характеристики при меньших расходах способны развивать напоры от 45 до 52 м, то есть способны подавать воду в контррезервуар.

Для уточнения режима работы насосной станции строим график совместной работы насосов, водоводов и сети. Расчеты сводим в табл. 5. Рассчитываем напоры по схеме, соответствующей подаче к диктующей точке в час максимального водопотребления. Заносим значения потерь напора в колонку, соответствующую $Q'/Q_{нс} = 1$. Пропорционально квадрату расходов определяем потери и вычисляем требуемые напоры для других относительных расходов. Строим график $Q - H$.

Таблица 5

Пример расчета характеристик напорных водоводов сети системы с контррезервуаром

Номера п/п	Параметры	Отношение $Q/Q_{нс}$						
		0	0,25	0,5	0,75	1	1,2	0,79
		Расход Q , л/с						
		0	184	368	552	736	883	$Q_{нс}^{mp} = 578$
Подача к диктующей точке при двух водоводах								
1	$h_{вв} + h_{нс} + h_{вдм}$	0	0,19	0,75	1,68	3	4,32	–
2	$h_{нв}$	0	0,23	0,92	2,07	3,7	5,	–
3	h_c	0	0,25	1	2,24	4	5,76	–
4	H_2	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	–
5	$H = (1) + (2) + (3) + (4)$	27,5	28,17	30,2	33,5	38,2	42,9	–
Подача при транзите в башню								
6	h_c^{mp}	0	0,3	1,2	2,7	4,82	–	3
7	H_2^{mp}	45	45	45	4,5	4,5	–	4,5
8	$H^{mp} = (1) + (2) + (6) + (7)$	45	45,72	47,9	51,4	56,5 2	–	52,16
Подача к диктующей точке при одном водоводе								
9	$h'_{нв}$	0	0,92	3,68	8,28	14,8	–	–
10	$H' = (10) + (3) + (4) + (9)$	27,5	28,86	32,9	39,7	49,3	–	–

Рассчитываем напоры по схеме подачи воды в контррезервуар. Потери в сети при транзите приводим к расходу $Q_{нс}$:

$$h_c^{mp} = h_c^{mp} \cdot \left(\frac{Q_{нс}}{Q_{нс}^{mp}} \right)^2 = 3 \cdot \left(\frac{2650}{2080} \right)^2 = 4,82 \text{ м.}$$

Пропорционально $(Q/Q_{нс})^2$ определяем потери в сети при транзите для других относительных расходов (строка 6 табл. 5). По формуле (5.5) определяем требуемые напоры при транзите. Потери h_{66}^{mp} , $h_{нс}^{mp}$ и $h_{60м}^{mp}$ для соответствующих расходов принимаем такими же, как при подаче к диктующей точке в час максимального водопотребления. По расчетным точкам строим график характеристик $Q - H$ (см. рис.). На график характеристик водоводов и сети наносим характеристики параллельной работы насосов, в том числе резервных. В точках пересечения характеристик насосов и водоводов для обоих режимов определяем подачи, соответствующие I, II и III ступеням работы насосной станции. Значение подачи для каждой ступени указываем на графике почасового водопотребления. Насосная станция может подавать воду в башню от 0 до 5 часов, работая одним насосом, от 0 до 6 и от 23 до 24 часов – двумя, от 23 до 7 и от 14 до 16 – тремя насосами.

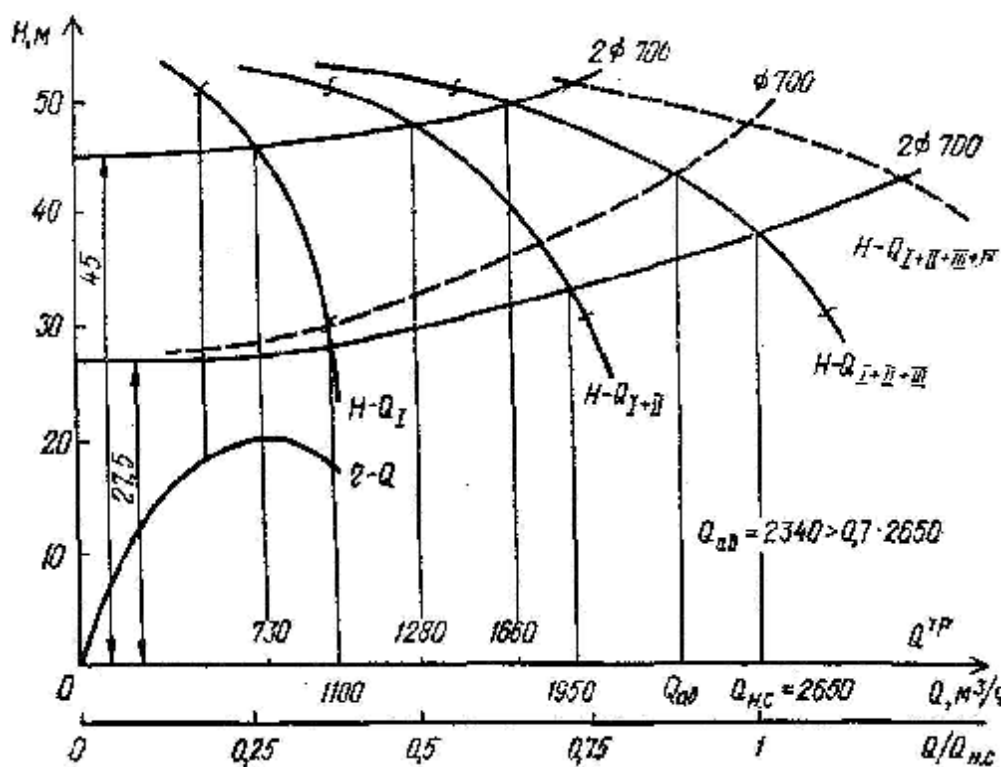


График работы насосов II подъема в системе с контррезервуаром

На рисунке приводим график характеристики одного водовода и сети (аварийная ситуация). При вычислении ординат этого графика для соответствующих относительных подач насосной станции потери в напорных водоводах увеличиваются в 4 раза:

$$h'_{нв} = 4 \cdot h_{нв}$$

В приведенном примере при аварии на одном из водоводов насосная станция обеспечивает подачу 70 % расчетного расхода.

9. Построение графика затрат энергии насосными агрегатами

Используя варианты насосного оборудования, полученные на практических занятиях 4 ... 7, построить графики затрат энергии насосами. Проанализировать полученные результаты.

10. Выбор электродвигателей

Для насосного оборудования, выбранного на практическом занятии 7, выбрать электродвигатели, используя рекомендации п. 2.2.2.

11. Определение размеров фундамента насосного агрегата

Для насосных агрегатов, выбранных на практическом занятии 10, определить размеры фундамента, используя рекомендации п. 2.2.3.

12. Подбор насосного оборудования для КНС

Перед выполнением практического занятия необходимо ознакомиться с п. 6.4. Исходные данные взять из табл. 6. Значения коэффициента притока бытовых сточных вод от города приведены в табл. 7. Считать, что КНС расположена непосредственно на площадке очистных сооружений, около приемной камеры.

13. Расчет приемного резервуара КНС

Перед выполнением практического занятия необходимо ознакомиться с п. 6.7.

Таблица 6

Исходные данные				
Вариант	Численность населения, тыс. чел.	Удельное водопотребление, л/сут	Глубина заложения коллектора, м	Отметка излива сточных вод в приемную камеру, м
1	2	180	5	15
2	4	180	6	15
3	6	180	7	15
4	8	180	5	15
5	10	180	6	15
6	12	180	7	15
7	14	180	5	15
8	16	180	6	15
9	18	180	7	15
10	20	200	5	15
11	22	200	6	15
12	24	200	7	15
13	26	200	5	15
14	28	200	6	15
15	30	200	7	15
16	34	200	5	15
17	38	200	6	15
18	42	200	7	15
19	46	200	5	15
20	50	200	6	15
21	54	220	7	15
22	60	220	5	15
23	65	220	6	15
24	70	220	7	15
25	75	220	5	15
26	80	220	6	15
27	85	220	7	15
28	90	220	5	15
29	95	220	6	15
30	100	220	7	15

Таблица 7

Общие коэффициенты неравномерности притока бытовых вод от города

Средний расход сточных вод, л/с	Общий коэффициент неравномерности	
	K	K _m
5	2,5	0,38
10	2,1	0,45
20	1,9	0,5
50	1,7	0,55
100	1,6	0,59
300	1,55	0,62
500	1,5	0,66
1000	1,47	0,69
5000 и более	1,44	0,71

14. Подбор насосов-повысителей системы технического водопровода

Для насосного оборудования, подобранного на практическом занятии 13, выбрать насосы-повысители. Дополнительно принять заглубление оси насосов относительно уровня пола первого этажа на 6 м. Недостающие данные принять по своему усмотрению. Предварительно ознакомиться с п. 6.7.

Пример. Насосная станция оборудована двумя рабочими и одним резервным насосами СД 100/40 с расчетным напором 44 м. Оси насосных агрегатов на 5 м заглублены относительно пола первого этажа. Подобрать насосы-повысители системы технического водопровода.

Поддача насосов СД 100/40 меньше 150 м³/ч, поэтому вместимость бака «разрыва струи» принимаем 0,5 м³. Бак размещаем на кронштейнах на стене надземной части здания насосной станции на высоте 2 м над полом.

Напор насосов технического водопровода определяем по формуле (6.3):

$$H_{me} = 44 - (2 + 5) + 3 = 40 \text{ м.}$$

Поддача технической воды к двум основным рабочим насосам

$$Q_{me} = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ л/с} = 3,6 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Требуемым условиям удовлетворяет насос ВК-2/26 с подачей 2,7 ... 8 м³/ч и с напором 60 ... 20 м.

15. Расчет установок дренажа и осушения НС

Для насосной станции II подъема (практическое занятие 7) подобрать установку дренажа и осушения. Предварительно ознакомиться с пп. 2.6. и 6.7.

16. Подбор подъемно-транспортного оборудования

Для насосной станции (практическое занятие 7, см. рис. 3.2) подобрать подъемно-транспортное оборудование. Предварительно ознакомиться с п. 3.1.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА «НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ ВТОРОГО ПОДЪЕМА»

Содержание и объем курсового проекта

Курсовой проект, согласно учебному плану, выполняется в пятом семестре обучения (очное отделение) после изучения теоретического материала по разделам «Гидравлика», «Водоснабжение», «Начертательная геометрия и черчение». Перед выполнением курсового проекта необходимо изучить задание и составить краткую характеристику проектируемой насосной станции. Выполненный курсовой проект оформляется в виде пояснительной записки и графической части.

Курсовой проект выполняется на листах формата А4 машинописным текстом. Для замечаний преподавателя на каждой странице должно быть оставлено поле справа шириной 2 см. Все страницы нумеруются.

Для электронного варианта оформления устанавливаются следующие требования: стиль текста *обычный*. Гарнитура *Times New Roman*. Кегль *14*. Выравнивание текста *по ширине*. Нумерация страниц *снизу справа 12 пунктом*. Параметры страниц: *сверху 1,5 см; снизу 1,5 см; слева 3 см; справа 2 см*. Абзацный отступ *1,25 см*. Междустрочный интервал *одинарный*. Интервал шрифта *обычный*, масштаб *100%*, смещения *нет*.

Прежде чем приступить к выполнению курсового проекта, следует ознакомиться с методическими указаниями по его выполнению, изучить рекомендуемую литературу.

Студент, выполнив курсовой проект, направляет его на кафедру «Водоснабжение и водоотведение».

Курсовой проект, выполненный не по своему варианту, не соответствующий требованиям методических указаний, не засчитывается. В данном случае курсовой проект должен быть выполнен повторно и представлен на проверку вместе с первым курсовым проектом.

Студент, получивший положительное рецензирование курсового проекта, допускается к защите в специально отведенное время.

Пояснительная записка

Пояснительная записка должна содержать расчеты и развернутые пояснения к ним с обязательной ссылкой на требования действующих норм. Она оформляется на стандартных листах писчей бумаги и должна

составлять по объему 15 ... 20 листов. По содержанию рекомендуется включать в пояснительную записку следующие вопросы:

1. Краткая характеристика объекта.
2. Определение расчетных расходов воды.
3. Построение характеристики системы трубопроводов.
4. Подбор насосов.
5. Анализ режима работы насосной станции.
6. Подбор двигателя для привода насоса.
7. Проектирование машинного зала насосной станции.
8. Заключение.

По тексту пояснительной записки должны быть показаны графики совместной работы насосной станции второго подъема (НС-II) и водопроводной сети для всех рассматриваемых вариантов насосного оборудования. Страницы, таблицы и рисунки в тексте должны быть пронумерованы. В начале курсового проекта приводится его содержание. В конце приводится список литературы, который использовался студентом при выполнении курсового проекта.

Графическая часть

Графическая часть курсового проекта выполняется на листе чертежной бумаги формата А1. В состав графической части должны входить:

- план и разрез НС-II с расчетным количеством насосов (тип, марка и все размеры насосов должны соответствовать расчету);
- спецификация принятого к установке оборудования в НС-II.

При выполнении чертежей (схем) необходимо руководствоваться требованиями ЕСКД. Чертеж должен содержать поясняющие надписи, расчетные данные, чтобы была возможность читать его, не прибегая к использованию пояснительной записки.

Исходные данные

Насосная станция II подъема подает воду из резервуаров чистой воды, расположенных после очистных сооружений водопровода, в распределительную сеть населенного пункта. В курсовом проекте рассматривается насосная станция на объединенном водопроводе, обеспечивающем и пожаротушение, поэтому ее следует относить к I категории. На водопроводах, обслуживающих населенные пункты с числом жителей до 5000 чел. (максимальный суточный расход до $3000 \text{ м}^3/\text{сут}$), при расходе воды на на-

ружное пожаротушение не более 10 л/с допускается противопожарное водоснабжение предусматривать из резервуаров или водоемов и насосную станцию II подъема относить ко II категории.

В курсовом проекте насосное оборудование подбирается на подачу расчетного расхода в час максимального водоразбора (безбашенная сеть) и проверяется на подачу пожарного расхода. В дипломном проекте следует учитывать, что в насосной станции II подъема могут устанавливаться насосы для подачи воды на промывку фильтров.

Исходные данные на проектирование выдаются преподавателем в индивидуальном задании, которое содержит следующие параметры:

- численность жителей населенного пункта, тыс. чел.;
- удельный расход водопотребления, л/сут на 1 чел.;
- расход воды и количество одновременных пожаров;
- этажность застройки;
- отметки земли у НС-II и в диктующей точке.

Определение расчетных расходов воды

Определение расчетных расходов воды производится на основании СНиП [1] и рекомендаций п. 5.1.

Построение характеристики системы трубопроводов

Перед тем как приступить к построению характеристики системы трубопроводов, надо ознакомиться с п. 2.5.

Требуемый напор при заданном расходе определяется по формуле:

$$H_{\text{треб}} = H_z + S \cdot Q^2, \quad (1)$$

где H_z – геометрическая высота подъема, м; Q – водопотребление, л/с; S – сопротивление системы водоводов. Определяется из зависимости

$$S = \frac{H_{\text{расч}} - H_z}{q_{\text{max}}^2}, \quad (2)$$

где q_{max} – максимальный часовой расход, м³/ч.

Результаты расчетов оформить в виде таблицы (взять 15 ... 20 значений расходов). При этом максимальный и минимальный расходы указаны в задании.

Характеристика системы водоводов

Расход, л/с	Требуемый напор, м
q_{\min}	
...	
q_{\max}	

По результатам таблицы построить характеристику системы трубопроводов.

Подбор насосов

Перед выполнением этого раздела необходимо ознакомиться с п. 5.2.

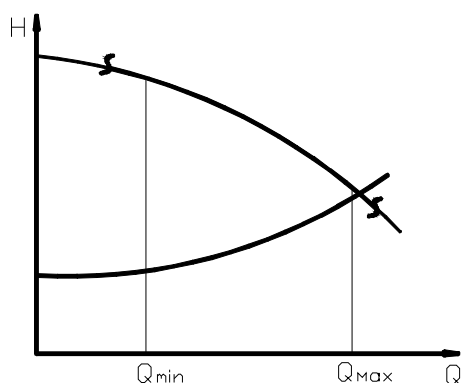
При выборе числа основных агрегатов второго подъема необходимо, как и на станциях первого подъема, стремиться к укрупнению их единичной мощности, так как это повышает экономичность строительства и эксплуатации насосных станций. Однако если станция второго подъема работает по ступенчатому графику, количество агрегатов должно отвечать условию возможности отключения одного или нескольких насосов в периоды небольшого водопотребления. Каждый насос должен работать с максимальным кпд, который уточняется на основании анализа совместной работы насосов и водопроводной сети при различных режимах водопотребления.

При подборе насосного оборудования руководствуются следующими основными требованиями. Выбранные насосы должны обеспечивать расчетные напор и подачу; работать в области максимального кпд; быть однотипными (желательно). Однако если более экономичная работа имеет место при разнотипных насосах, целесообразно устанавливать разнотипные агрегаты – они должны быть серийного производства; иметь наибольший коэффициент быстроходности, так как при этом уменьшаются габариты насосов, а, следовательно, и объем здания станции.

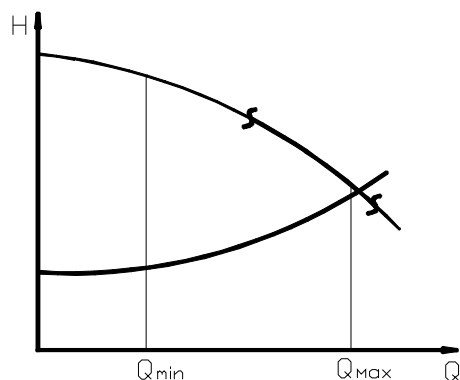
На станциях второго подъема резерв насосного оборудования принимается в зависимости от количества основных насосов и категории надежности по [1, разд. 7]. Если на станции в одной группе агрегатов установлены насосы с различными характеристиками, количество резервных агрегатов принимают для насосов с большей подачей, а резервный насос меньшей подачи необходимо хранить на складе. Резервные насосы должны быть такой же марки, как и основные.

Подбор однотипного насосного оборудования с нерегулируемым приводом. При подборе насосного оборудования необходимо стремиться использовать как можно меньшее число рабочих агрегатов (но не менее двух). Это объясняется главным образом следующими причинами:

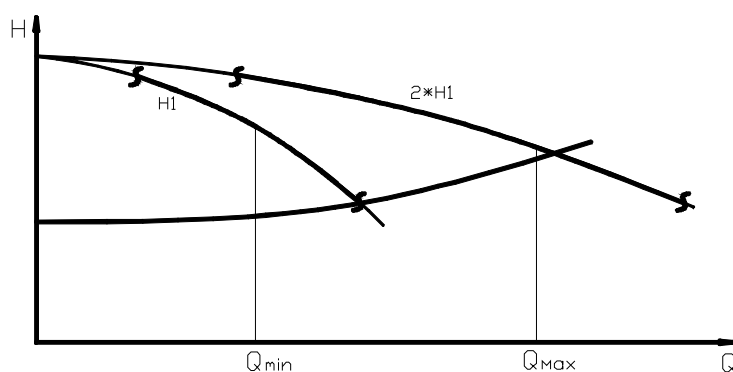
- чем производительнее насосный агрегат, тем выше его КПД;
- один насос стоит дешевле, чем два насоса той же суммарной производительности и при этом требует меньше места в машинном зале.



В случае насосной станции с одним насосом следует отметить следующий основной недостаток: *минимальные расходы подаются с напором, который может значительно превышать требуемый.*



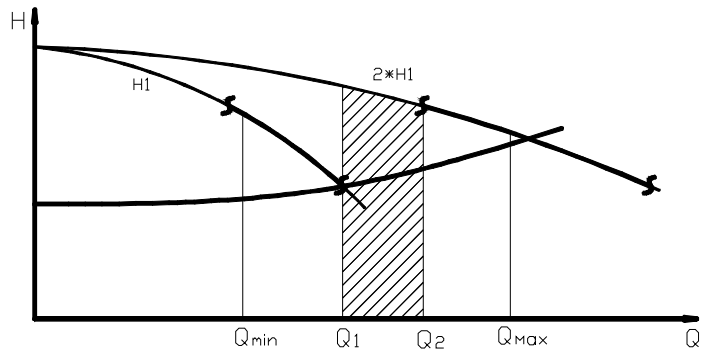
Для насосных станций второго подъема характерны значительные колебания водопотребления, особенно для небольших населенных пунктов. Поэтому если используется один насосный агрегат, то он должен покрывать весь возможный диапазон расходов. Насосы типа Д и К, выпускаемые на постсоветском пространстве, характеризуются относительно узкой рабочей зоной насоса, вследствие этого, как правило, не удастся подобрать только один насосный агрегат.



Рекомендуется подобрать два или три однотипных насосных агрегата, как это показано на рисунке. Преимущество использования двух насосных агрегатов вместо одного состоит в том, что *малые и особенно средние расходы*

подаются со значительно меньшими напорами, что позволяет экономить электроэнергию.

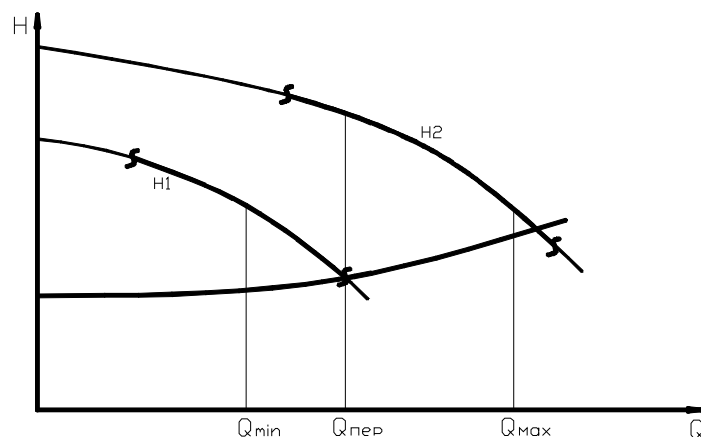
При использовании отечественных насосов с узкой рабочей зоной может получиться вариант, когда при включении второго насоса рабочая точка окажется за пределами рабочей зоны насоса (расходы $Q_1 \dots Q_2$). Такой вариант насосного оборудования использовать не рекомендуется.



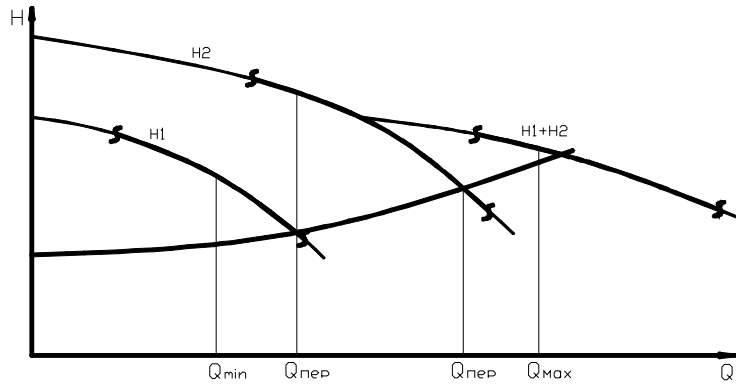
Использование одностипных насосов на насосной станции упрощает их эксплуатацию, а также позволяет сократить до минимума количество резервных агрегатов на складе. В тех случаях, когда не удастся использовать одностипные насосные агрегаты, придется применять разнотипные насосы на одной насосной станции.

Производить подбор разнотипного насосного оборудования можно по двум схемам:

а) для больших расходов назначается крупный насосный агрегат, для меньших расходов назначается меньший и т.д.;

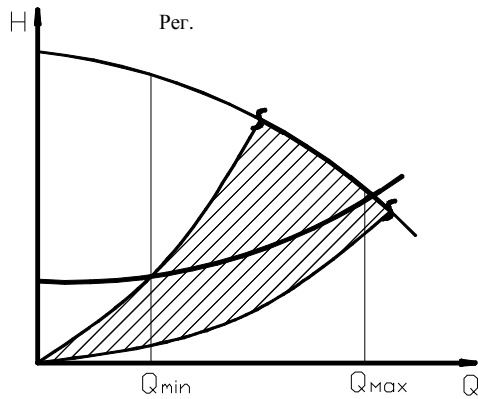


б) схема похожа на предыдущую, с той разницей, что подача максимальных расходов обеспечивается путем параллельной работы насосных агрегатов.



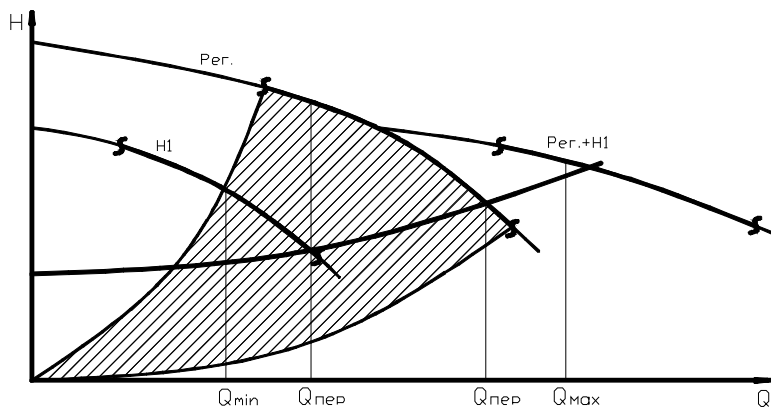
Подбор однотипного насосного оборудования с регулируемым приводом. Применение регулируемого привода хотя бы на одном насосе должно позволять подавать любые расходы с напором, равным требуемому.

Такой режим работы позволяет снижать затраты электроэнергии на 5 ... 15%.



Недостатком для варианта только одного рабочего насоса с регулируемым приводом является увеличение стоимости преобразователя f/U тока с увеличением мощности насосного агрегата. Если мощность насоса незначительно превышает 315 кВт, может оказаться целесообразным использование двух насосов: регулируемый насос + нерегулируемый насос.

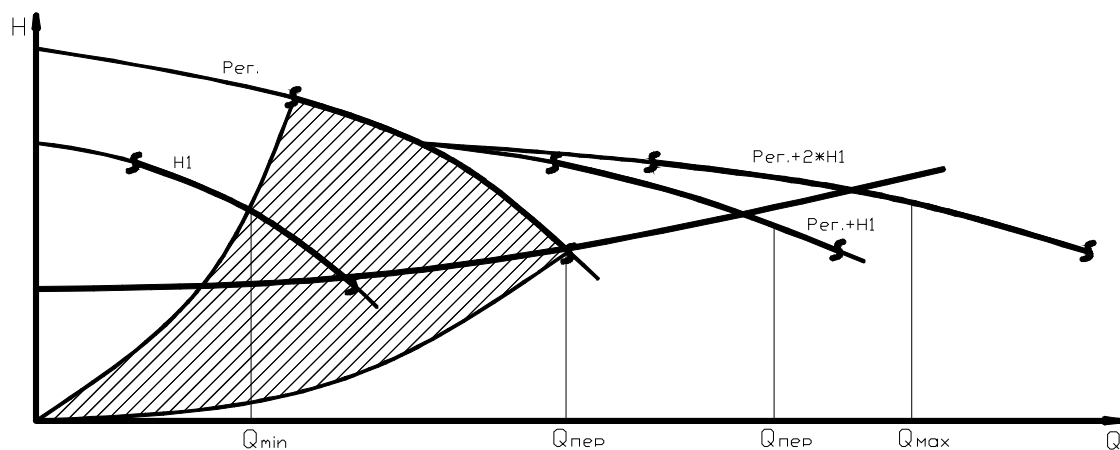
Дело в том, что двигатели до 315 кВт выпускают на 380 В, двигатели свыше 315 кВт запитываются от высокого напряжения (10 тыс. В), а у преобразователя f/U тока высокого напряжения цена значительно выше, чем у преобразователей на 380 В.



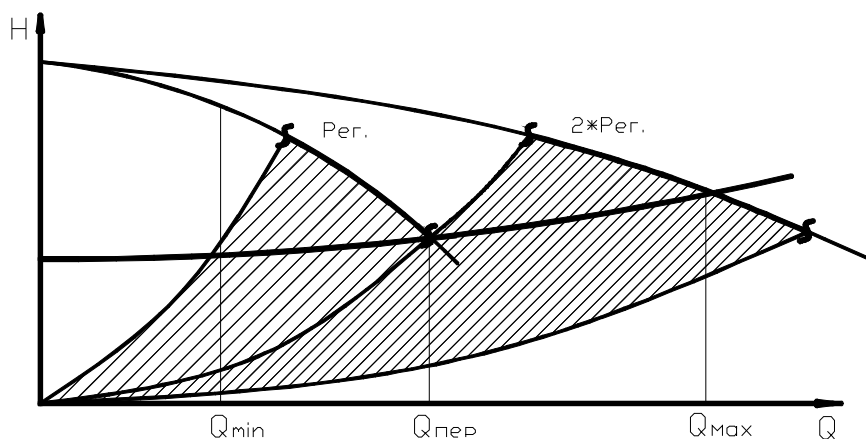
Для варианта регулируемый насос + нерегулируемый насос соотношение по производительности должно быть от 2:1 до 3:1. Минимальные и средние расходы в этом случае обеспечиваются насосом с регулируемым

приводом (Р), а при подаче максимальных расходов происходит включение вспомогательного насоса с нерегулируемым приводом (I).

В том случае, если не удастся подобрать насосное оборудование с соотношением производительности от 2:1 до 3:1, в качестве возможного варианта можно рассмотреть случай работы насоса с регулируемым приводом + два вспомогательных насоса с нерегулируемым приводом. В этом случае соотношение производительности у трех насосов может быть 2:1:1.



Однако в случае водоснабжения небольшого населенного пункта, когда приходится использовать насосы типа К, вспомогательные насосы могут обладать очень низким кпд, что делает данный вариант неконкурентоспособным. Кроме того, при таком решении насосной станции требуется значительная площадь машинного зала.



В отдельных случаях экономически может оказаться оправдано применение регулируемого привода на двух насосах (см. рис.). В этом случае минимальные расходы подаются одним насосным агрегатом. При подаче максимальных расходов работают оба регулируемых насоса (с синхронной частотой).

Порядок проектирования здания насосной станции II подъема

При проектировании насосной станции надо стремиться подобрать как можно больше возможных вариантов насосного оборудования. Выбор оптимального варианта может быть выполнен только на основании технико-экономического расчета.

Для предварительного анализа часто бывает достаточным построение графиков потребления энергии в зависимости от подачи насосной станции. При совмещении всех графиков наиболее выгодным является вариант, у которого кривая потребления энергии оказывается ниже всех.

Подбор двигателя для привода насоса

Подбор двигателя для привода насоса производится на основании рекомендаций п. 2.2.2.

Порядок проектирования здания насосной станции II подъема

Насосные станции II подъема с оборудованием, установленным под залив, обычно проектируются полузаглубленными. В некоторых случаях при достаточно большом уклоне местности резервуары чистой воды могут оказаться выше насосной станции, и тогда она будет незаглубленной. Порядок проектирования следующий:

1. Назначается пол первого этажа на 0,1 ... 0,15 м выше планировочных отметок поверхности земли. На отметках первого этажа в машинном зале проектируются монтажная площадка и вход в насосную станцию. Монтажная площадка может быть балконом, размещенным на колоннах над машинным залом, или располагаться вне заглубленной части насосной станции.

2. Проектируется подземная часть насосной станции. В зависимости от положения уровня грунтовых вод относительно пола машинного зала она выполняется с отдельными фундаментами под насосное оборудование и строительные конструкции (см. рис. 3.6, а) или в виде железобетонной камеры (см. рис. 3.6, в).

3. Подбирается подъемно-транспортное оборудование (см. п. 3.1). Предполагается, что автомобиль с грузом будет въезжать на монтажную площадку внутрь насосной станции.

4. Вычерчивается в записке схема подъемно-транспортных операций, и по формуле (3.2) вычисляется минимально допустимая высота верхнего строения.

5. Выбирается каркасная или бескаркасная конструкция верхнего строения. С учетом стандартных пролетов, шага колонн, ширины плит покрытия (см. п. 3.2) назначаются размеры здания.

8. Графическое оформление проекта выполняется согласно рекомендациям п. 3.2. На листе вычерчиваются: план насосной станции на отметке 0,000 с изображением оборудования, трубопроводов и арматуры, два разреза во взаимно перпендикулярных плоскостях, высотная схема и ситуационный план. Пример выполнения плана и разреза насосной станции II подъема показан на рисунке.

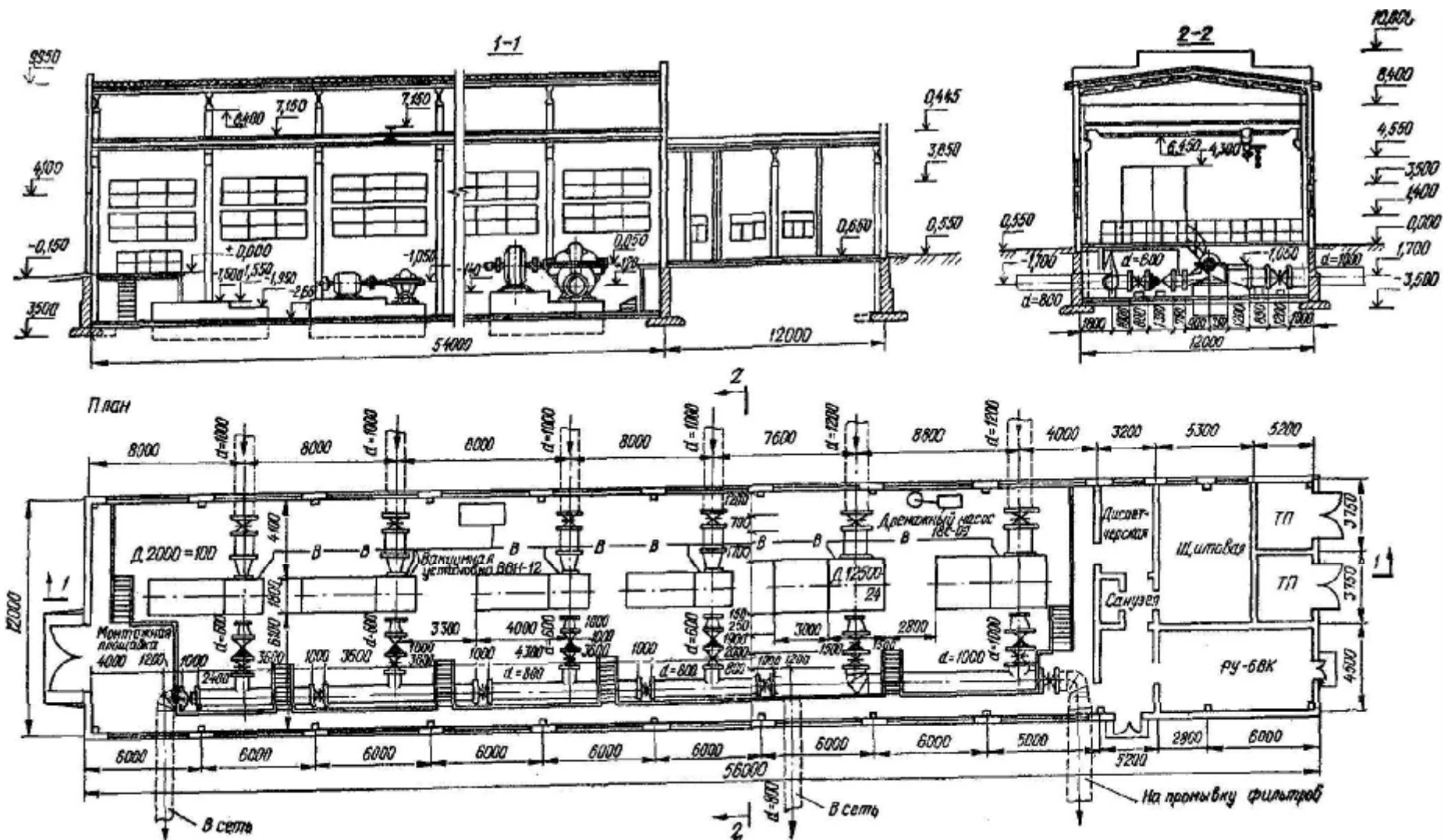
9. На ситуационном плане показывается размещение здания насосной станции и резервуаров чистой воды, трубопроводы, камеры переключений и водомерных устройств, подъездные пути с искусственным покрытием шириной 3 м.

Ориентировочно размеры резервуаров чистой воды для ситуационного плана можно определить так. Объем РЧВ составляет 8 ... 15 % суточного объема водопотребления. Высота резервуаров – 4,8 м. Таким образом, площадь, занимаемая резервуарами,

$$F = \frac{(0,08...0,15)}{4,8} Q_{\text{сут. max}}.$$

Размеры резервуаров в плане должны быть кратны 6 м. Расстояние между резервуарами и зданием насосной станции – 30 ... 50 м. Длина всасывающих водоводов принимается по заданию или по схеме.

Наружные трубопроводы привязываются к углам здания. Указывается их диаметр и длина. На трубопроводах размещают камеры переключений и установки водомеров.

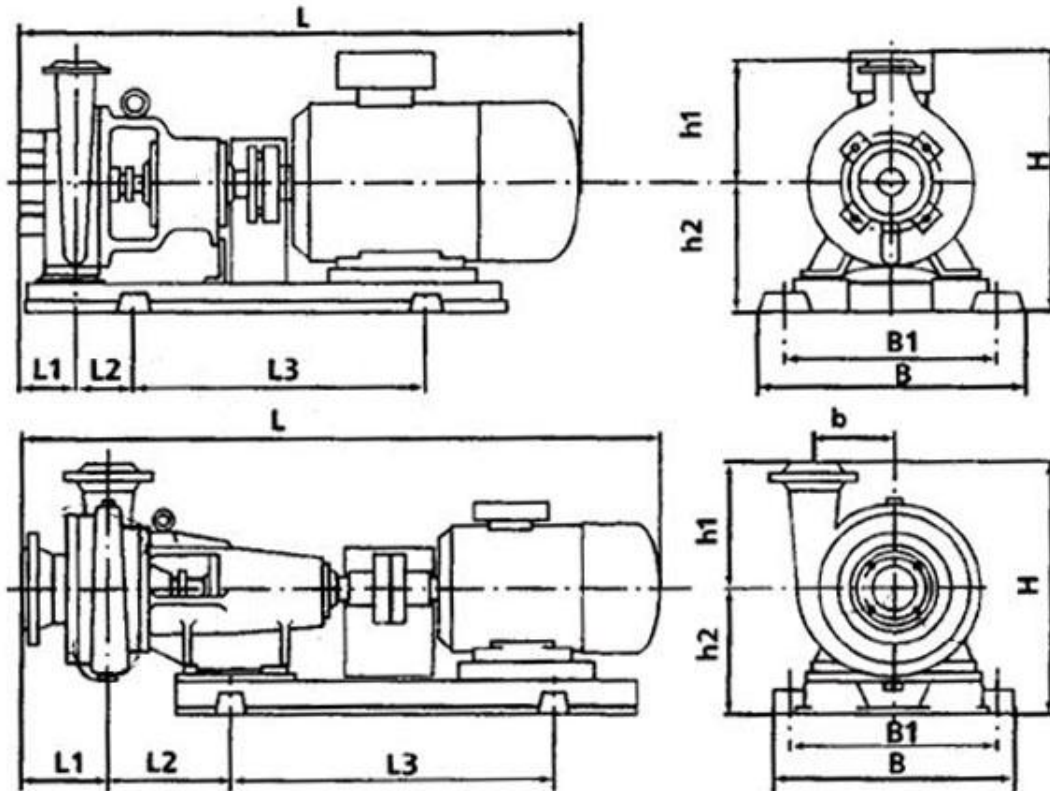


Насосная станция II подъема

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Технические характеристики насосов типа К

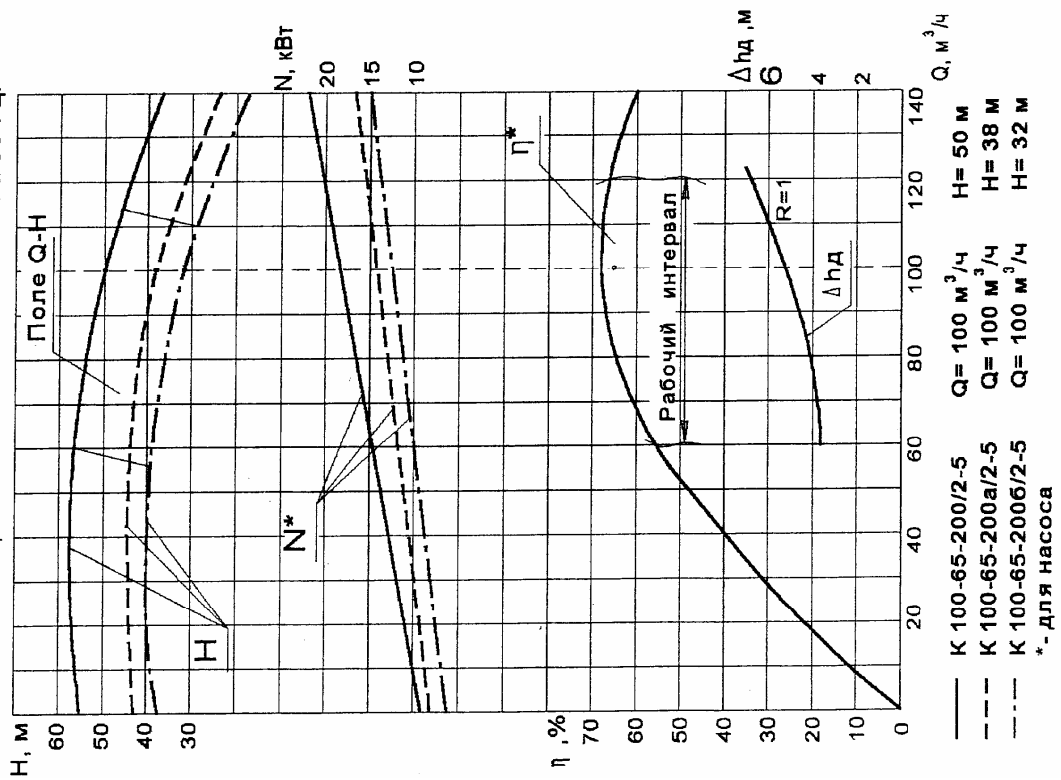


Марка	L_1	L_2	L_3	B_1	Марка	L_1	L_2	L_3	B_1	h_1	b	d_{ex}	d_a
К 50-32-125	80	15	450	270	К 8/18	121	189	308	215	125	75	40	32
К 65-50-125	80	45	500	290	К 20/18	120	189	308	215	125	80	50	40
К 65-50-160	80	60	480	320	К 20/30	120	189	337	257	125	98	50	40
К 80-65-160	99	76	520	300	К 45/30	150	235	451	314	150	105	80	50
К 80-50-200	100	98	600	380	К 45/55	160	280	650	420	295	105	80	50
К 100-80-160	100	93	770	380	К 90/20	150	235	413	290	150	108	100	80
К 100-65-200	100	98	700	420	К 90/35	160	280	650	420	295	158	100	80
К 100-65-250	125	148	700	490	К 90/55	160	280	680	430	295	158	100	70
К 150-125-250	140	145	700	395	К 90/85	160	280	750	490	240	158	100	70
К 150-125-315	140	163	700	430	К 160/20	170	300	650	420	250	180	150	100
К 200-150-250	160	163	700	430	К 160/30	170	310	680	430	280	200	150	100
К 200-150-315	160	245	770	520	К 290/18	190	310	680	430	280	200	200	150
					К 290/30	190	310	750	490	290	220	200	125

Марка	Параметры		Электродвигатель		Габаритные размеры, мм			Вес, кг	
	Подача м ³ /ч	Напор, м	Мощность, кВт	Частота, об/мин	L	B	H	Насос	Агрегат
К 8/18 (1,5К6)	6,0-8-12	19-18-14	1,5	3000	788	257	320	47	64,5
К 50-32-125	8,6-12,5-17	22-20-17	2,2	3000	790	348	312	32	80
К 20/18	10,5-20-22,5	22-18-17	2,2	3000	818	208	340	34,5	68
К 65-50-125	14,4-25-32,4	22-20-18	3,0	3000	770	368	325	37	100
К 20/30 (2К6)	13-20-28	33-30-24	4,0	3000	832	300	345	56	92
К 65-50-160	15-25-34	34-32-28	5,5	3000	865	397	338	46	115
К 45/30 (2К9)	28-45-58	35-30-25	7,5	3000	1030	332	415	77	133
К 80-65-160	32-50-68	34-32-26	7,5	3000	920	350	370	50	136
К 80-65-160 a	31-45-56	29-26-21	5,5	3000	920	350	370	50	125
К 45/55 (3К6)	45	55	15	3000	1215	390	422	96	226
К 80-50-200	36-50-68	54-50-44	15	3000	1127	458	455	52	230
К 80-50-200 a	29,5-45-57	44-40-36	11	3000	990	458	425	52	172
К 90/20	56-90-110	26-20-16	7,5	3000	1030	332	415	63	104
К 90/35 (4К12)	90	35	15	3000	1215	390	410	101	231
К 100-80-160	65-100-132	36-32-28	15	3000	1235	458	455	78	250
К 100-80-160 a	60-90-120	30-25-20	11	3000	1105	458	425	78	192
К 90/55 (4К8)	90	55	30	3000	1430	515	585	112	400
К 100-65-200	60-100-140	56-50-42	30	3000	1290	498	510	82	370
К 100-65-200 a	60-90-120	45-40-30	18,5	3000	1265	490	475	82	295
К 90-85 (4К56)	63-90-117	95-85-67	45	3000	1600	663	730	120	340
К 100-65-250	74-100-145	82-80-67	45	3000	1390	568	605	117	485
К 100-65-250 a	60-90-120	70-65-55	37	3000	1390	568	605	117	460
К160/20 (6К12)	126-160-188	23-20-17	15	1500	1425	505	520	135	220
К 150-125-250	120-200-245	21-20-18	18,5	1500	1325	475	455	140	375
К 160/30 (6К8)	120-160-210	34-30-24	30	1500	1515	515	550	150	420
К 150-125-315	130-200-250	35-32-27	30	1500	1375	540	510	145	422
К 290/18 (8К18)	215-290-330	20-18-16	22	1500	1515	515	555	295	420
К 200-150-250	220-315-280	22-20-18	30	1500	1400	525	640	135	425
К 290/30 (8К12)	200-290-360	34-30-26	37	1500	1645	575	630	353	550
К 290/30 a	195-250-300	27-24-20	30	1500	1555	515	585	353	460
К 200-150-315	230-315-370	34-32-28	45	1500	1665	600	720	345	570

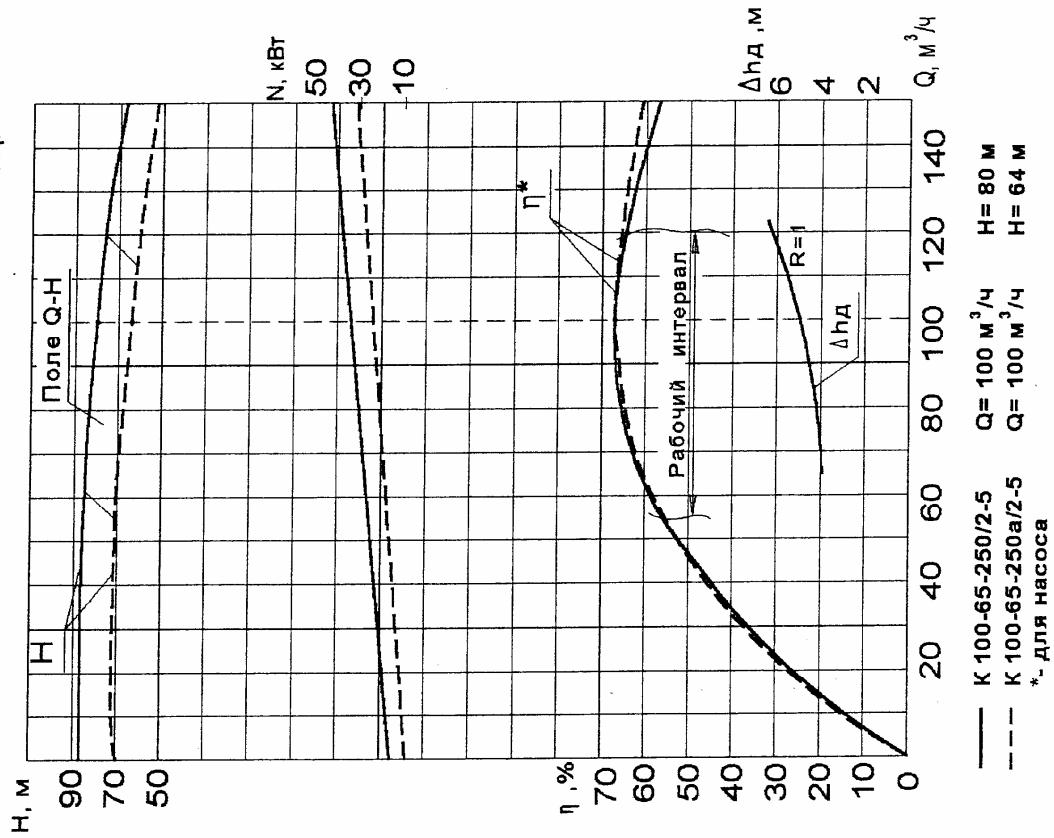
Характеристика насоса К 100-65-200/2-5

при частоте вращения $n=48\text{с}^{-1}$ (2900 об/мин) на воде
плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Частота тока 50 Гц.

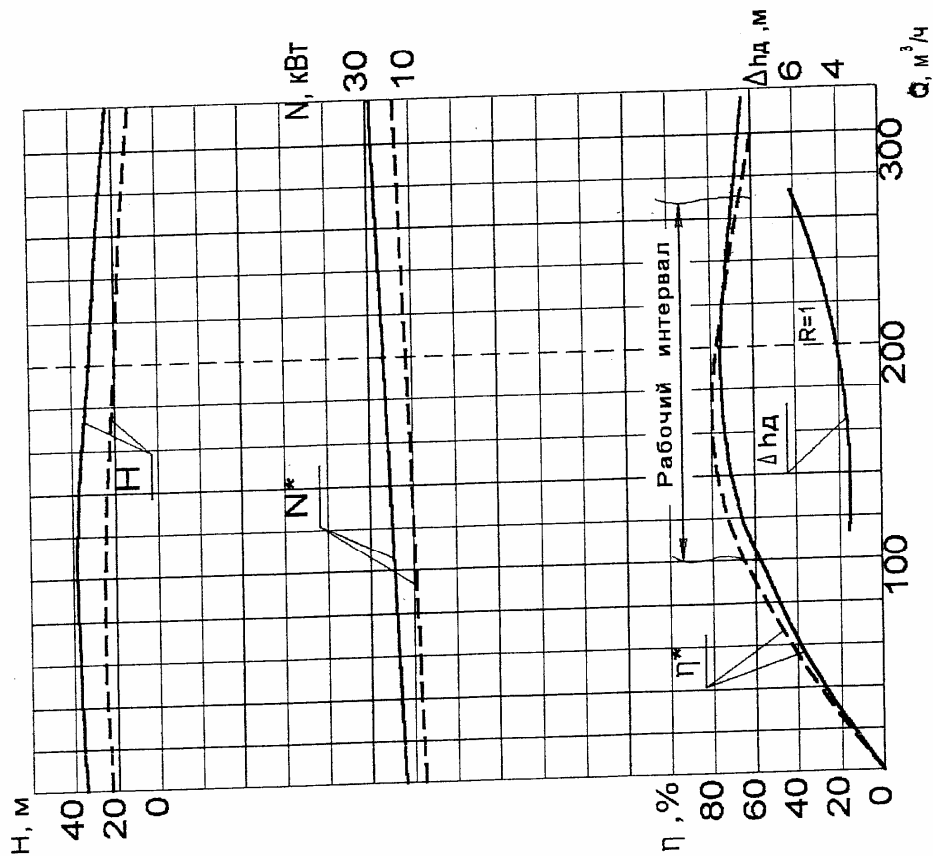


Характеристика насоса К 100-65-250/2-5

при частоте вращения $n=48\text{с}^{-1}$ (2900 об/мин) на воде
плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Частота тока 50 Гц.

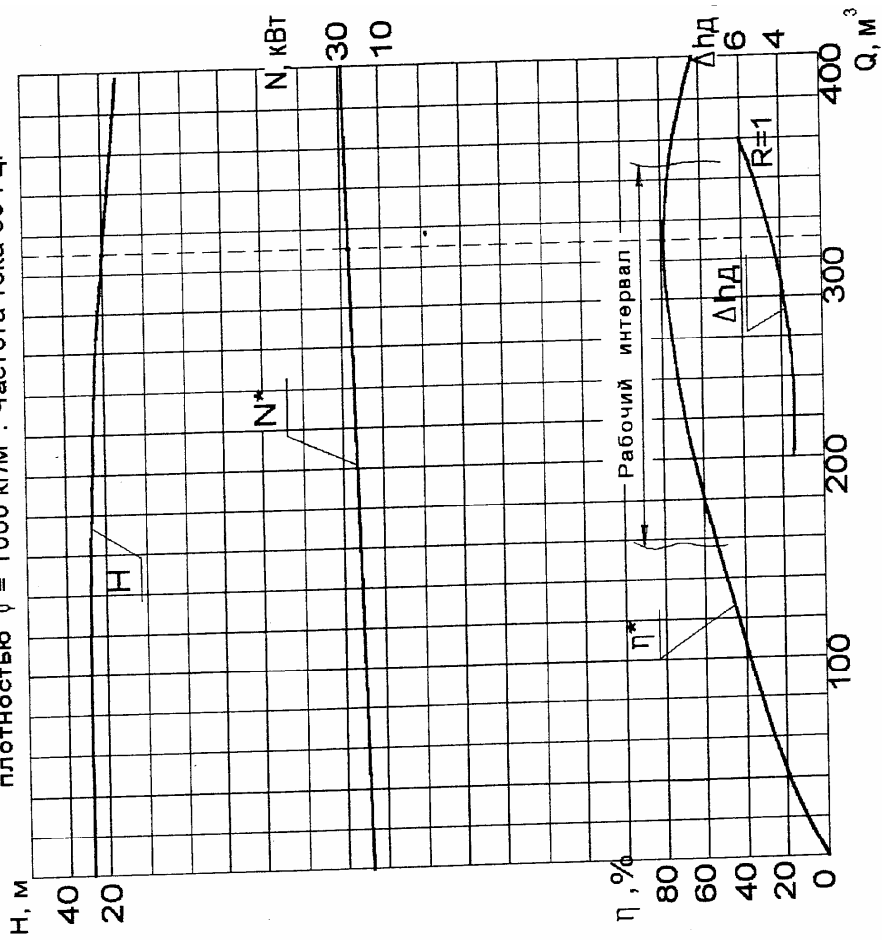


Характеристика насоса К 150-125-315/4-5
при частоте вращения $n=24\text{с}^{-1}$ (1450 об/мин) на воде
плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Частота тока 50 Гц.



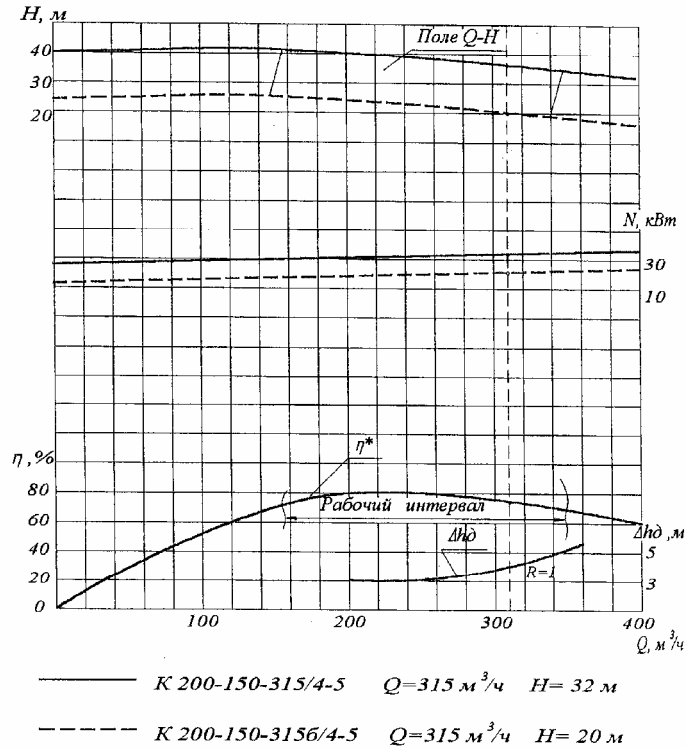
— К 150-125-315/4-5 $Q=200 \text{ м}^3/\text{ч}$ $H=32 \text{ м}$
 --- К 150-125-315/4-5 $Q=200 \text{ м}^3/\text{ч}$ $H=20 \text{ м}$
 * - для насоса

Характеристика насоса К 200-150-250/4-5
при частоте вращения $n=24\text{с}^{-1}$ (1450 об/мин) на воде
плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Частота тока 50 Гц.

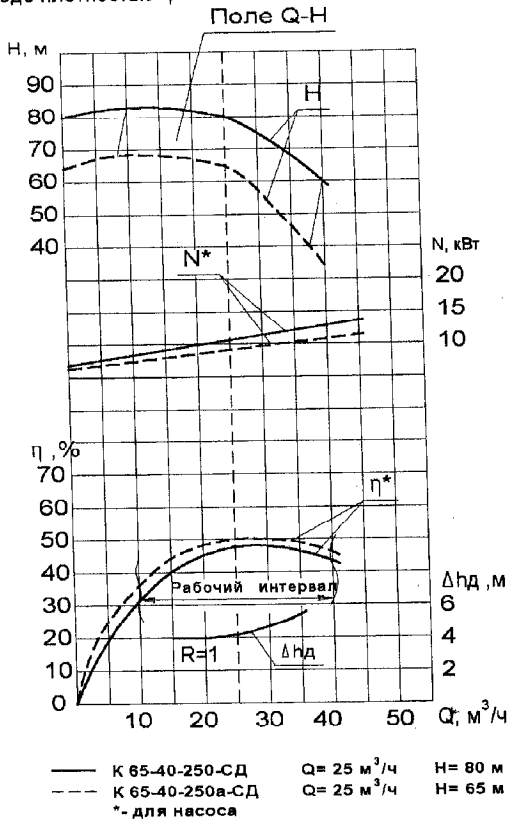


Контрольная точка при заводских испытаниях
 $Q=315 \text{ м}^3/\text{ч}$ $H=20 \text{ м}$
 * - для насоса

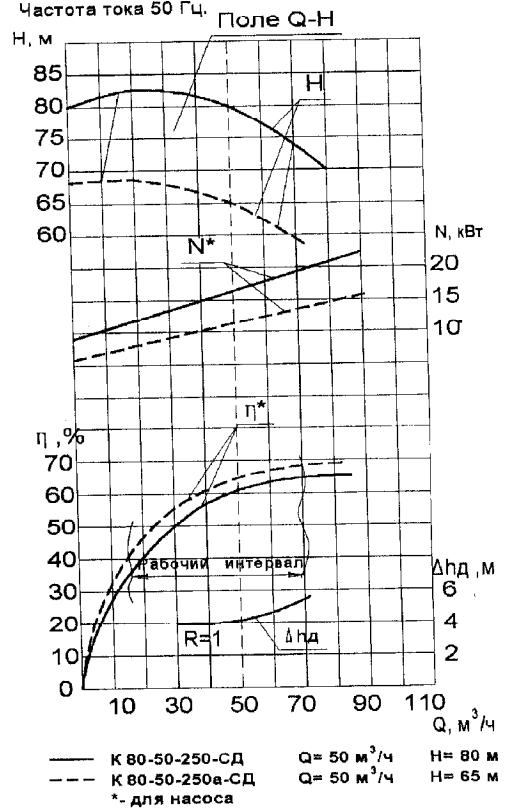
Характеристика насоса К 200-150-315/4-5
 при частоте вращения $n=24\text{с}^{-1}$ (1450 об/мин) на воде
 плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Частота тока 50 Гц.



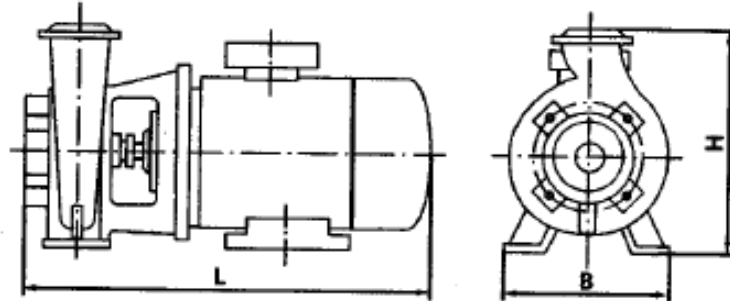
Характеристика насоса К 65-40-250-СД
 при частоте вращения $n=48\text{с}^{-1}$ (2900 об/мин) на
 воде плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Частота тока 50 Гц.



Характеристика насоса К 80-50-250-СД
 при частоте вращения $n=48\text{с}^{-1}$ (2900 об/мин)
 на воде плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.
 Частота тока 50 Гц.

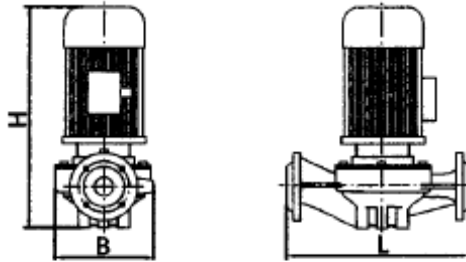


Технические характеристики насосов типа КМ



Марка	Параметры		Электродвигатель		Габаритные размеры, мм			Вес, кг агрегат
	Подача, м ³ /час	Напор, м	Мощность, кВт	Частота, об/мин	L	B	H	
с сальниковым или торцовым уплотнением								
КМ 50-32-125	8,6-12,5-17	22-20-17	2,2	3000	491	200	276	80
КМ 65-50-160	15-25-34	34-32-28	5,5	3000	570	250	321	76
КМ 80-65-160	32-50-68	34-32-26	7,5	3000	630	320	362	90
КМ 80-50-200	36-50-68	54-50-44	15	3000	790	350	362	185
КМ 10-80-160	65-100-132	36-32-28	15	3000	825	358	430	195
КМ 100-65-200	60-100-140	56-50-42	30	3000	850	400	470	260
КМ 150-125-250	120-200-245	21-20-18	18,5	1500	895	430	705	265
с торцовым уплотнением								
КМ 40-32-200	8,0-12,5-21	50-45-35	5,5	3000	545	250	337	55
КМ 40-32-180	7,5-10-12	48-45-42	3,0	3000	467	290	345	53
КМ 40-32-180 а	4,0-6,0-7,5	41-40-39	2,2	3000	451	290	345	39
КМ 80-65-250	25-35-48	81-80-72	15/22	3000	1100	500	515	280
КМ 80-50-218	40-50-70	65-60-55	22	3000	750	294	435	225
КМ 100-65-218	70-100-120	65-60-55	30	3000	845	341	480	235
КМ 100-65-250	70-100-120	84-80-74	37/55	3000	1060	315	530	300/ 380
КМ 125-100-160а	100-160-200	21-20-18	15	3000	770	384	400	175
КМ 125-100-160	100-160-200	32-30-28	22/30	3000	950	384	400	175
КМ 125-100-250	120-160-200	82-80-75	55	3000	1060	315	530	400
КМ 125-100-2600	120-60-200	92-90-85	75	3000	1145	550	555	450

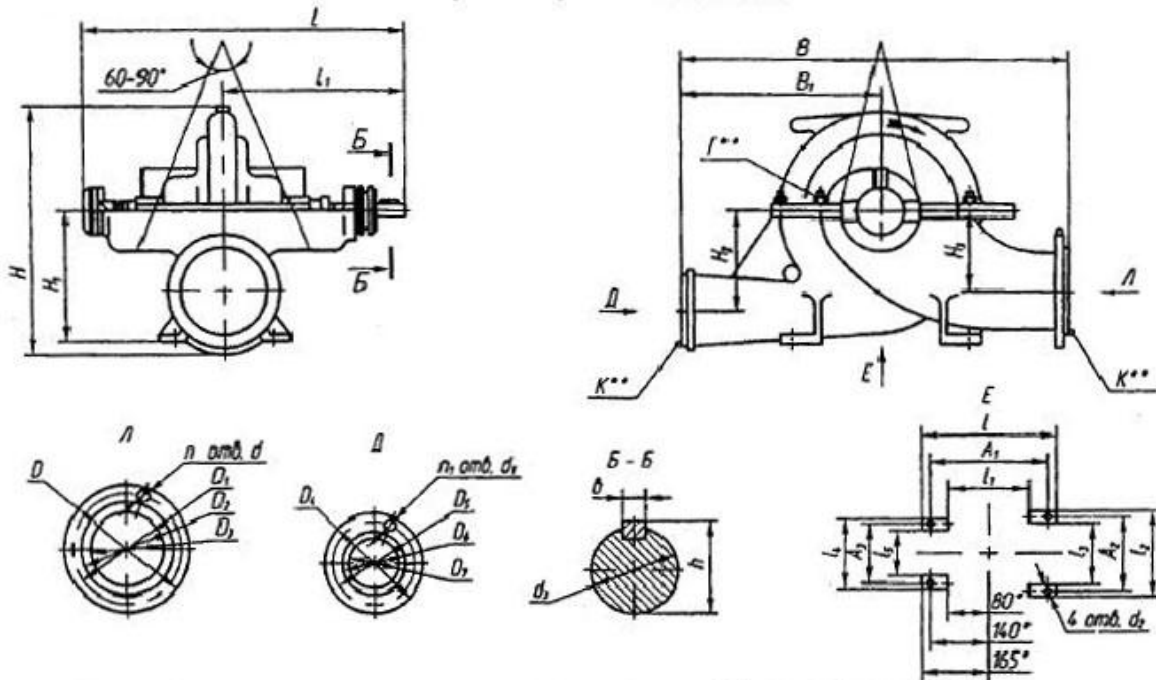
Технические характеристики насосов типов КМЛ и ЛМ



Марка	Параметры		Электродвигатель		Габаритные размеры, мм			Вес, кг агрегат
	Подача, м ³ /час	Напор, м	Мощность, кВт	Частота, об/мин	L	B	H	
ЛМ 32-3,15/5	1,0-3,15-5,4	5,5-5,0-2,8	0,25	1500	280	210	400	25,5
ЛМ 32-3,15/12,5	1,0-3,15-5,4	13,5-12,5-9,5	0,55	1500	280	210	400	27,5
ЛМ 32-6,3/20	3,0-6,3-1,2	22-20-9,0	1,5	3000	280	200	490	38
ЛМ 32-6,3/32	3,0-6,3-1,2	35-32-29	2,2	3000	320	200	515	52
КМЛ 50-12,5/32	8,1-12,5-18	35-32-29	4,0	3000	320	300	505	93
КМЛ 50-125/2	8,0-12,5-18	22-20-9,0	2,2	3000	420	265	470	45
КМЛ 65-125/2	15-25-35	35-32-29	2,2	3000	478	220	481	50
КМЛ 65-160/2	15-25-35	35-32-29	5,5	3000	478	250	546	70
КМЛ 80-160/2	35-50-60	35-32-29	7,5	3000	525	305	653	82
КМЛ 2 40/120	2-8-14	11-8-2,0	0,75	3000	320	200	410	28
КМЛ 2 40/130	5-12,5-23	20-15-7,0	1,5/2,2	3000	320	200	433	31
КМЛ 2 40/160	5-12,5-27	30-25-15	2,2	3000	320	200	481	48
КМЛ 2 50/130	7,0-8,0-18	20-18-13	1,5	3000	340	216	472	46
КМЛ 2 50/160	7,0-20-27	30-25-15	3,0	3000	340	270	568	50
КМЛ 2 50/180	10-12,5-27	40-35-30	5,5	3000	400	331	607	91
КМЛ 2 50/200	10-12,5-27	60-46-69	5,5	3000	400	331	607	91
КМЛ 2 65/130	19-20-50	19-18-11	3,0	3000	400	262	567	61
КМЛ 2 65/150	19-20-65	32-30-17	5,5	3000	400	305	637	96
КМЛ 2 65/170	20-26-65	35-32-20	7,5	3000	400	331	695	108
КМЛ 2 65/180	20-26-65	40-41-30	7,5	3000	400	331	695	109
КМЛ 2 65/200	24-50-65	50-45-35	11	3000	400	385	805	154
КМЛ 2 80/130	40-70-80	18-16-15	5,5	3000	450	331	644	122
КМЛ 2 80/160	40-70-95	30-28-22	11	3000	450	385	814	180
КМЛ 2 80/200	30-60-80	51-48-45	15	3000	450	385	838	205
КМЛ 2 100/140	60-90-130	20-18-8,0	11	1500	500	385	844	190
КМЛ 2 100/160	60-100-150	27-20-14	11	1500	500	385	844	190
КМЛ 2 100/180	60-100-150	40-38-30	22	1500	500	403	933	235
КМЛ 2 100/200	60-100-150	55-44-40	22	1500	500	403	933	235

Технические характеристики насосов типа Д

Габаритный чертеж насосов типа Д



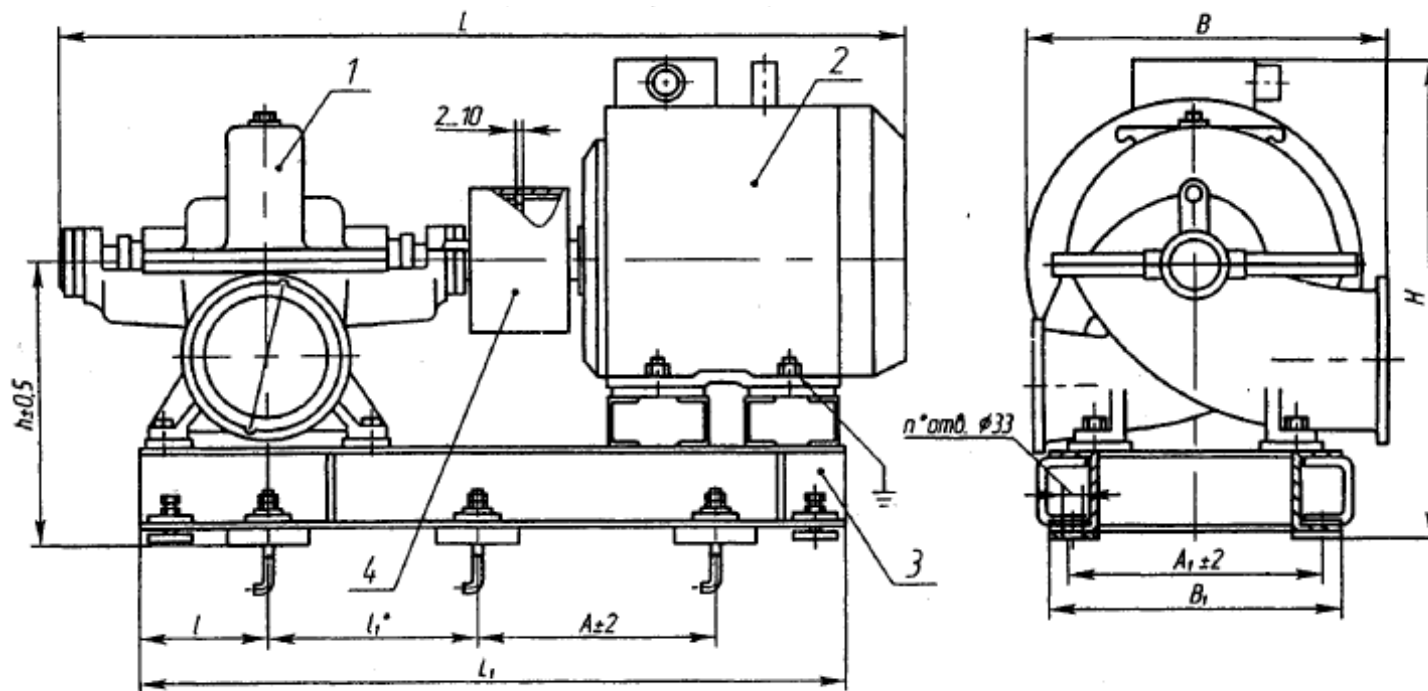
*-Размеры для насосов 1Д200-90, 1Д250-125, 1Д315-50 и 1Д315-71

Г** - гарантийное планирование

К** - консервационное планирование

Типоразмер насоса	Размеры в мм														
	L	L ₁	I	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	B	B ₁	H	H ₁	H ₂	H ₃	h
Д160-112	790	450	450	210	340	160	340	160	640	300	555	300	181	148	39
Д200-36	830	458	560	300					800	373	620	350	224	162	
Д320-50			600	350	400	200	400	200	966	474	700	400	260	188	35
1Д200-90	766	420	355	165	370	220	250	100	530	250	495	260	170	170	39
1Д250-125									550		515		190		
1Д315-50									600	300	520	290	170		
1Д315-71									600	300	520	290	170		
1Д500-63	1145	645	500	260	590	390	360	160	770	350	714	390	280	220	64
1Д630-90			1000	500					845	440	330	270			
1Д630-125			900	400					900	470	370	300			
1Д800-56			880	400					835	440	300	240			
1Д1250-63	1185	665	710	400	710	450	440	180	950	450	897	500	340	300	85
1Д1250-125	1421	782							1050	450	1005	530	400	300	
1Д1600-90			1200	600	1030	380	300	85							
2Д630-90	1278	695	590	350	590	390	360	160	780	390	650	400	220	220	64
2Д600-125									800	400	670	380			
2Д2000-21	1575	875	850	450	940	600	630	290	1200	500	1135	710	400	400	85

Типоразмер насоса	Размеры в мм																		Р _у , МПа (кгс/см ²) ВХ/ВЫХ	Масса, кг																						
	A ₁	A ₂	A ₃	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	d	d ₁	d ₂	d ₃	n	n ₁	b																								
Д160-112	330	260	260	280	240	212	150	215	180	158	100	22			36						0,6(6)/ 1,6/16	200																				
Д200-36	430			260	225	202																			23	32						0,6(6)/ 1,0(10)	240									
Д320-50	510	320	200	315	280	258	200	260	225	202	150	18	18	24	36	8	8	10			0,6(6)/ 1,6(16)	300																				
1Д200-90	270			260	225	202	150	215	180	158	100											100										0,6(6)/ 1,0(10)	145									
1Д250-125				260	225	202	150	215	180	158	100											100												0,6(6)/ 1,6(16)	165							
1Д315-50				315	280	258	200	280	240	212	150											150														0,6(6)/ 1,0(10)	190					
1Д315-71				315	280	258	200	280	240	212	150											150																				
1Д500-63				440	530	300	370	335	312	250	280											240	212	150	18	22	28	60	12	8	18					0,6(6)/1,0(10)	450					
1Д630-90	630	630	360	485							445	415	350	335	295	268	200	22	22	35	80	12	12	22														524				
1Д630-125														280	240	212	150																					22	28	60	8	18
1Д800-56							425	395	365	300				335	295	268	200								22	28	80	12	12	22												
1Д1250-63							485	445	415	350				390	350	320	250																					22	22	35	80	12
1Д1250-125							630	630	360	485				445	415	350	335								295	268	200	22	22	35	80		12		12	22						
1Д1600-90	460	410	370	300							18	22	28				80																						1166			
2Д630-90	530	530	300	370	335	312	250	335	295	268				200	18	22												28	80													465
2Д630-125											370	335	312				250	335	295	268	200	18	22	28	80																	
1Д2000-21	670	810	510	640	600	570	500	565	515	482	400	22	26	35	80	16	16	22			0,6(6)/1,0(10)	1565																				



* $l_1 = 0$, $n=4$ - для агрегатов Д160-112, Д200-36, Д320-50, Д200-90, Д250-125, Д315-50 и Д315-71.

Рис. П. 1. Габаритный чертеж агрегатов типа Д

Типоразмер насоса	Размеры, мм									Масса агрегата, кг	Двигатель			
	<i>L</i>	<i>L</i> ₁	<i>l</i>	<i>B</i>	<i>B</i> ₁	<i>A</i>	<i>A</i> ₁	<i>H</i>	<i>h</i>		Мощность, кВт	Напряжение, В	Типоразмер	Масса, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Д160-112	1760	1355	175	640	510	900	440	905	525	877	90	220/380	5АМ250М2У3,Т2	550
	1465	1080				700		765	520	467	15	220/380	5АМ160S4 У3,Т2	127
	1400					460		220/380	АИР160S4 У3,Т2	120				
Д160-112а	1730	1355	175	640	510	900	440	905	525	847	75	220/380	5АМ250S2 У3,Т2	480
	1465	1080				700		765	520	467	15	220/380	5А160S4 У3,Т2	127
	1400					460		220/380	АИР160S4 У3,Т2	120				
Д160-112б	1630	1250	175	640	510	900	440	830	520	693	65	220/380	5А225М2 У3,Т2	340
Д200-36	1455	1170	185	800	500	800	440	850	560	557	37	380	4АМН180М4У3	190
	1600	1235				870		845		557		380	5А200М4У3,Т2	245
	1585					835		542		220/380		А200М4 У3,Т2	230	
	1670	1270				547		45		220/380	А200L4 У3,Т2	260		
Д200-36а	1415	1135	185	800	500	800	440	850	560	535	30	380	4АМН180MS4У3	170
	1540	1170						830		557		220/380	А0180М4 У3,Т2	190
	1515							557		380		АИР180М4 У3,Т2	190	
Д200-36б	1465	1135	185	800	500	800	440	830	560	534	22	380	АИР180S4 У3,Т2	170
	1480							525		220/380		А180S4 У3,Т2	157	
1Д200-90	1740	1330	190	545	460	910	400	840	460	770	90	380	5АМ250М2,У3Т2	505
	1705			530				805		755		220/380	А250М2У3,Т2	490
	1710			545				750		380		5АМН250S2У3	486	
1Д200-90	1445	1080	190	530	350	735	290	705	460	365	15	220/380	5А160S4 У3, Т2	127
	1406							715		380		220/380	АИР150S4 У3,Т2	120

Типоразмер насоса	Размеры, мм									Масса агрегата, кг	Двигатель				
	<i>L</i>	<i>L</i> ₁	<i>l</i>	<i>B</i>	<i>B</i> ₁	<i>A</i>	<i>A</i> ₁	<i>H</i>	<i>h</i>		Мощность, кВт	Напряжение, В	Типоразмер	Масса, кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1Д200-90а	1710	1330	190	545	460	910	400	840	460	740	75	380	5АМ250S2 У3,Т2	475	
	1705			530				805		715				220/380	А250S2 У3, Т2
	1626	1270		530	360	820	300	750		525				380	5АН200L2У3,Т2
1Д200-90б	1610	1235	190	530	450	840	380	790	480	605	55	380	5А225М2 У3,Т2	340	
	1615							745		585				220/380	А225М2 У3,Т2
	1495	1205			360	820	300	750	460	500				45	380
	1555	1240			745	500	380	5А200L2 У3,Т2		266					
	1575				735	500	220/380	А200L2 У3,Т2	255						
	1395	1125			350	780	290	760	430	380	4АМН180М2У3	186			
1Д250-125	1932	1500	190	895	630	990	510	965	535	1287	160	380	5АМ315S2У3,Т2	970	
	1972			590				880		1225				220/380	А315S2У3,Т2
	1852	1480		620	520	450	955	500	1080	380				5АМН280М2У3	770
	1828			665					1042	380				5АН260А2У3,Т3	744
1Д250-125а	1852	1490	190	620	520	990	450	880	500	1080	132	380	5АМ280М2У3,Т2	770	
	1822			550				845		943				220/380	А280М2У3,Т2
1Д315-50	1707	1325	190	600	470	890	400	890	510	788	75	380	5АМ250S2У3,Т2	475	
	1702							895		760				220/380	А250S2У3,Т3
	1622	1266			360	820	300	790	500	580				380	5АН200L2У3,13
1Д315-50а	1607	1255	190	600	440	840	370	805	495	650	55	380	5А225М2У3,Т2	340	
	1612							760		630				220/380	А225М2У3,Т2
	1492	1235			360	820	300	790	500	549				380	5АН200М2У3,Т3
1Д315-50б	1563	1235	190	600	360	820	300	786	500	564	45	380	5А200М2У3,Т2	255	
	1577							776		554				220/380	А200L2У3,Т2

Типоразмер насоса	Размеры, мм									Масса агрегата, кг	Двигатель				
	<i>L</i>	<i>L</i> ₁	<i>l</i>	<i>B</i>	<i>B</i> ₁	<i>A</i>	<i>A</i> ₁	<i>H</i>	<i>h</i>		Мощность, кВт	Напряжение, В	Типоразмер	Масса, кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	1392	1130				780		790		474		380	4AMH180M2Y3	485	
1Д315-71	1737	1325	190	600	470	890	400	890	510	843	110	380	5AMH250M2Y3	530	
	1852	1400		620	520	940	450			1045			5AM280S2Y3,T2	720	
	1822			855	915	220/380	A280S2Y3,T3			580					
1Д315-71a	1737	1325	190	600	470	890	400	890	510	818	90	380	5AM250M2,Y3T2	505	
	1702							865		803			220/380	A250M2Y3,T2	490
	1707							890		796			380	5AMH250S2Y3	485

Типоразмер насоса	Размеры, мм										Масса агрегата, кг	Двигатель									
	L	L_1	l	l_1	B	B_1	A	A_1	H	h		Мощность, кВт	Напряжение, В	Типоразмер	Масса, кг						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16						
1Д500-63	2445	1895	310	620	770	830	620	570	1065	615	1850	160	380/660	5AM315S4Y3,72	1110						
	2336	1830				530		470	1000	620	1510			5AMH280M4Y3	835						
	2040	1885							1205		1445			5AH280B4Y3,T3	764						
1Д500-63а	2265	1830	310	620	770	530	620	470	1000	620	1430	132	380/660	5AMH280S4Y3	756						
	2290								965		1360			A280M4Y3,T2	700						
	2040	1685							1205		1400			5AH280D4Y3,T3	720						
1Д500-63б	2265	1830	310	620	770	530	620	470	1000	620	1000	110	380/660	5AM280S4Y3,72	780						
	2175								965		1230			A280S4Y3,T2	570						
	2120	1670							570		500			570	440	1000	610	1175	5AMH250M4Y3	540	
1Д630-90	2930	2430	310	700	1320	865	800	800	1580	665	3050	250	6000	ДА304 400-ХК4У1	2190						
									1090		720			700	660	1535	2070	ДА304 400-Х4М4 Т	2330		
	2360	2125														1115	1940	A4-355-L4 Y3,T3	1250		
	2445	1960		630	1000	600	620	540	540		1175		665	1780	380/660	380/660	5AMH-315-M4 Y3	1050			
	2195	1930									1200			1775			5AH315-84 Y3,T3	990			
	2250	2065									1110			2260			ДАН315-M4 Y3	970			
	2580	2290		700	1090	720	700	650	1110		2260		665	2260	6000	6000	ДАВ250-4 Y3	1420			
	2345	1960		630	1000	500	620		1115		1700			132			1805	380/660	380/660	5AMH-315 S6 Y3	905
																					1890
2196	1930														5AH315-A4 Y3,T3	800					

Типоразмер насоса	Размеры, мм										Масса агрегата, кг	Двигатель							
	<i>L</i>	<i>L</i> ₁	<i>l</i>	<i>l</i> ₁	<i>B</i>	<i>B</i> ₁	<i>A</i>	<i>A</i> ₁	<i>H</i>	<i>h</i>		Мощность, кВт	Напряжение, В	Типоразмер	Масса, кг				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
Д630-90а	2360	2125	310	700	1090	720	700	660	1535	665	2025	200	6000	А4-356-LK4 У3,Т3	1200				
	2245	1960		630	1000	600	620	540	1115		1845				1060				
	2190	1930							1945		1960				1115	1175	900		
	2200	2015		570	570	570	1070	1200	1675		1480				1545	870			
	2265	1905						1480	1545		715								
								1905	1545		780								
	1Д630-90б	2445		1960	310	630	1000	600	570		540				1115	665	1905	160	380/660
2335		1905	570	1070		1600				835									
2040				1130		1530				764									
2120		1695	1070	1200		55				220/380		5АМ-250-M6 У3, Т2	450						
2085			1205	455															
1Д630-125	2330	2055	310	700	910	965	900	890	1725	750	2500	400	380/660	5АН355-В4 У3,Т3	1400				
	2805	2160			1090				625		645			530	1265	2845	6000	А4-355У-4 У3, Т3	1730
	2705	2415			1320				900		890			1645	745	3095	6000	А4-400ХК-4М У3	1930
	2905	2185			1540									1755	770	3775	10000	А4-85/37К-4 У1	2600
	2930	2365			1320				1615		745			3495	6000	ДА304-400Х-4М У1	2330		
	3130	2590			1540				1795		770			4000	10000	ДА304-85/37-4 У1	2820		

Типоразмер насоса	Размеры, мм										Масса агрегата, кг	Двигатель						
	L	L_1	l	l_1	B	B_1	A	A_1	H	h		Мощность, кВт	Напряжение, В	Типоразмер	Масса, кг			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
1Д630-125а	2330	2055	310	700	910	625	645	530	1725	750	2395	315	380/660	5АН355-А4 У3,Т3	1290			
	2715	2160			1090				1285		2560				6000	А4-355Х-4 У3, Т3	1450	
	2930	2415			1320	965	900	890	1615	745	3360		380/660	ДАН355S-4 У3			2190	
	2385	2165			1040	625	645	530	1445	750	2390				6000	ДАВ315-4 У3	1270	
	2575	2365			1140				1195		2570						10000	ДА304-85/37К-4 У1
	3130	2590			1540	965	900	890	1795	770	4000				2820			
1Д630-125б	2595	1935	310	700	900	625	645	530	1195	745	2235	250	380/660	5АМН315- М4 У3	1145			
	2195								1246		2080				6000	А4-355L-4 У3, Т3	990	
	2635	2090			1090				900	1280	750		2355	380/660			ДАН-315MS4 У3	1250
	2250	2055			1140						745		2075		6000	ДАВ250-4 У3		970
	2575	2365			1195						750		2570					
1Д1250-63	2370	2064	310	700	950	720	700	650	1210	725	2485	315	380/660	5АН355-Д4 У3,Т3	1290			
	2670	2385			1050				1175		2583				6000	ДАВ315-4 У3	1450	
	2425	2205			950				1425		2387		380/660	ДАН-315S4 У3			1270	
	2970	2445			1320	960		800	1640	770	3385				6000	ДА304-400ХК-4М У1	2190	
	2755	2210			1040	720		650	1280	690	2558							А4-355Х-4 У3, Т3
	2535	1970		620	950	600	645	540	1175	725	2045	110	380/660	5АМ-315 S6 У3, Т2	960			
	2545	1840							1080	1795	5АН280-В6 У3,Т3					732		
	2080	1890							600	1195							730	1742
2670	2355	700	1050						720	700							650	1175
2290	2075	620	950	600	645	540	1260	2062	1175	2070	2230	380/660	ДАН-315М4 У3	970				
2235	1920						1225	5АН315-В4 У3,Т3							990			
2635	1970						1175									5АМН315- М4 У3	1145	
2675	2130	700	1040	720	700	650	1280	690	2352	75	380/660	6000	А4-355L-4 У3, Т3	1250				
2455	1890	600	950	600	600	540	1110	730	1755						5АМ280- S6 У3, Т2	430		
2425	1780						1085		1712								А280-S6 У3,Т2	570

Типоразмер насоса	Размеры, мм										Масса агрегата, кг	Двигатель					
	L	L_1	l	l_1	B	B_1	A	A_1	H	h		Мощность, кВт	Напряжение, В	Типоразмер	Масса, кг		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1Д1250-636	2635	1970	310	620	950	600	645	540	1175	725	2235	200	380/660	5АМ315- М4 У3	1150		
	2235	1920							1225		2135			5АМН315- S4 У3	1050		
	2675	2130		700	1040	720	700	650	1280	690	2300			6000	А4-355LK-4 У3, Т3	1200	
	2240	2025		620	950	600	645	550	540	1260	725		1980	55	380/660	ДАН-315-S4 У3	970
	2280	1710		600						1110	730		1464			5АМ-250-M6 У3, Т2	450
	2260									1085	1435		А250-M6 У3,Т2		455		
1Д1630-90	3255	2730	450	650						1420	995	1050	920		1815	790	4480
	3180	2786	370	1080	1540	980	1070		1726	740	4350		10000		А4-85/43-4 У3	2800	
	3526	3000	450			984			1825	800	4985				ДА304-85/49-4 У1	3325	
	2470	2400	370	700	1200	714	700	830	1305	805	2470	160	380/660	5АН315-В6 У3, Т3	980		
1Д1630-90а	2980	2825	370	650	1320	904	900	825	1700	800	3665	500	6000	А4-400Х-4М У3	2070		
	3305								1670		4224			ДА304-450У-4М У1	2630		
	2980								1700		3525	400		А4-400ХК-4М У3	1930		
	2605	2240		700	1200	714	800	630	1345		2950		380/660	5АН355-В4 У3, Т3	1400		
	2470	2100					700		1305	805	2386	132		5АН315-А6 У3, Т3	900		
1Д1630-90б	2605	2240	370	700	1200	714	800	830	1345	800	2787	315	380/660	5АН355-А4 У3, Т3	1290		
	3205	2825		650	1320	904	900	825	1670		3785		6000	ДА304-400ХК-4М У1	2190		
	2620	2100		700	1200	714	700	630	1305	805	2496	110	380/660	5АН315-S6 У3, Т2	960		
	2436	2065				690			1260	760	2185			5АН280-В6 У3, Т3	732		
1Д1250-125	3255	2730	450	650	1420	995	1050	920	1815	790	4830	630	6000	ДА304-450Х-4М У1	2900		
	3180	2786	370	1080	1540	980	1070		1726	740	4700		10000	А4-85/43-4 У3	2800		
	3526	3000	450			984			1825	800	5335			ДА304-85/49-4 У1	3325		

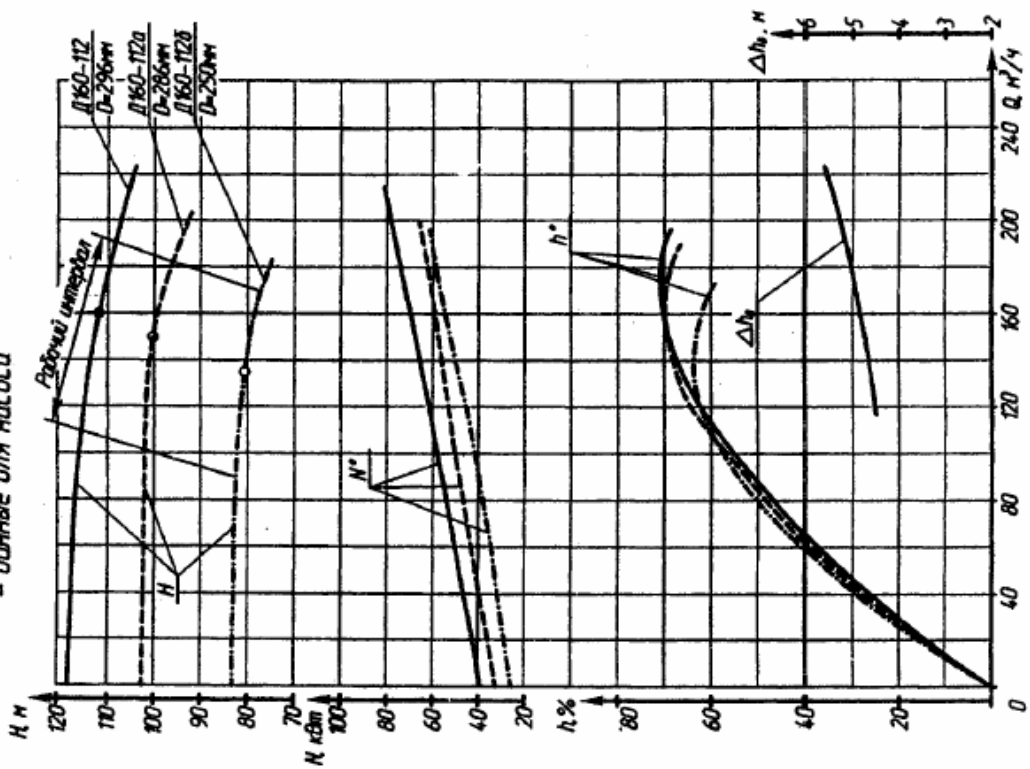
Типоразмер насоса	Размеры, мм										Масса агрегата, кг	Двигатель			
	<i>L</i>	<i>L</i> ₁	<i>l</i>	<i>l</i> ₁	<i>B</i>	<i>B</i> ₁	<i>A</i>	<i>A</i> ₁	<i>H</i>	<i>h</i>		Мощность, кВт	Напряжение, В	Типоразмер	Масса, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1Д1250-125а	2980	2825	370	650	1320	904	900	825	1700	800	4015	500	6000	А4-400ХК-4М У3	2070
	3305								1670		4540			ДА304-400У-4М У1	2630
1Д1250-125б	2980	2825	370	650	1320	904	900	825	1700	800	3875	400	6000	А4-400ХК-4М У3	1930
	2605	2240		700	1200	714	800	530	1345		3300		380/660	5АН355-В4 У3, Т3	1400
1Д1600-90	3255	2730	450	650	1420	995	1050	920	1815	790	4480	630	6000	ДА304-400Х-4М У1	2900
	3180	2786	370	1080	1540	980	1070		1726	740	4350		10000	А4-85/43-4 У3	2800
	3526	3000	450		1200	984			1825	800	4985			ДА304-85/49-4 У1	3325
	2470	2100	370	700		714	700	630	1305	805	2470	160	380/660	5АН315-В6У3, Т3	980
1Д1600-90а	2980	2825	370	650	1320	904	900	825	1700	800	3665	500	6000	А4-400Х-4М У3	2070
	3305								1670		4225			ДА304-400У-4М У1	2630
	2980								1700		3525	400		А4-400ХК-4М У3	1930
	2605	2240		700	1200	714	800	630	1345		2950		380/660	5АН355-В4 У3, Т3	1400
	2470	2100					700		1305	805	2386	132		5АН315-А6 У3, Т3	900
1Д1600-90б	2605	2240	370	700	1200	714	800	630	1345	800	2787	315	380/660	5АН355-А4 У3, Т3	1290
	3205	2825		650	1320	904	900	825	1670		3785		6000	ДА304-400ХК-4М У1	2190
	2620	2100		700	1200	714	700	630	1305	805	2496	110	380/660	5АН315-С6 У3, Т2	960
	2436	2065				690			1260	760	2185			5АН280-В6 У3, Т3	732
2Д630-90	2415	2150	310	700	930	720	680	660	970	610	1831	315	380/660	4АНН355-С2 У3	1200
2Д630-90а	2225	1940	310	700	855	600	500	540	885	610	1460	200	380/660	4АНН280-М2 У3	825
2Д630-90б	2185	1940	310	700	855	600	500	540	885	610	1345	160	380/660	4АНН280-С2 У3	715
2Д630-125	2510	2200	310	700	940	720	710	660	950	590	2020	400	380/660	4АНН355-М2 У3	1350
2Д630-125а	2450	2200	310	700	940	720	710	660	950	590	1840	315	380/660	4АНН355-С2 У3	1200
2Д2000-21	3035	2435	485	692	1200	876	750	800	1430	960	3095	160	380/660	АИР355-С6 У3,Т2	1130

Характеристика насоса (агрегата) Д160-112

Частота вращения 48,3 с⁻¹ (2900 об/мин)

Жидкость-вода плотностью 1000кг/м³

• - данные для насоса

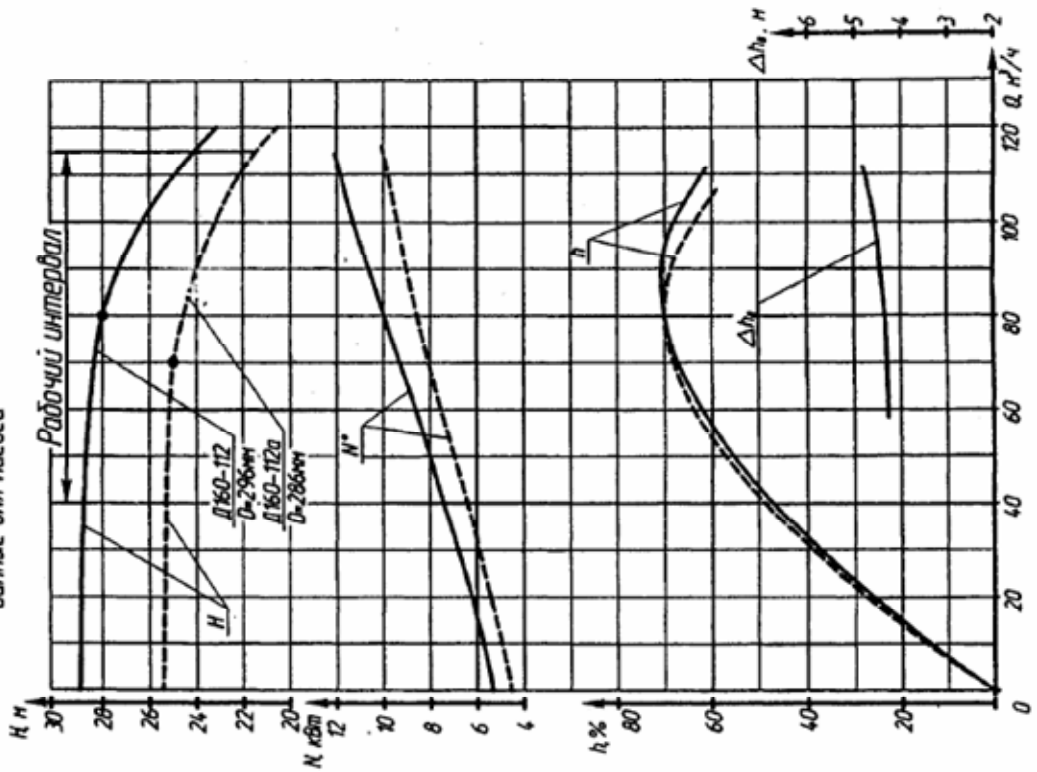


Характеристика насоса (агрегата) Д160-112

Частота вращения 24,2 с⁻¹ (1450 об/мин)

Жидкость-вода плотностью 1000кг/м³

• - данные для насоса

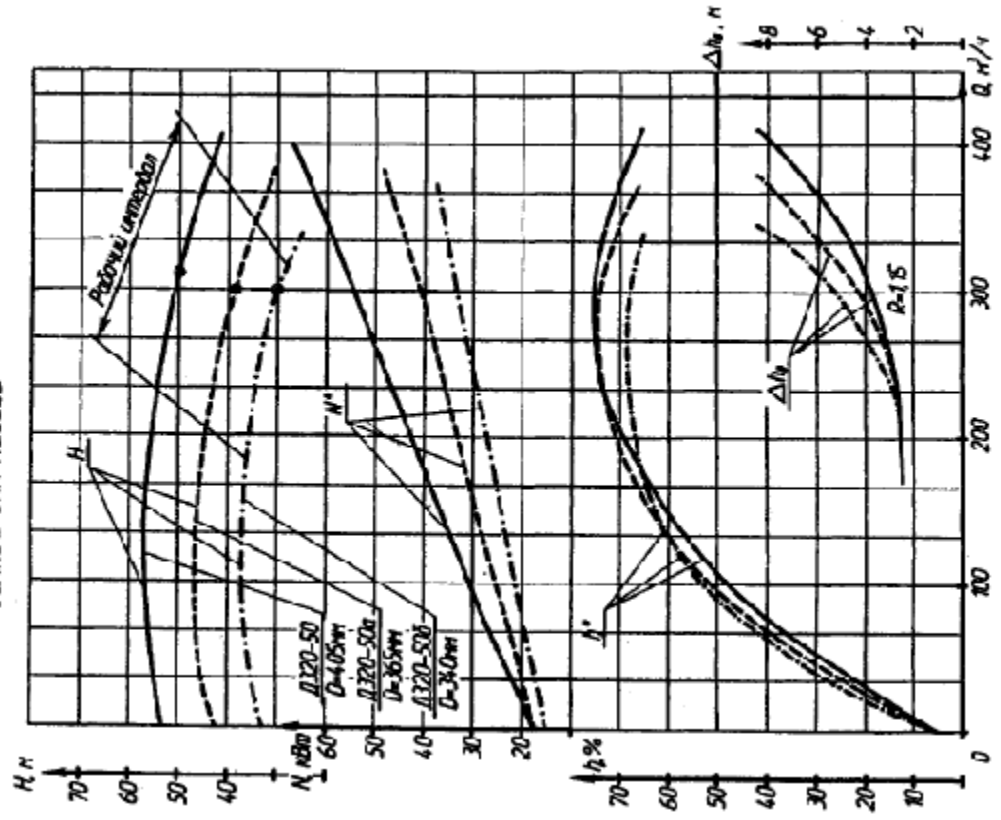


Характеристика насоса (агрегата) Д320-50

Частота вращения 24,2 с⁻¹ (1450 об/мин)

Жидкость-вода плотностью 1000кг/м³

* - данные для насоса

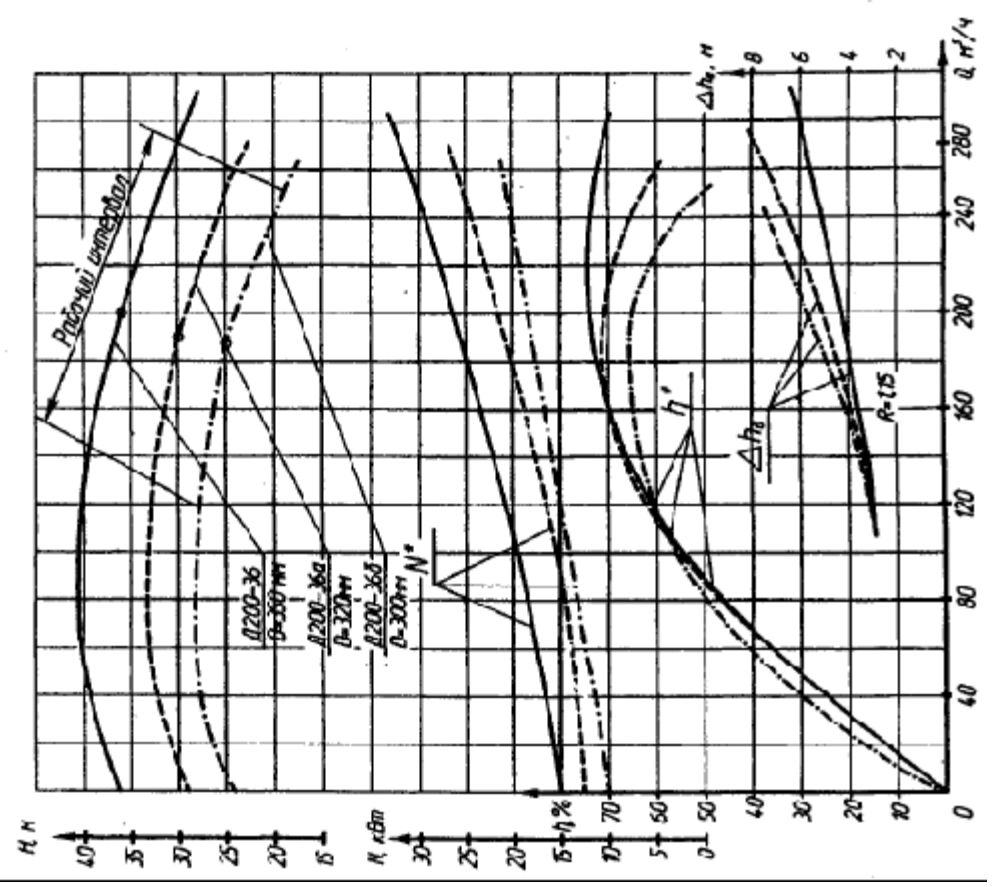


Характеристика насоса (агрегата) Д200-36

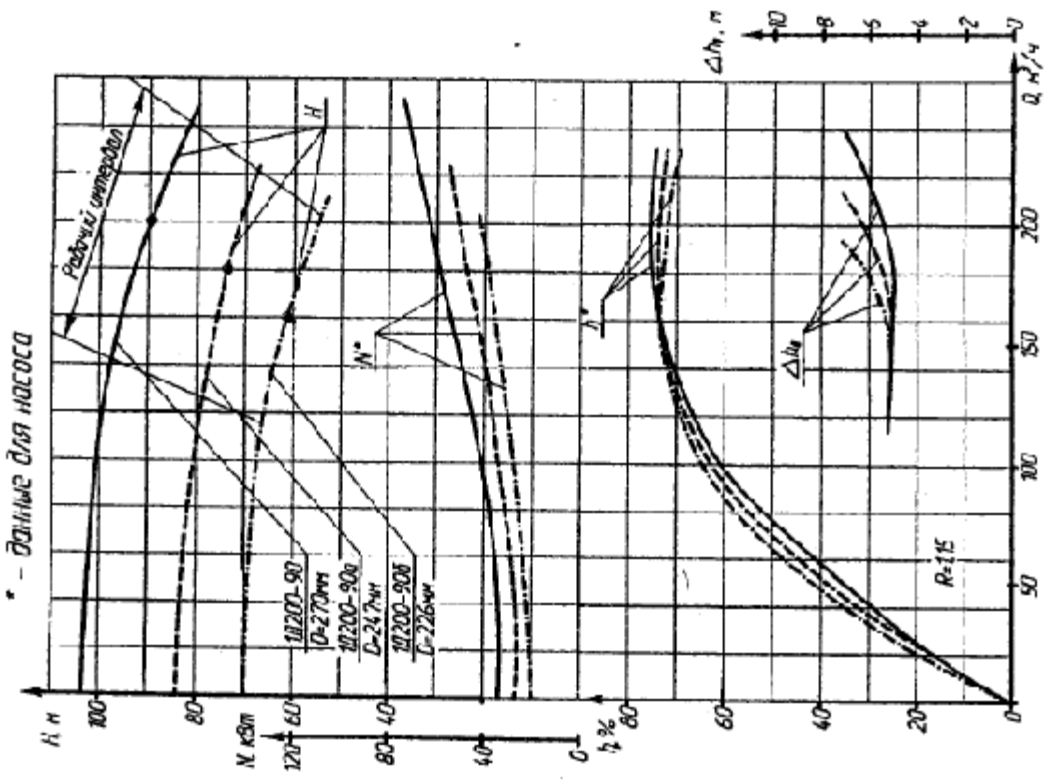
Частота вращения 24,2 с⁻¹ (1450 об/мин)

Жидкость-вода плотностью 1000кг/м³

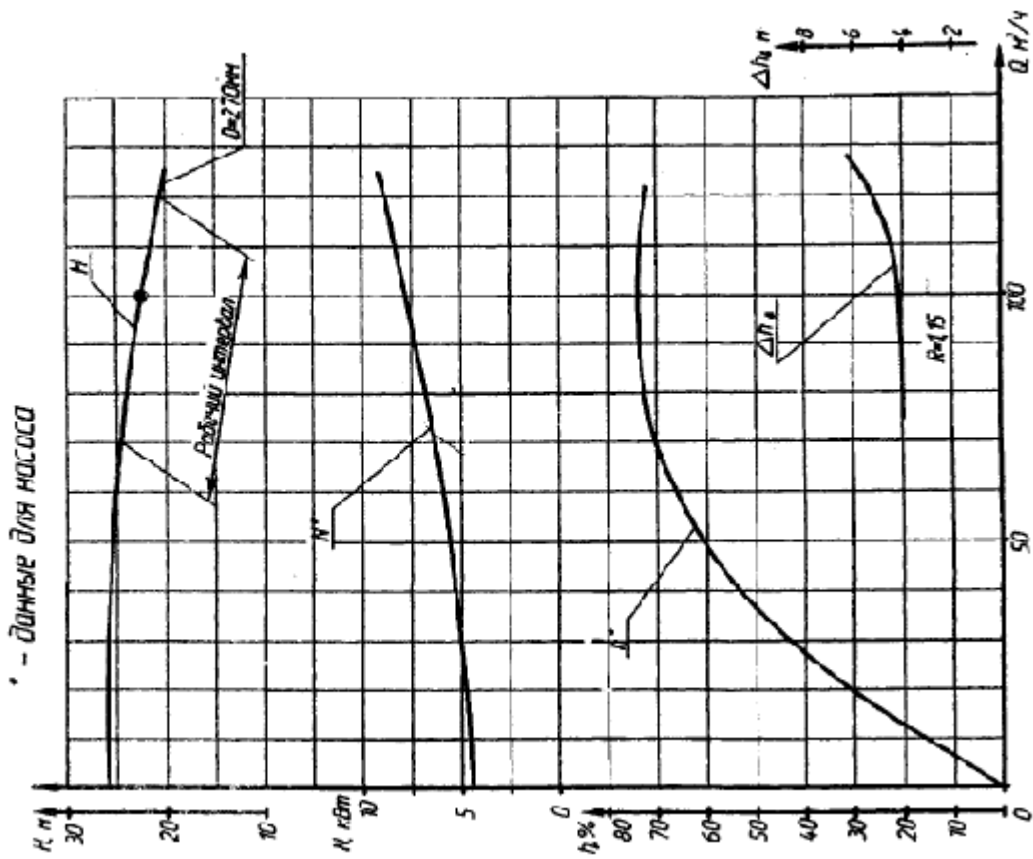
* - данные для насоса



Характеристика насоса (агрегата) 1Д200-90
 Частота вращения 48,3 с⁻¹ (7500 об/мин)
 Жидкость-вода плотностью 1000кг/м³



Характеристика насоса (агрегата) 1Д200-90
 Частота вращения 24,2 с⁻¹ (1450 об/мин)
 Жидкость-вода плотностью 1000кг/м³

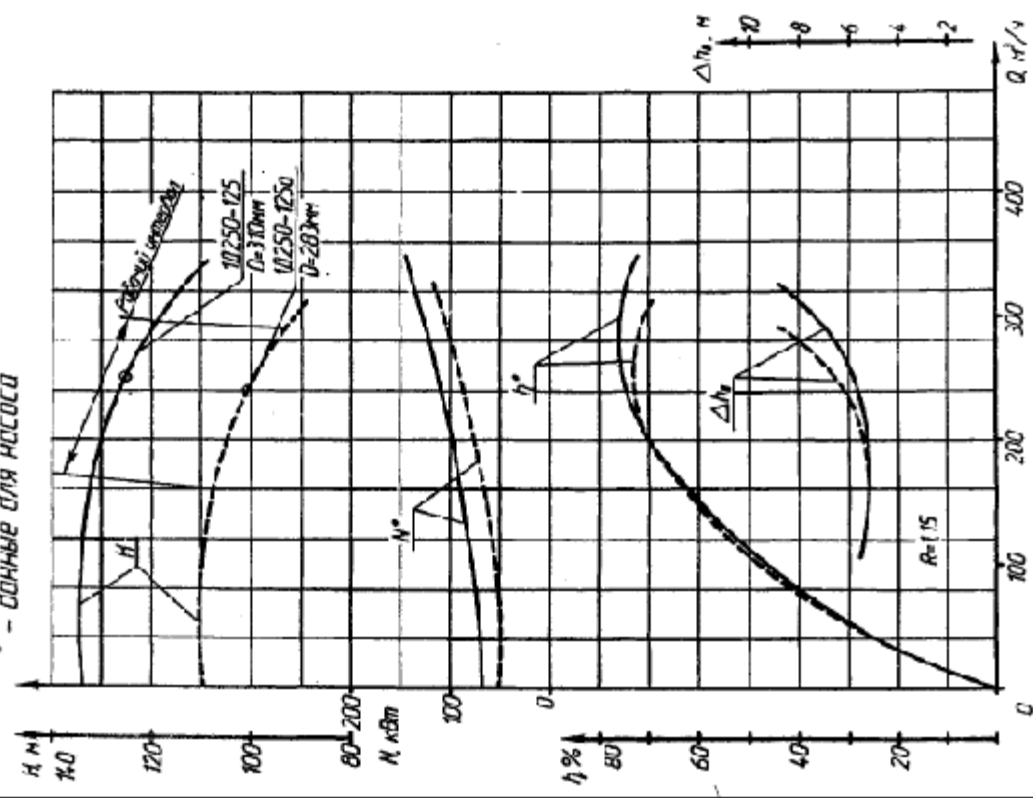


Характеристика насоса (агрегата) 10250-125

Частота вращения 48,3 с⁻¹ (2500 об/мин)

Жидкость-вода плотностью 1000кг/м³

* - данные для насоса

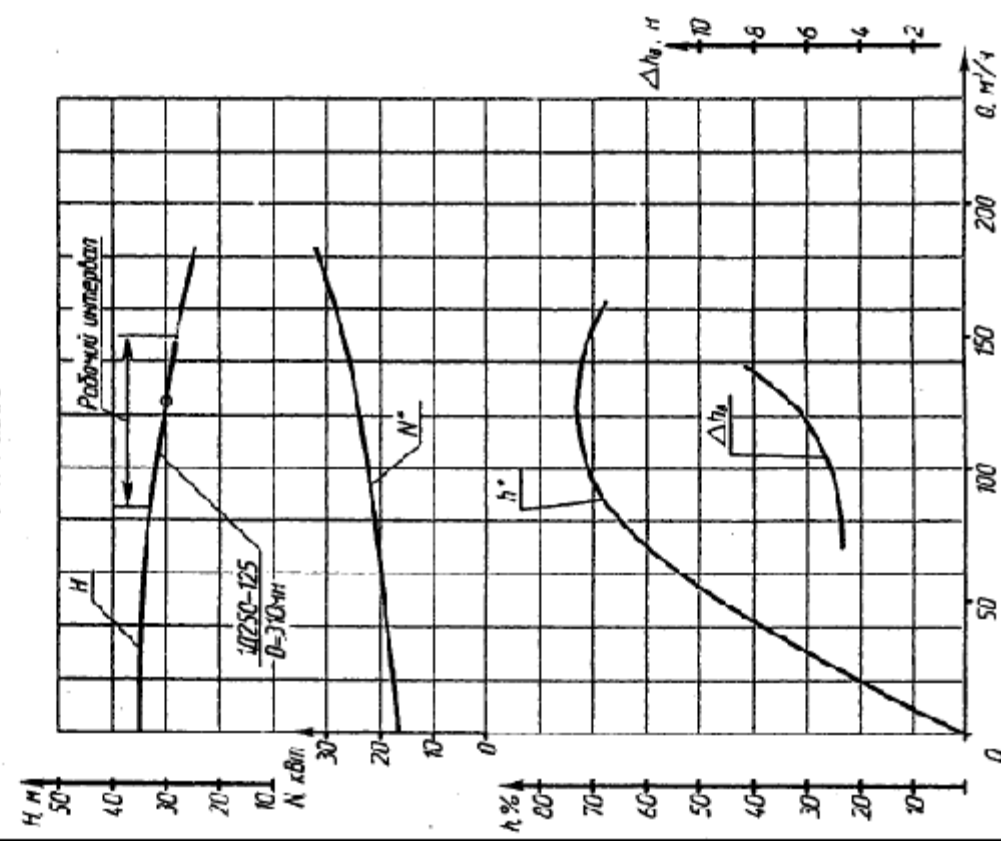


Характеристика насоса (агрегата) 10250-125

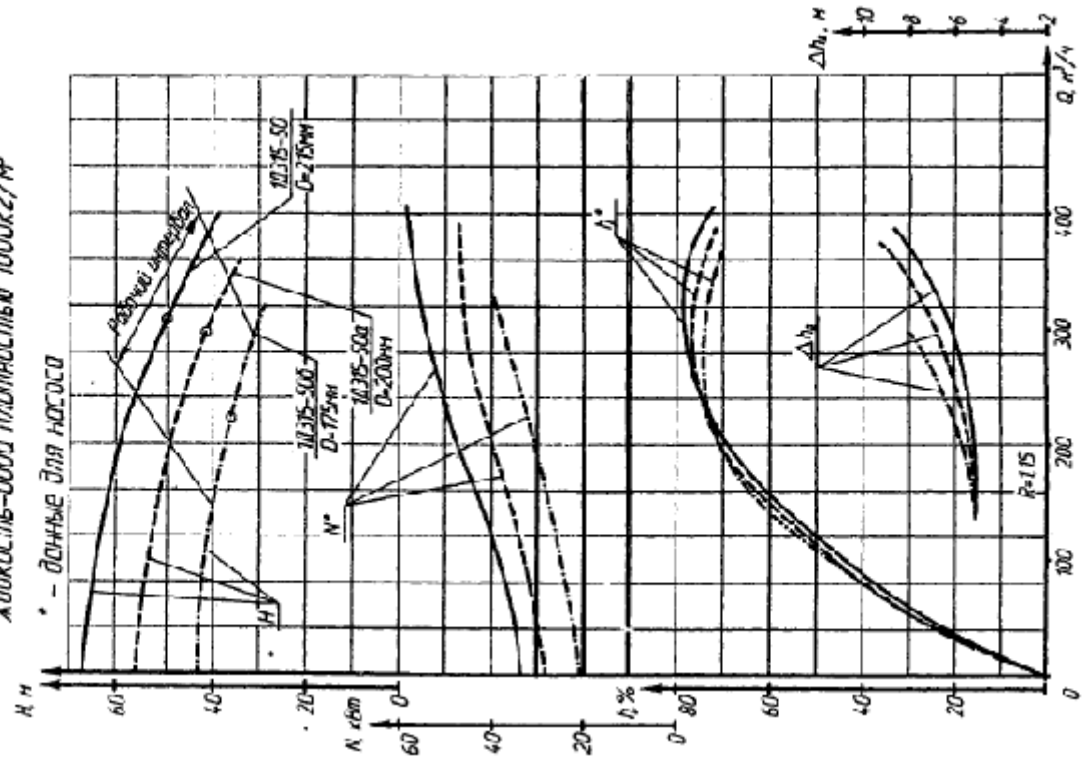
Частота вращения 24,2 с⁻¹ (1450 об/мин)

Жидкость-вода плотностью 1000кг/м³

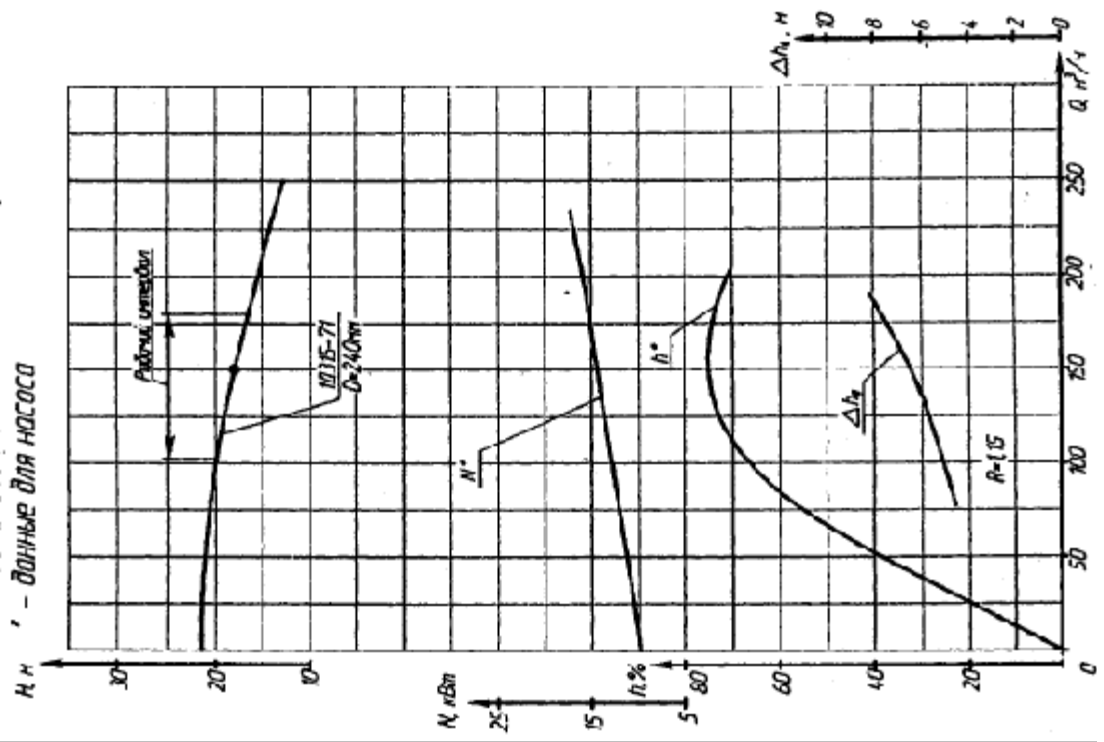
* - данные для насоса



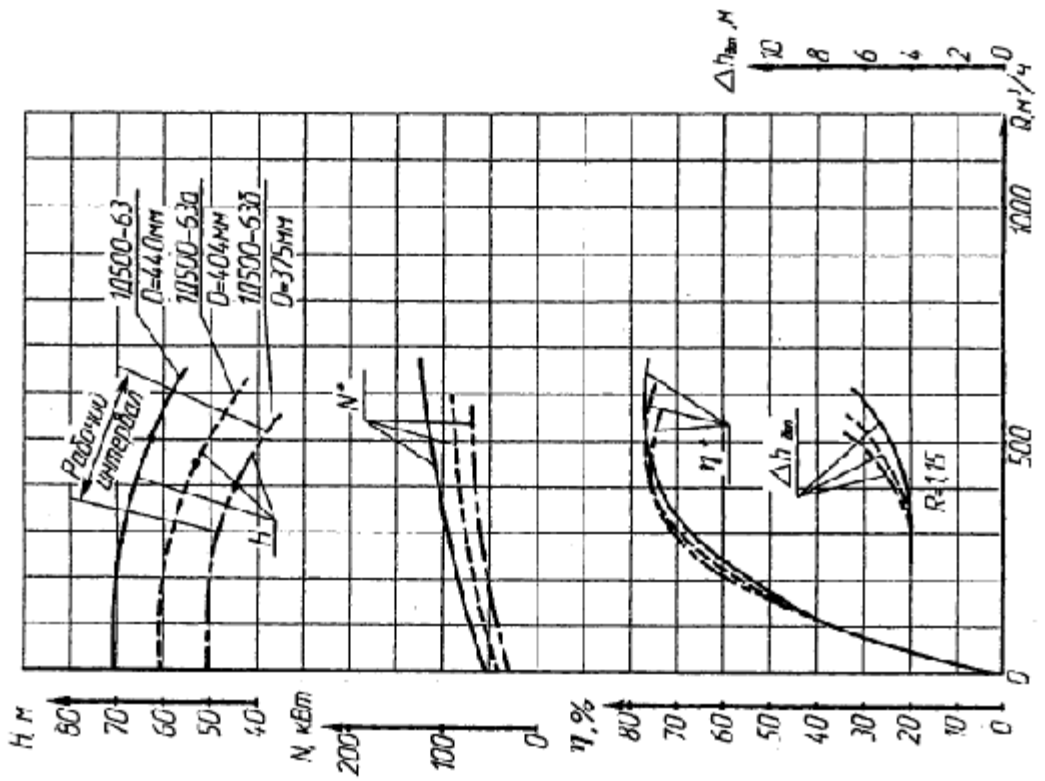
Характеристика насоса (агрегата) 10З15-50
 Частота вращения 48,3 с⁻¹ (2900 об/мин)
 Жидкость-вода плотностью 1000кг/м³



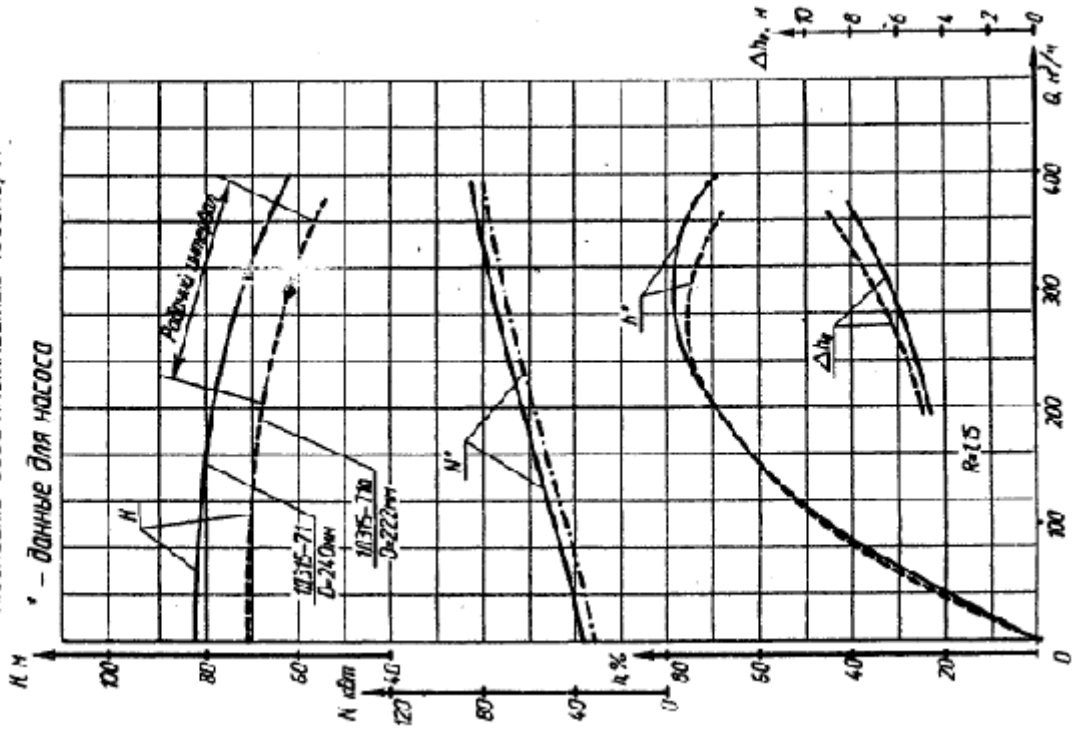
Характеристика насоса (агрегата) 10З15-71
 Частота вращения 24,2 с⁻¹ (1450 об/мин)
 Жидкость-вода плотностью 1000кг/м³



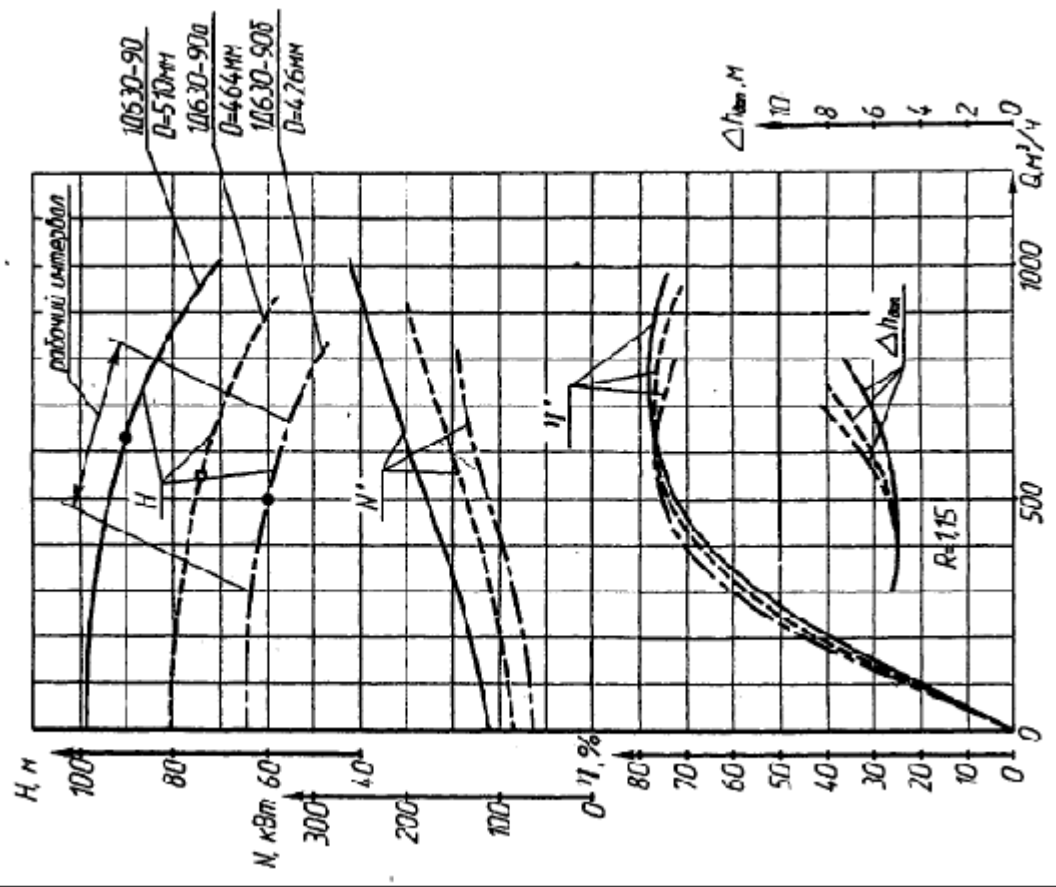
Характеристика насоса (серия) 10500-63
 Частота вращения 24,2 с⁻¹ (n=1450об/мин)
 Жидкость - вода, плотность 1000кг/м³
 * - данные для насоса



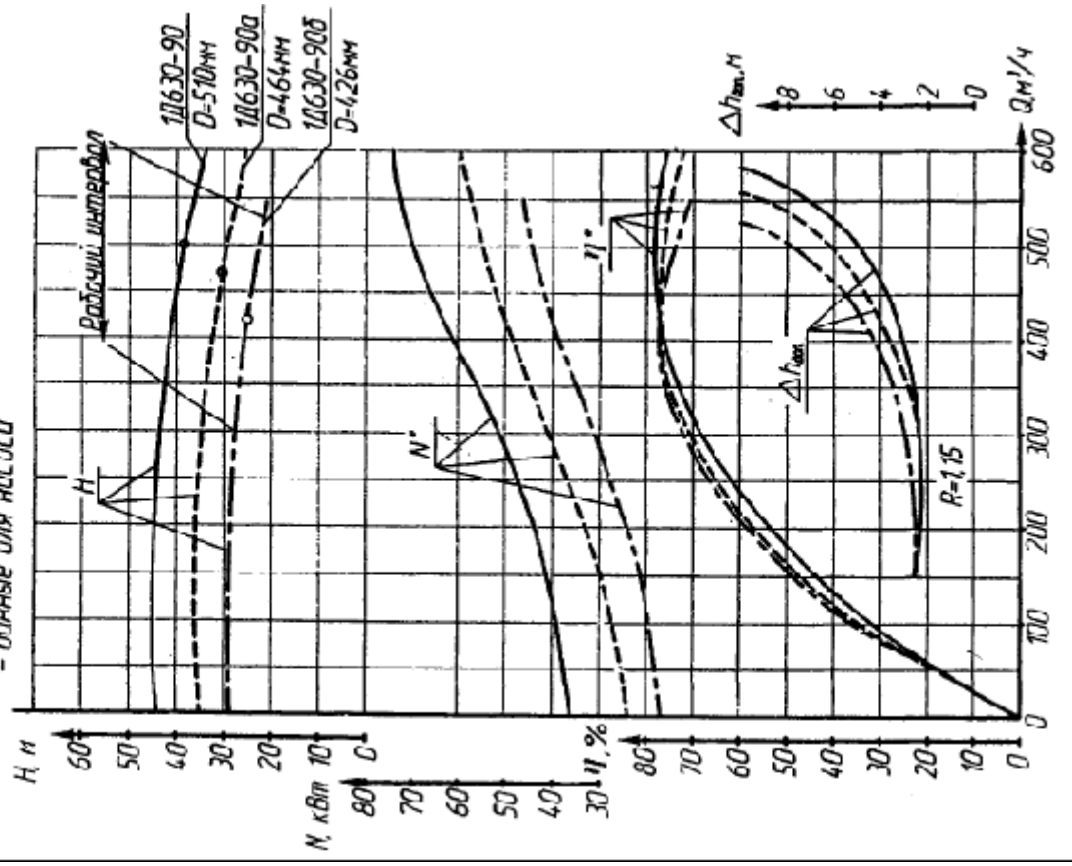
Характеристика насоса (серия) 10315-71
 Частота вращения 48,3 с⁻¹ (2900 об/мин)
 Жидкость - вода, плотность 1000кг/м³
 * - данные для насоса



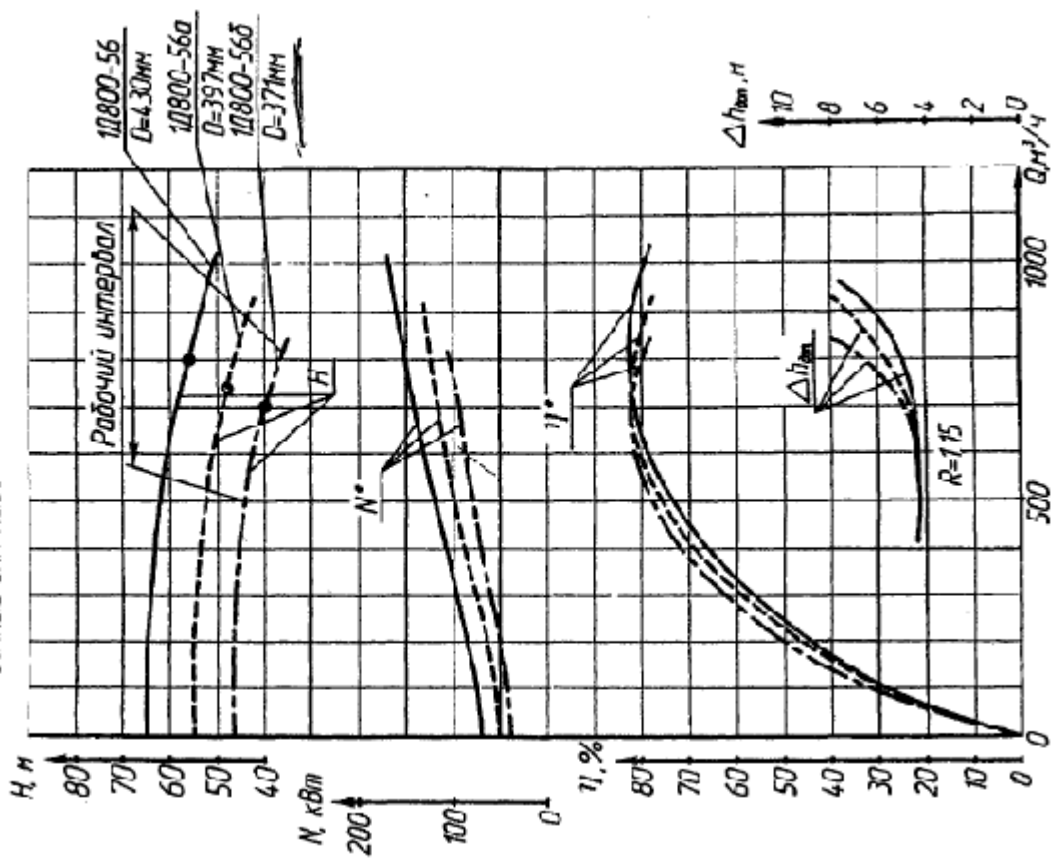
Характеристика насоса (агрегата) 1Д630-90
 Частота вращения 24,2 с⁻¹ (n=1450об/мин)
 Жидкость - вода, плотностью 1000кг/м³
 * - данные для насоса



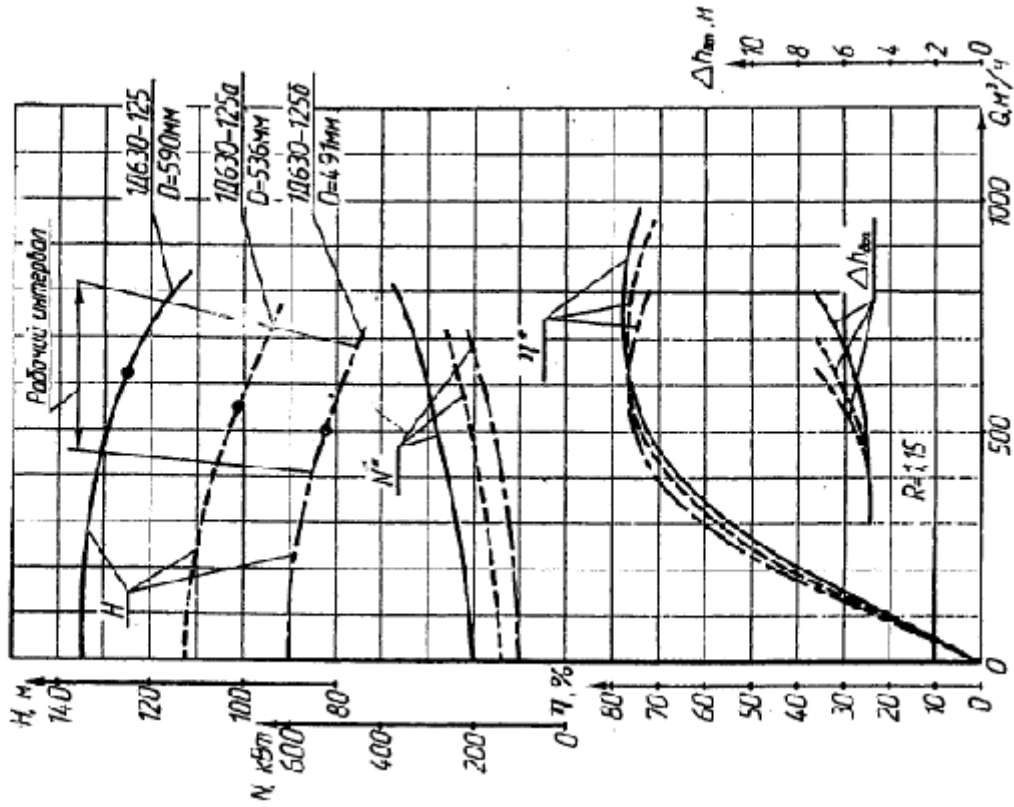
Характеристика насоса (агрегата) 1Д630-90
 Частота вращения 16,3 с⁻¹ (n=980об/мин)
 Жидкость - вода, плотностью 1000кг/м³
 * - данные для насоса



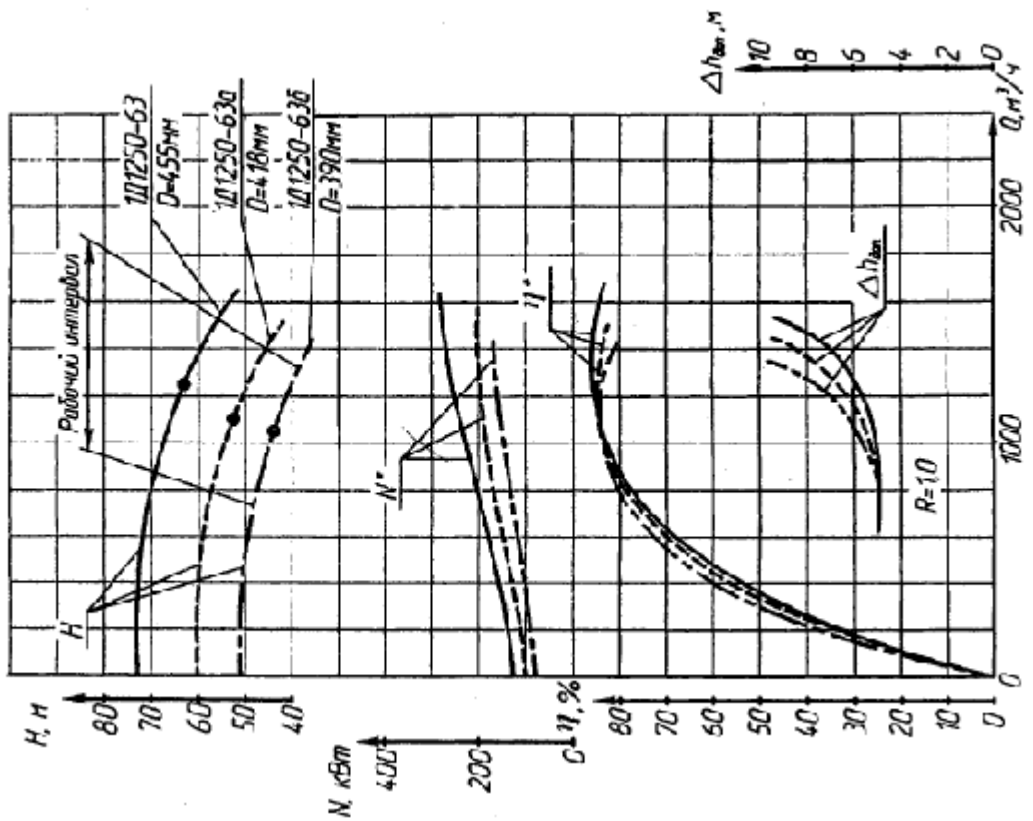
Характеристика насоса (нагрегата) 10800-56
 Частота вращения $24,2 \text{ с}^{-1}$ ($n=1450 \text{ об/мин}$)
 Жидкость - вода, плотностью 1000 кг/м^3
 * - данные для насоса



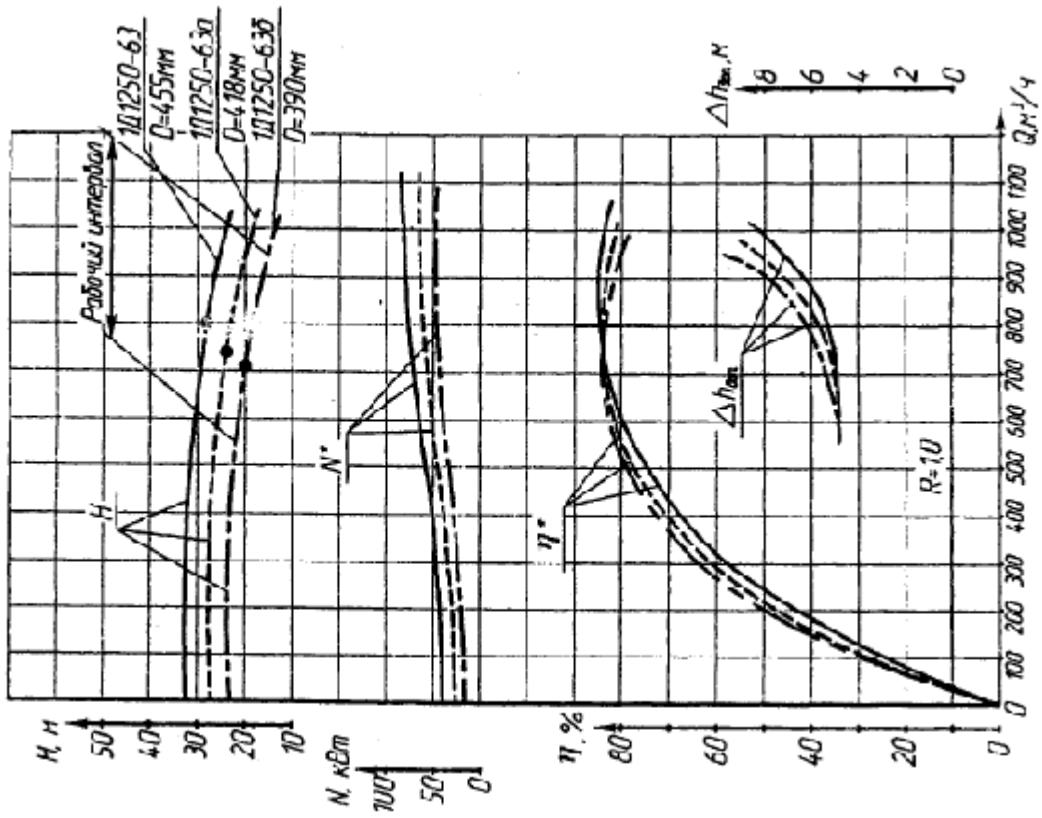
Характеристика насоса (нагрегата) 10630-125
 Частота вращения $24,2 \text{ с}^{-1}$ ($n=1450 \text{ об/мин}$)
 Жидкость - вода, плотностью 1000 кг/м^3
 * - данные для насоса



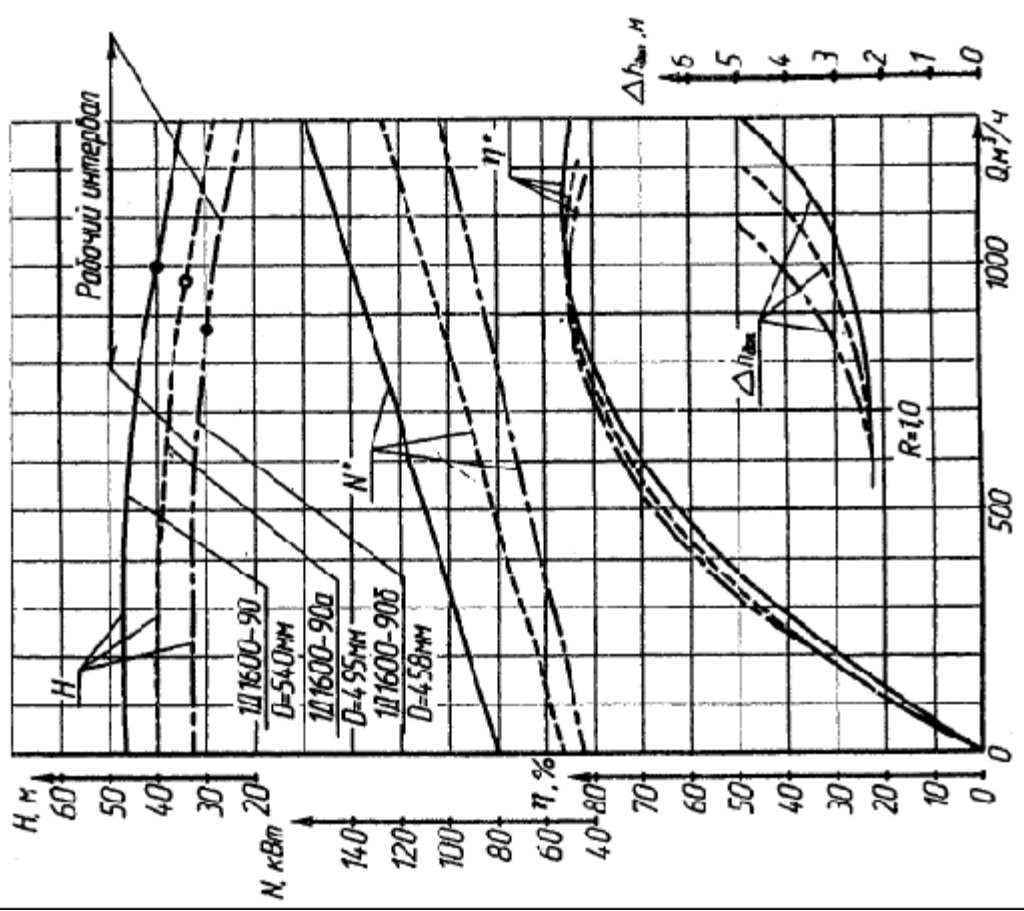
Характеристика насоса (агрегата) 1Д1250-63
 Частота вращения 24,2 с⁻¹ (n=14,50об/мин)
 Жидкость - вода, плотность 1000кг/м³
 * - данные для насоса



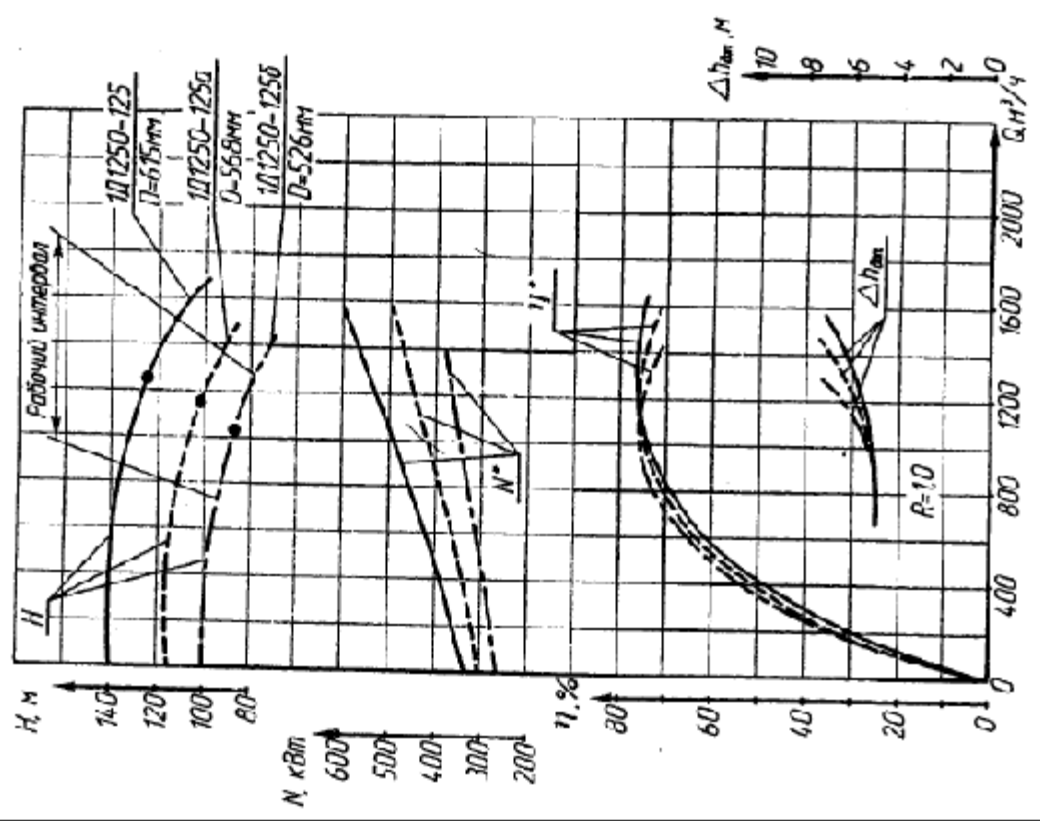
Характеристика насоса (агрегата) 1Д1250-63
 Частота вращения 16,3 с⁻¹ (n=980об/мин)
 Жидкость - вода, плотность 1000кг/м³
 * - данные для насоса



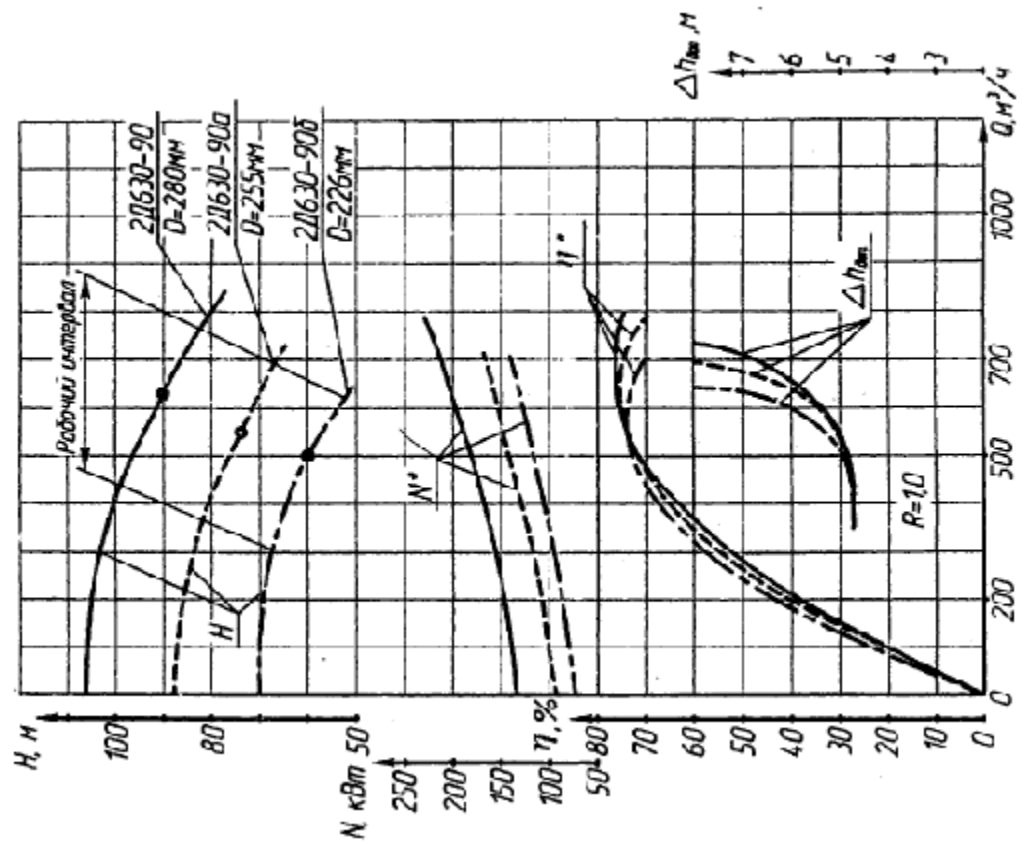
Характеристика насоса (агрегата) 1Д1600-90
 Частота вращения 16,3 с⁻¹ (n=980об/мин)
 Жидкость - вода, плотностью 1000кг/м³
 * - данные для насоса



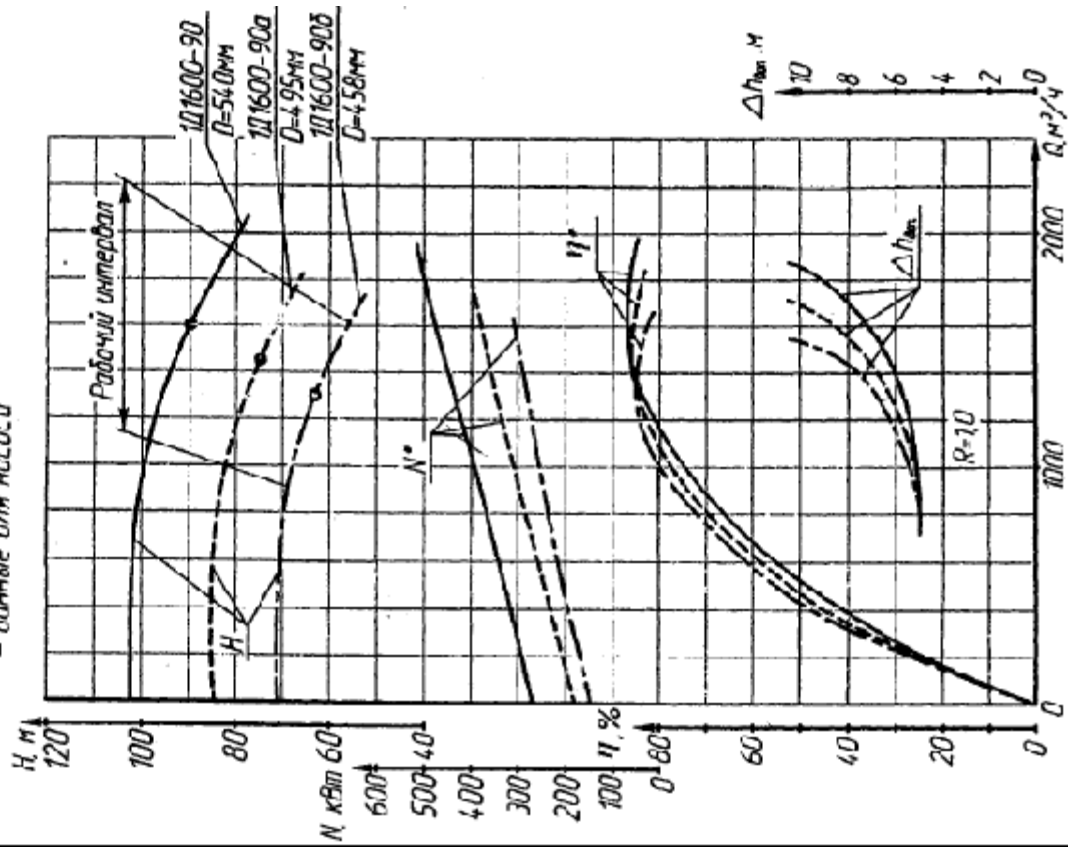
Характеристика насоса (агрегата) 1Д1250-125
 Частота вращения 24,2 с⁻¹ (n=1450об/мин)
 Жидкость - вода, плотностью 1000кг/м³
 * - данные для насоса



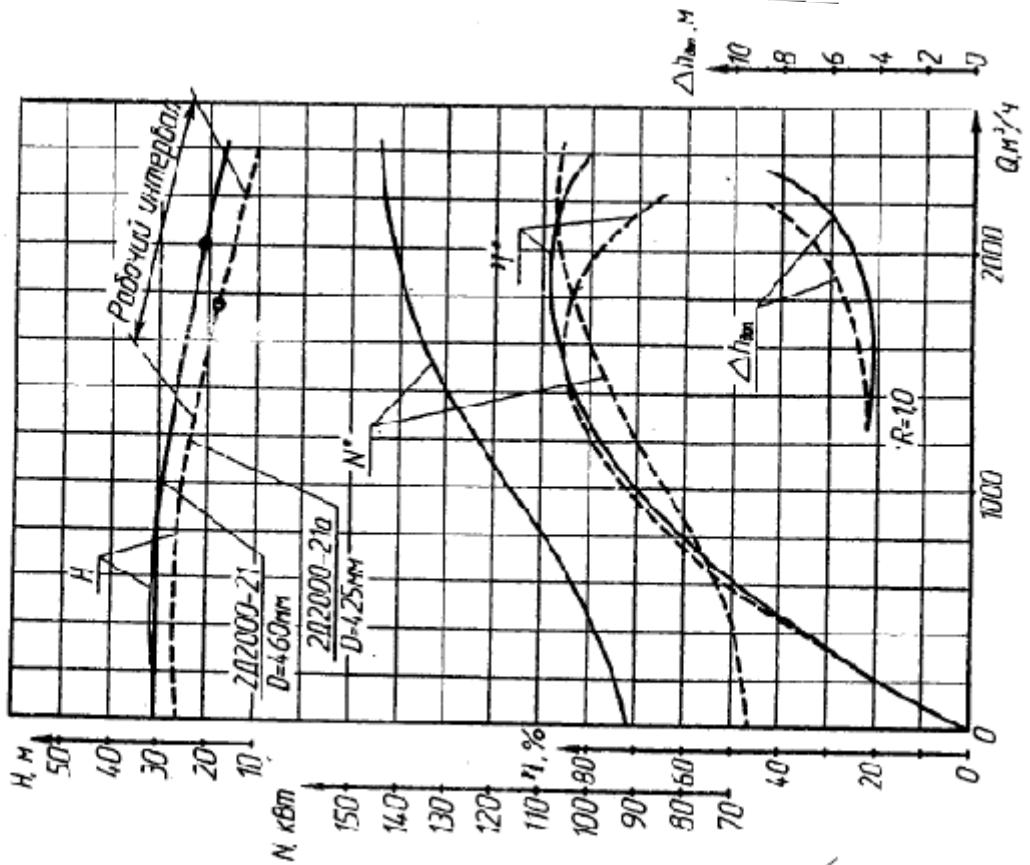
Характеристика насоса (серията) 2Д630-90
 Частота вращения 48,3 с⁻¹ (n=2900 об/мин)
 Жидкость - вода, плотность 1000 кг/м³
 • - данные для насоса



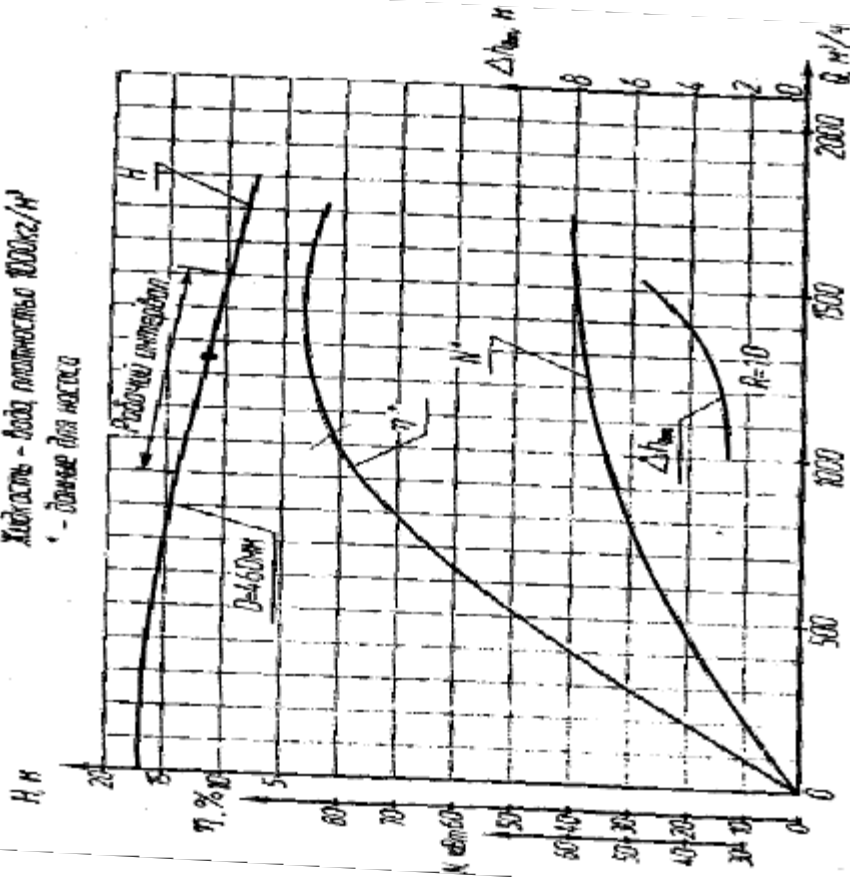
Характеристика насоса (серията) 1Д1600-90
 Частота вращения 24,2 с⁻¹ (n=1450 об/мин)
 Жидкость - вода, плотность 1000 кг/м³
 • - данные для насоса



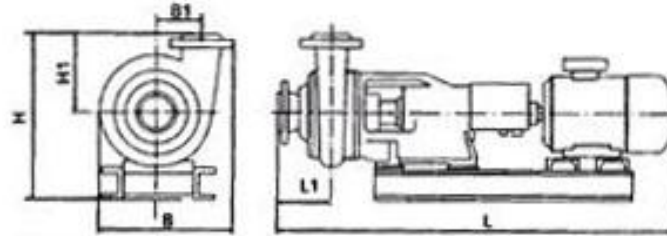
Характеристика насоса (агрегата) 2Д2000-21
 Частота вращения 16.3 с⁻¹ (n=980об/мин)
 Жидкость - вода, плотность 1000кг/м³
 * - данные для насоса



Характеристика насоса (агрегата) 2Д2000-21
 Частота вращения 12.2 с⁻¹ (n=730об/мин)
 Жидкость - вода, плотность 1000кг/м³
 * - данные для насоса



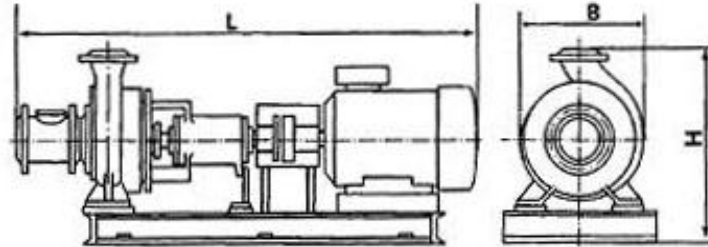
Технические характеристики насосов типа СД



Марка	Параметры		Электродвигатель		Габаритные размеры, мм			Вес, кг	
	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Мощность, кВт	Частота, об/мин	L	B	H	Насос	Агрегат
СД 16/10	8,5-16-21	11,5-10-8,5	1,5	1500	980	331	440	84	98
СД 16/10 а	7,6-14-20,6	9,5-8,2-6-8	1,1	1500	980	331	440	84	96
СД 16/10 б	6,8-12,5-20	7,5-6,7-5,4	1,1	1500	980	331	440	84	96
СД 25/14	14-25-36	15-14-12	3,0	1500	1015	382	480	84	108
СД 25/14а	12-22-32	12,5-11,5-10	2,2	1500	1015	382	480	84	108
СД 25/14 б	10-20-29	10,5-9,7-8,0	1,5	1500	1015	382	480	84	98
СД 16/25	8,2-16-25	26,5-25-21	4,0	3000	1015	294	410	72	97
СД 16/25 а	7,5-14,5-21	22-20,5-18	3,0	3000	1015	294	410	72	93
СД 16/25 б	6,3-12,5-19	19-17,5-15	2,2	3000	1015	294	410	72	87
СД 32/40	17-32-42	47-40-34	11	3000	1180	331	440	82	140
СД 32/40 а	15-28-38	38-33-28	7,5	3000	1180	331	440	82	122
СД 32/40 б	14-25-34	31-27-24	45,5	3000	1180	331	440	82	114
СД 50/10	30-50-75	11-10-8,0	4,0	1500	1040	420	475	75	103
СД 50/10 а	28-45-68	9,5-8,5-6,6	3,0	1500	1040	420	475	75	98
СД 50/10 б	25-40-62	8,0-5,7-5,0	3,0	1500	1040	420	475	75	98
СД 50/56	28-50-72	62-56-48	22	3000	1315	382	520	86	210
СД 50/56 а	24-44-64	48-46-40	18,5	3000	1315	382	520	86	180
СД 50/56 б	22-40-57	42-39-33	15	3000	1315	382	520	86	162
СД 80/18	43-80-103	21-18-16	11	1500	1260	457	540	139	204
СД 80/18 а	40-70-93	17,5-15-13	7,5	1500	1260	457	540	139	193
СД 80/18 б	36-63-81	15-13,5-12,5	7,5	1500	1260	457	540	139	193
СД 80/32	45-80-108	35-32-28	22	1500	1420	517	600	170	295
СД 80/32 а	36-68-95	28-26-23	18,5	1500	1420	517	600	170	295
СД 80/32 б	33-62-85	23-22-19	15	1500	1420	517	600	170	255
СД 70/80	45-70-84	88,5-80-71	30	3000	1350	340	562	100	285
СД 70/80 а	27-45-65	73-70-63	22	3000	1310	340	562	100	260

Марка	Параметры		Электродвигатель		Габаритные размеры, мм			Вес, кг	
	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Мощность, кВт	Частота, об/мин	L	B	H	Насос	Агрегат
СД 70/80 б	23-40-60	68-65-581,5	18,5	3000	1315	340	562	100	230
СД 100/40	48-10-120	46-40-37	30	3000	1350	420	515	90	250
СД 100/40а	42-90-105	37-33-31	22	3000	1350	420	515	90	210
СД 100/40 б	38-80-95	32-28-27	18,5	3000	1350	420	515	90	185
СД 160/10	75-160-200	12,5-10-9,0	11	1000	1755	618	763	360	443
СД 160/10 а	65-145-175	11-8,3-6,5	11	1000	1755	618	763	360	443
СД 160/10 б	62-135-160	9,0-7,2-6,2	7,5	1000	1755	618	763	360	424
СД 160/45	77-160-173	52-45-43,5	37	1500	1900	600	743	400	598
СД 160/45 а	68-144-155	43,5-36-35,5	30	1500	1900	600	743	400	545
СД 160/45 б	60-128-138	35,5-30-29	22	1500	1900	600	743	400	525
СД 250/22,5	110-250-325	28-22,5-18	37	1500	1915	616	763	360	557
СД 250/22,5 а	100-225-290	24-18,5-15	30	1500	1915	616	763	360	505
СД 250/22,5 б	90-205-250	20-16-14,5	22	1500	1915	616	763	360	485
СД 450/22,5	280-450-640	26-22,5-17	75	1500	2360	858	962	520	770
СД 450/56	230-450-550	61-56-54	132	1500	2575	777	922	755	1755
СД 450/56 а	210-430-490	49—45-44	110	1500	2495	777	922	755	1705
СД 450/56 б	180-370-430	42-39-37	90	1500	2280	777	922	755	1455
СД 800/32	380-800-1000	36-32-28	160	1000	2745	1064	1086	920	2425
СД 800/32 а	350-720-920	31-26,5-24	132	1000	2745	1064	1086	920	2155
СД 800/32 б	310-580-825	26-22,5-18	110	1000	2745	1064	1086	920	1930
СД 880/18	43-80-103	21-18-16	11	1500	780	780	2130	225	360
СД 160/45	77-160-173	52-45-43,5	37	1500	936	936	3120	680	880

Технические характеристики насосов типа СМ



Марка	Параметры		Электродвигатель		Габаритные размеры, мм			Вес, кг	
	Подача м ³ /ч	Напор, м	Мощность, кВт	Частота, об/мин	L	B	H	Насос	Агрегат
СМ 80-50-200 /2	30-50-70	53-50-46	18,5	3000	1233	305	480	155	250
СМ 80-50-200 а/2	22-45-62	47-43-38	15	3000	1196	305	480	159	235
СМ 80-50-200 б/2	16-40-54	38-35-32	11	3000	1040	305	480	126	185
СМ 80-50-200 /4	10-25-36	13,5-12,5-11,0	4,0	1500	935	305	480	122	150
СМ 80-50-200 а/4	8,0-22-33	11,3-10,5-9,0	3,0	1500	905	305	480	122	145
СМ 80-50-200 б/4	6,0-20-30	9,8-9,0-7,8	2,2	1500	890	305	480	120	140
СМ 100-65-200 /2	60-100-125	57-52-47,5	37	3000	1285	350	560	215	400
СМ 100-65-200 а/2	57-90-110	45-42-38	30	3000	1230	350	560	210	340
СМ 100-65-200 б/2	55-85-100	35-32-29	22	3000	1990	350	560	200	320
СМ 100-65-200 /4	35-62-75	14,0-12,0-10,5	5,5	1500	1000	310	515	162	200
СМ 100-65-200 а/4	32-55-65	11-9,0-8,0	4,0	1500	945	310	515	156	185
СМ 100-65-200 б/4	30-50-60	9,0-8,0-6,5	3,0	1500	915	310	515	156	180
СМ 100-65-250 /4	14-50-60	22-20-19	7,5	1500	1025	350	560	178	230
СМ 100-65-250 а/4	12-47-57	18,5-17,0-15,0	5,5	1500	1020	350	560	178	230
СМ 100-65-250 б/4	10-44-54	12,5-13,5-15,0	5,5	1500	1020	350	560	178	230
СМ 125-80-315 /4	40-80-116	34-32-29	22	1500	1220	410	670	300	400
СМ 125-80-315 а/4	36-72,5-102	27-26-24	15	1500	1278	410	670	300	385
СМ 125-80-315 б/4	32-65-85	21-20-18,5	11	1500	1250	410	670	300	370
СМ 150-125-315 /4	110-200-260	34,5-32-29,5	45	1500	1656	520	725	450	675
СМ 150-125-315 а/4	96-180--230	29-26-24,5	37	1500	1620	520	725	450	650
СМ 150-125-315 б/4	80-145-195	22,5-20,5-19,0	30	1500	1520	520	725	450	595
СМ 150-125-315 /6	70-136-180	16,0-14,0-12,5	18,5	1000	1543	520	793	450	505
СМ 150-125-315 а/6	65-120-160	12-10,5-9,2	15	1000	1516	520	793	450	485
СМ 150-125-315 б/6	60-100-140	9,5-8,5-7,2	7,5	1000	1345	520	793	450	428
СМ 200-150-500 /4	130-400-450	85-80-78	200	1500	2665	650	1160	1700	2240
СМ 200-150-500 а/4	120-300-420	75-70-60	160	1500	2605	650	1160	1700	2015
СМ 200-150-500 б/4	110-280-410	60-57-48	110	1500	2520	650	1160	1700	1925
СМ 200-150-544 /4	200-450-530	102-95-90	250	1500	2740	740	1170	1800	2400
СМ 250-200-400 /4	680-800-1000	55-50-42	250	1500	2660	720	1150	1800	2350
СМ 250-200-400 а/4	640-720-960	47-43-35	200	1500	2610	720	1150	1800	2200
СМ 250-200-400 б/4	600-680-900	38-35-28	160	1500	2585	720	1150	1800	1985
СМ 250-200-400 /6	215-530-680	26,5-22-18	75	1000	2320	720	1150	1600	1925
СМ 250-200-400 а/6	190-440-520	24-21-15	55	1000	2345	720	1150	1600	1795
СМ 250-200-400 б/6	150-400-560	20-18-13	45	1000	2200	720	1150	1600	1750

Типоразмер и вес электродвигателей серий АИР, 6А, АО4
закрытого исполнения (IP 44, 54, 55)

Мощность, кВт	Частота, об/мин	Типоразмер	Вес, кг	Мощность, кВт	Частота, об/мин	Типоразмер	Вес, кг	Мощность, кВт	Частота, об/мин	Типоразмер	Вес, кг	
0,12	1500	56A4	4,3	4,0	3000	100S2	25,5	45	3000	200L2	217	
	3000	56A2	4,3		1500	100L4	28,5		1500	200L4	225	
0,18	1500	56B4	4,8		1000	112MB6	37,6		1000	250S6	240	
	1000	63A6	5,6		750	132S8	68		750	250M8	460	
0,25	3000	56B2	4,6		5,5	3000	100L2	31,0	55	3000	225M2	238
	1500	63A4	6,1			1500	100L4	28,5		1500	225M4	244
	1000	63B6	6,5			1000	132S6	50,9		1000	250M6	270
	750	71B8	11,5			750	132S8	68		750	280S8	725
0,37	3000	63A2	6,0	7,5	3000	112M2	40,1	75	3000	250S2	295	
	1500	63B4	6,9		1500	132S4	51,9		1500	250S4	299	
	1000	71A6	8,1		1000	132M6	50,9		1000	280 S6	350	
	750	80A8	13,5		750	160S8	123		750	280 M8	790	
0,55	3000	63B2	7,1	11	3000	132M2	58,3	90	3000	250 M2	345	
	1500	71A4	8,3		1500	132M4	64,9		1500	250M4	385	
	1000	71B6	9,7		1000	160S6	82,5		1000	280 M6	405	
	750	80B8	15,7		750	160M8	149		750	315 S8	965	
0,75	3000	71A2	8,6	15	3000	160S2	75,8	110	3000	280 S2	720	
	1500	71B4	9,4		1500	160S4	85,0		1500	280 S4	780	
	1000	80A6	12,3		1000	160M6	95,0		1000	315 S6	960	
	750	90LA8	22		750	180M8	180		750	315 M8	1025	
1,1	3000	71B2	9,3	18,5	3000	160M2	93,0	132	3000	280 M2	770	
	1500	80A4	11,9		1500	160M4	110		1500	280 M4	885	
	1000	80B6	15,3		1000	180M6	115		1000	315 M6	1010	
	750	90LB8	24		750	200M8	240		750	355 S8	1450	
1,5	3000	80A2	12,4	22	3000	180S2	120	160	3000	315 S2	970	
	1500	80B4	13,5		1500	180S4	125		1500	315 S4	1110	
	1000	90L6	20,3		1000	200M6	135		1000	355 S6	1130	
	750	100L8	40		750	200L8	260		750	355 M8	1270	
2,2	3000	80B2	15,0	30	3000	180M2	140	200	3000	6A 315 M2	1110	
	1500	90L4	19,4		1500	180M4	145		1500	315 M4	1150	
	1000	100L6	26,5		1000	200L6	165		1000	355 M6	1770	
	750	112MA8	44		750	225M8	340		750	355 M8	1400	
3,0	3000	90L2	20,3	37	3000	200M2	185	250	3000	355 S2	1100	
	1500	100S4	23,0		1500	200M4	197		1500	355 S4	1150	
	1000	112MA6	33,0		1000	225M6	220		1000	355 M6	1280	
	750	112MB8	49		750	250S8	430		750	AO4 355 L8	1850	

Приложение 8

Предельные экономичные расходы, л/с

Условный проход, мм	Трубы				
	стальные	чугунные	асбесто-цементные	железо-бетонные	пластмассовые
100	10,6	8,4	9,2	–	9,2
150	19,8	224	19,9	–	19
200	42	40,6	40,7	–	32,6
250	65	65,3	65,3	–	61,5
300	93	96	95,6	–	81,5
350	128	132	133	–	121
400	167	175	201	–	162
450	213	227	–	–	222
500	286	313	361	329	294
600	402	461	–	380	491
700	537	642	–	541	–
800	705	857	–	731	–
900	897	1110	–	952	–
1000	1213	1532	–	1305	–
1200	1744	–	–	1714	–
1400	2231	–	–	2438	–
1500	2578	–	–	–	–
1600	2666	–	–	3052	–

Приложение 9

Технические характеристики задвижек с электроприводом

Размеры, мм						$\frac{P_y, \text{ МПа}}{t, \text{ }^\circ\text{C}}$	Условное обозначение, тип шпинделя	Мощность электродвигателя, кВт	Масса, кг
D_y	L	H	l	A	L_1				
100	230	685	405	262	–	$\frac{1}{225}$	Параллельные; 30ч906бр; выдвижной	0,18	75
150	280	805	405	337	–			0,18	112
200	330	1050	468	400	–			0,6	183
250	450	1185	468	460	–			0,6	242
300	500	1340	468	508	–			1,3	310
400	600	1690	468	620	–			1,3	500
500	700				–	$\frac{1}{100}$	Параллельные; 30ч915бр; невыводимой	–	899
600	800	1700	603	895	620			1,6	1233
800	1000	2215	770	1185	710			2,2	2880
1200	1400	3295	820	1595	970			4,5	7810
200	230				–	$\frac{0,6}{200}$ $\frac{0,25}{200}$	Клиновые штампосварные; 30ч914нж1; выдвижной	–	186
400	310	1750	495		–			1,3	300
500	350	2265	602		–			2,2	495
600	390	2410	602		–			2,2	625
800	470	3290	604		–			3	1049

Размеры, мм						$\frac{P_y, \text{ МПа}}{t, \text{ }^\circ\text{C}}$	Условное обозначение, тип шпинделя	Мощность электродвигателя, кВт	Масса, кг
D_y	L	H	l	A	L_1				
1000	550	2540	605	1352	–	$\frac{0,25}{100}$	Клиновые 30ч925бр; невыводимой	3	2245
1200	700	2930	820	1685	–			5,2	4668
1400	900	3290	820	1810	–			7,5	5126
1600	1000	3490	820	1930	–			7,5	6225
1000	1200	2600	820	1390	1035	$\frac{1}{120}$	Клиновые 30ч930брМ; невыводимой	5,2	3523
1200	1400	2900	820	1596	1062			5,2	7327
1400	1900	3600	820	1850	1145			5,2	9109
1600	2200	3600	820	1850	1175			5,2	9934
200	400	1225	495		–	$\frac{2,25}{225}$	Клиновые 30ч964иж; выводимой	1,3	264
300	500	1590	565		–			2,1	550
1000	1900	3835	820		1035			7,5	5060
500	700	1955	820	835	–	$\frac{2,25}{225}$	Клиновые 30ч927ижМ; невыводимой	7,5	1388
600	800	1955	820	835	575			7,5	1433
800	1000	2770	820	1190	860			7,5	3671

Приложение 10

Технические характеристики дисковых поворотных затворов

Размеры, мм				Мощность электро- двигателя	P_y , МПа	Условное обозначение	Масса, кг
D_y	D	L	H		t , °С		
100	–	52	–	–	1	МТР	7,5
150	–	62	–	–	–		13,5
200	–	90	–	–	30		29
300	400	220	500	0,18	1	ИА 99041 (32с908р)	180
400	565	240	515	0,6	–		228,5
600	7800	300	815	1,3	80		445,5
800	1010	400	833	2			943
1000	1220	450	1023	3			1338
1200	1455	450	800	3	1	МА 99016.03	2235
1400	1675	500	905	5,2	–		3793
1600	1915	675	950	7,5	80		4987

Примечание. Все затворы фланцевые, ИА и МА – с электроприводом, МТР – с ручным приводом.

Приложение 11

Технические характеристики обратных поворотных безударных клапанов

D_y , мм	Длина, мм	Вид клапана	P_y , МПа	Условное обозначение	Масса, кг	
			t , °C			
50 80 100 150	50 70 80 100	Безударный фланцевый	1,6	КА 44075 (19ч16р)	9,01 15,7 17,7 31,2	
200 250	110 120				50	Л 44075 (19ч16р)
300 400 500 600	130 170 200 240		1	80	КЗ 44067 (19ч16р5)	45 128 183 237
800 1000	350 400					120
300 400 600	450 500 650		Безударный сварной с концами под приварку	4 450	ИА 44078 (19с36нж)	78 130 360

Примечание. В скобках указано старое условное обозначение.

Приложение 12

Размеры и масса сальниковых компенсаторов

D_y , мм	Средняя длина L , мм	Масса, кг		D_y , мм	Средняя длина L , мм	Масса, кг	
		при $p_y = 0,6$ МПа	при $p_y = 1$ МПа			при $p_y = 0,6$ МПа	при $p_y = 1$ МПа
150	550	40	53	500	600	223	245
200	550	74	76	600	600	274	312
250	550	97	103	800	650	423	496
300	550	114	120	1000	650	528	649
400	550	159	179	1200	650	626	897

Значения коэффициентов местных сопротивлений

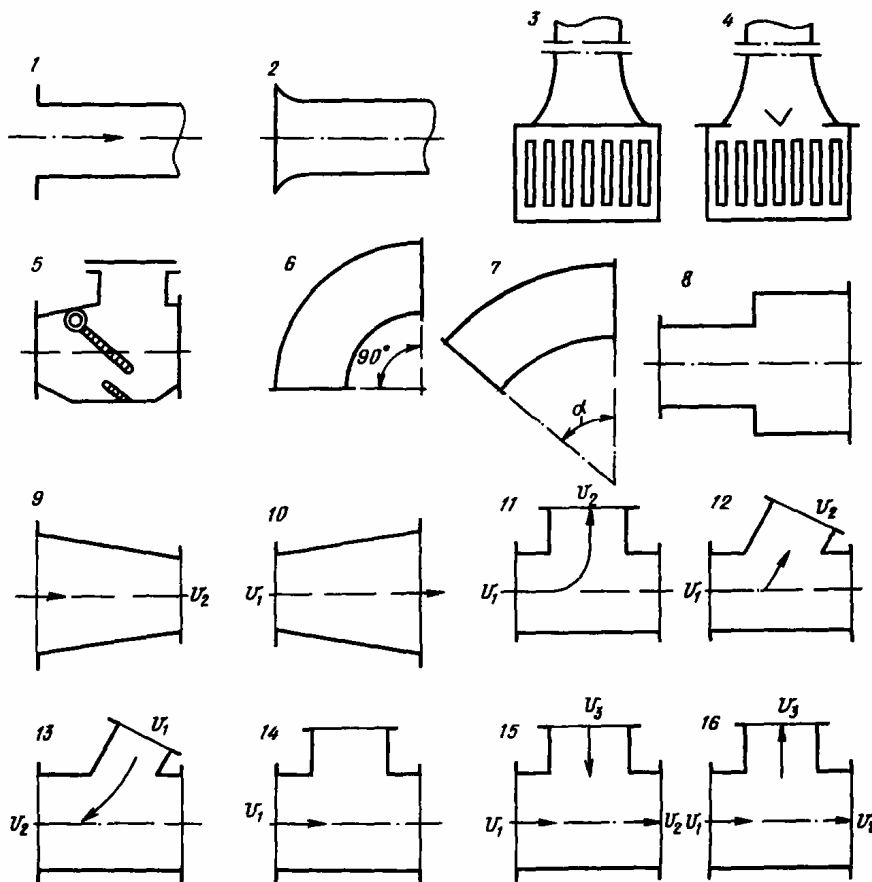


схема 1 — вход в трубу без расширения $\zeta = 0,5$
 схема 2 — плавно очерченный вход в трубу $\zeta = 0,1 \div 0,2$
 схема 3 — приемная сетка без клапана $\zeta = 2 \div 3$
 схема 4 — приемный клапан с сеткой $\zeta = 5 \div 8$
 схема 5 — обратный клапан $\zeta = 1,7$
 схема 6 — колено с углом 90° по нормальному сортаменту $\zeta_k = 0,5 \div 0,6$
 схема 7 — колено с углом α $\zeta = \frac{\alpha}{90} \zeta_k$
 схема 8 — выход из трубы в резервуар или в канал под уровнем $\zeta = 1, h = \zeta \frac{v_1^2}{2g}$
 схема 9 — переход суживающийся (по нормальному сортаменту) $\zeta = 0,1; h = \zeta \frac{v_2^2}{2g}$

схема 10 — переход расширяющийся (по нормальному сортаменту) $\zeta = 0,25, h = \zeta \frac{v_1^2}{2g}$
 схема 11 — тройник в направлении ответвления $\zeta = 1,5; h = \zeta \frac{v_2^2}{2g}$
 схема 12 — ответвление при косом тройнике $\zeta = 1, h = \zeta \frac{v_2^2}{2g}$
 схема 13 — ответвление при входе в магистраль $\zeta = 0,5; h = \zeta \frac{v_1^2}{2g}$
 схема 14 — магистраль при отсутствии расхода в ответвлении $\zeta = 0,1; h = \zeta \frac{v_1^2}{2g}$
 схемы 15 и 16 — ответвление при соединении и разделении потоков $\zeta = 1,5, h = \zeta \frac{v_3^2}{2g}$

**Технические данные механизированных решеток МГТ
и дробилок молоткового типа**

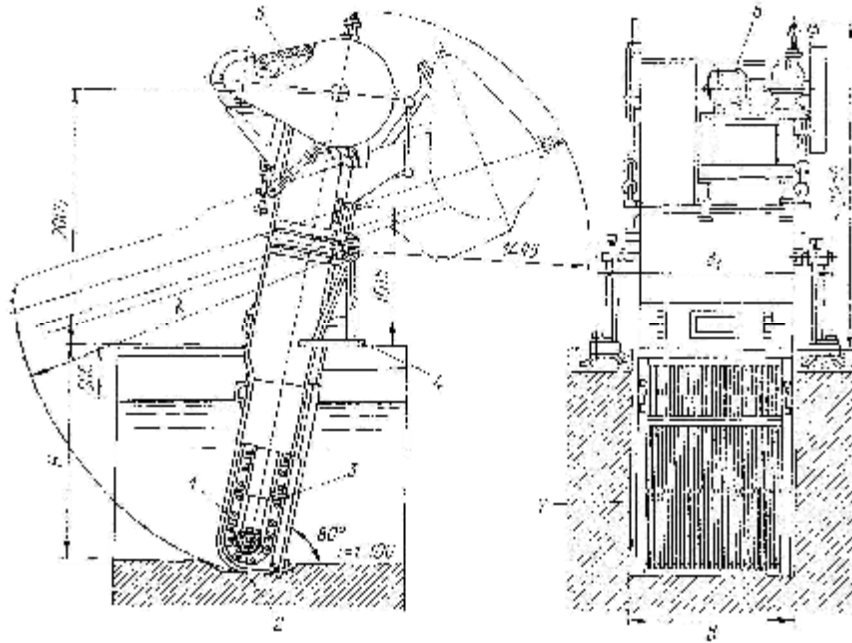


Рис. П. 2. Механизированная решетка типа МГТ: 1 – тяговая цепь; 2 – ведомая звездочка; 3 – грабли; 4 – шарнирная опора; 5 – приводная цепь; 6 – электродвигатель; 7 – неподвижная решетка

Марка решетки	Размеры канала перед решеткой, мм		Площадь проходной решетки $F_p, \text{м}^2$	Пропускная способность по воде, $\text{м}^3/\text{сут}$	Размеры решетки, мм		Масса решетки, кг
	Ширина B	Высота H			Ширина B_1	Радиус R	
РММВ-1000	1000	1000	0,3	26000	–	–	1690
МГ9Т-1000	1000	1200	0,38	33000	1425	2050	1320
МГ7Т	800	1400	0,39	35000	1338	2100	1000
МГ11Т	1000	1600	0,57	50000	1520	2425	1500
МГ10Т	1000	2000	0,74	65000	1580	2850	1800
МГ8Т	1400	2000	1,25	110000	1955	2850	1657
МГ12Т	1600	2000	1,5	130000	2175	2850	1870
МГ6Т	2000	2000	1,9	165000	2675	2850	1961
МГ5Т	2000	3000	2,1	185000	2675	3810	2690

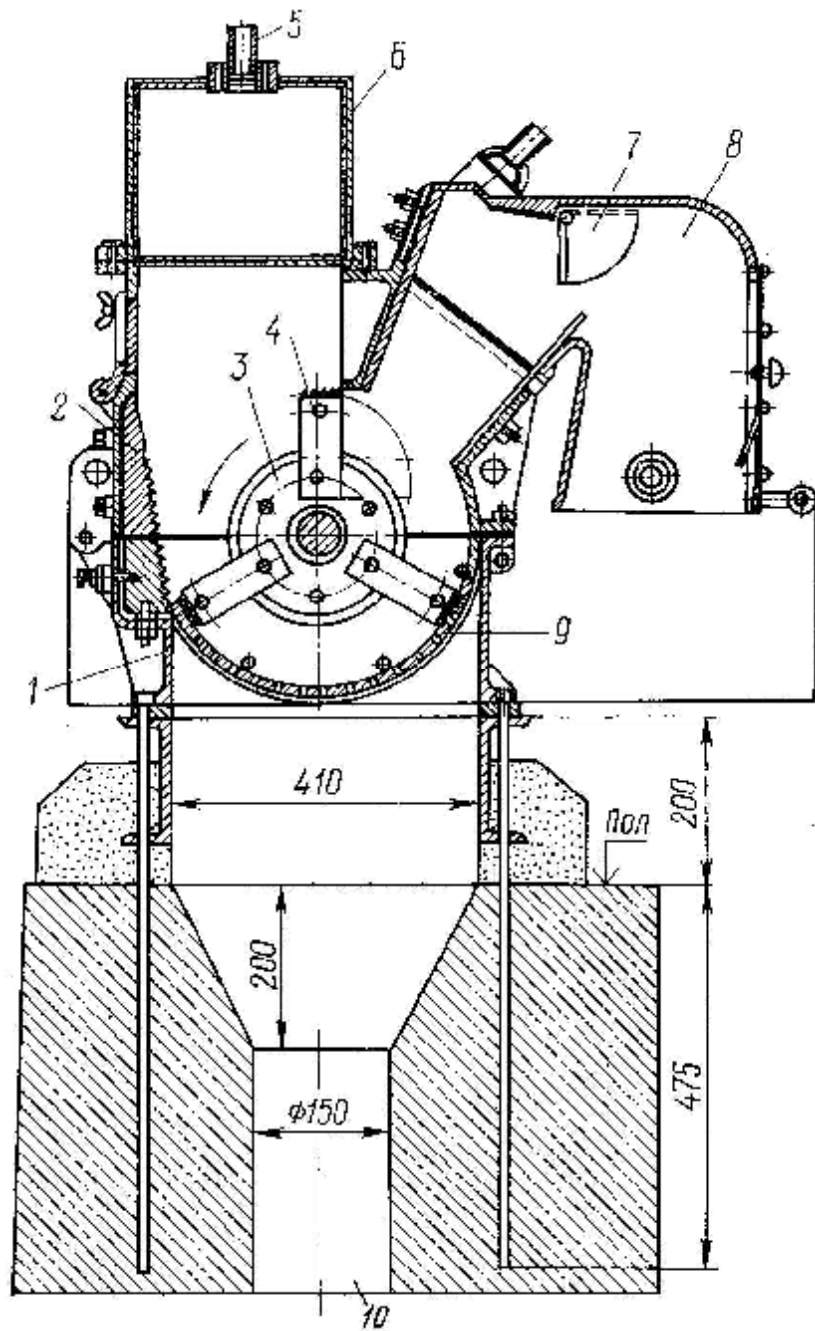


Рис. П. 3. Дробилка молоткового типа Д-3: 1 – корпус; 2 – зубчатые сегменты; 3 – ротор; 4 – молотки; 5 – подвод воды; 6 – горловина дробилки; 7 – щиток-отражатель; 8 – устройство для улавливания недробимых отбросов; 9 – решетчатый поддон; 10 – сбросной канал

Решетки-дробилки типа РД

Технические данные для подбора решеток-дробилок типа РД

Суточная подача насосной станции, м ³ /сут	Максимальный расход сточной жидкости, л/с	Марка решетки-дробилки	Суммарная площадь проходного сечения щелей в барабане, м ²	Число решеток-дробилок			Скорость движения сточной жидкости в щелях решетки-дробилки, м/с
				рабочих	резервных	общее	
12	0,4	РД-100	0,0076	1	1	2	0,58
250	8,7			1	1	2	1,14
400	12	РД-200	0,019	1	1	2	0,63
700	18			1	1	2	0,94
1400	33			2	1	3	0,87
2700	59			3	1	4	1,03
4200	92	РД-400	0,119	1	1	2	0,77
7000	147			1	1	2	1,23
10000	194			2	1	3	1,815
17000	315			3	1	4	0,885
25000	445	РД-600	0,455	1	1	2	0,98
32000	556			1	1	2	1,22
50000	720			1	1	3	0,79
64000	903			2	1	3	0,99
80000	1100			23	1	3	0,81
100000	1330			3	1	4	0,975
130000	1730	РД-900	0,8	2	1	3	1
160000	2130			3	1	4	0,89
220000	2920			3	1	4	1,2
280000	3720			4	2	6	1,16
400000	5340			6	2	8	1,1
500000	6660			7	2	9	1,19

Технические данные решеток-дробилок типа РД

Марка решетки-дробилки	Размеры, мм				Мощность электродвигателя, кВт	Общая масса, кг
	наибольшая высота <i>H</i>	наибольшая ширина <i>B</i>	Наружный диаметр барабана <i>D</i>	ширина щели		
РД-100	800	350	100	8	0,4	85
РД-200	1485	950	180	8	0,8	405
РД-400	1590	920	400	10	0,8	665
РД-600	2170	1250	635	10	1,5	1800
РД-900	2675	1820	900	10	3	4000

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
2. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. Нормы проектирования. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 72 с.
3. Справочник монтажника. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений / под ред. А. С. Москвитина. – М. : Стройиздат, 1979.– 460 с.
4. Справочник монтажника. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / под ред. А. К. Перешивкина. – М. : Стройиздат, 1978. – 576 с.
5. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий / под ред. И. А. Назарова. – М. : Стройиздат, 1977. – 288 с.
6. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / под ред. В. Н. Самохина. – М. : Стройиздат, 1981.– 639 с.
7. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий / под ред. И. А. Назарова. – М. : Стройиздат, 1977. – 288 с.
8. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / под ред. В. Н. Самохина. – М. : Стройиздат, 1981. – 639 с.
9. Шевелев, Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. – М. : Стройиздат, 1984. – 116 с.
10. Укрупненные показатели стоимости строительства. Здания и сооружения внеплощадочных систем водоснабжения и канализации промышленных предприятий. – М. : Стройиздат, 1980. – 144 с.
11. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 2. Водопровод и канализация / Ю. Н. Саргин [и др.]; под ред. И. Г. Старовойтова и Ю. И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1990. – 147 с.
12. Карелин, В. Я. Насосы и насосные станции : учеб. для вузов. – 2-е изд., переб. и доп. / В. Я. Карелин, А. В. Минаев. – М. : Стройиздат, 1986. – 320 с.
13. Карасев, Б. В. Насосные и воздуходувные станции / Б. В. Карасев. – Мн.: Наука и техника, 1990. – 327 с.
14. Чебаевский, В. Ф. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок / В. Ф. Чебаевский, К. П. Вишневецкий, Н. Н. Накладов. – М. : Колос, 2000. – 376 с.
15. Залуцкий, Э. В. Насосные станции. Курсовое проектирование / Э. В. Залуцкий, А. И. Петрухно. – Киев: Вища шк. Головное изд-во, 187. – 167 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ТЕМА 1. ТИПЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	4
1.1. Назначение насосных станций. Основные требования, предъявляемые к их оборудованию и работе.....	4
1.2. Типы и конструкции насосных станций.....	7
ТЕМА 2. ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	10
2.1. Типы основных насосов	10
2.2. Выбор основных насосов, двигателей и их компоновка.....	17
2.3. Трубопроводы насосной станции	22
2.4. Запорная арматура, обратные клапаны, водомеры	27
2.5. Построение графика совместной работы насосов и водоводов.....	37
2.6. Оборудование систем заливки насосов, технического водоснабжения, дренажа и осушения.....	40
ТЕМА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ.....	45
3.1. Подъемно-транспортное оборудование.....	45
3.2. Конструкции и стандартные размеры частей здания.....	53
3.3. Электрическая часть насосных станций.....	58
ТЕМА 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОПРОВОДНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ I ПОДЪЕМА	64
4.1. Выбор типа и определение подачи насосной станции I подъема.....	64
4.2. Проектирование водоводов. Определение расчетного напора насосов I подъема.....	66
4.3. Выбор основного насосного оборудования.....	69
ТЕМА 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОПРОВОДНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ II ПОДЪЕМА.....	70
5.1. Определение расчетной подачи насосной станции. Проектирование водоводов	70
5.2. Определение расчетных напоров насосов II подъема. Выбор основного насосного оборудования	72
5.3. Расчет режима работы насосной станции при подаче воды на тушение пожара	77
5.4. Размещение оборудования в машинном зале.....	80

ТЕМА 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ	83
6.1. Выбор места размещения канализационных насосных станций.....	83
6.2. Режим работы и подача канализационных насосных станций.....	84
6.3. Особенности расчета и конструирования всасывающих и напорных трубопроводов.....	85
6.4. Определение расчетных напоров. Выбор насосов	86
6.5. Размещение основного оборудования в машинном зале.....	89
6.6. Приемный резервуар и его оборудование	93
6.7. Проектирование систем технического водопровода и дренажа.....	96
6.8. Порядок проектирования надземной части здания насосной станции водоотведения.....	99
ТЕМА 7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	101
7.1. Определение стоимости насосной станции и водоводов	101
7.2. Определение эксплуатационных затрат.....	104
7.3. Техничко-экономические показатели насосных станций	105
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	106
1. Водомеры.....	106
2. Электрическая часть.....	107
3. Выбор насосного оборудования для НС I	108
4. Подбор однотипных нерегулируемых насосов для НС II в случае безбашенной сети.....	110
5. Подбор разнотипных нерегулируемых насосов для НС II в случае безбашенной сети.....	110
6. Подбор однотипных насосов с регулируемым приводом для НС II.....	110
7. Подбор разнотипных насосов с регулируемым приводом для НС II.....	110
8. Выбор насосного оборудования для НС II в случае сети с контррезервуаром	111
9. Построение графика затрат энергии насосными агрегатами.....	114
10. Выбор электродвигателей	114
11. Определение размеров фундамента насосного агрегата.....	114
12. Подбор насосного оборудования для КНС	114
13. Расчет приемного резервуара КНС.....	114
14. Подбор насосов-повысителей системы технического водопровода	116
15. Расчет установок дренажа и осушения НС	116
16. Подбор подъемно-транспортного оборудования	116

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА «НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ ВТОРОГО ПОДЪЕМА»	117
ПРИЛОЖЕНИЯ	128
Приложение 1. Технические характеристики насосов типа К	128
Приложение 2. Технические характеристики насосов типа КМ.....	133
Приложение 3. Технические характеристики насосов типов КМЛ и ЛМ ...	134
Приложение 4. Технические характеристики насосов типа Д.....	135
Приложение 5. Технические характеристики насосов типа СД.....	159
Приложение 6. Технические характеристики насосов типа СМ.....	161
Приложение 7. Типоразмер и вес электродвигателей серий АИР, 6А, АО4 закрытого исполнения (IP 44, 54, 55)	162
Приложение 8. Предельные экономичные расходы, л/с	163
Приложение 9. Технические характеристики задвижек с электроприводом	164
Приложение 10. Технические характеристики дисковых поворотных затворов.....	166
Приложение 11. Технические характеристики обратных поворотных безударных клапанов	167
Приложение 12. Размеры и масса сальниковых компенсаторов.....	167
Приложение 13. Значения коэффициентов местных сопротивлений	168
Приложение 14. Технические данные механизированных решеток ГТ и дробилок молоткового типа	169
Приложение 15. Решетки-дробилки типа РД.....	171
ЛИТЕРАТУРА	172

Учебное издание

НАСОСНЫЕ И ВОЗДУХОДУВНЫЕ СТАНЦИИ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

для студентов специальности 1-70 04 03

«Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

В двух частях

Часть 2

Составитель

КОЗИЦИН Тимофей Викторович

Редактор *Т. В. Булах*

Дизайн обложки *И. С. Васильевой*

Подписано в печать 26.06.07 Формат 60x84/16 Бумага офсетная Гарнитура Таймс
Печать трафаретная Усл.-печ. л. 10,21 Уч.-изд. л. 10,1 Тираж 55 экз. Заказ 981

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»
ЛИ № 02330/0133020 от 30.04.04 ЛП № 02330/0133128 от 27.05.04
211440 г. Новополоцк, ул. Блохина, 29