

Э. В. Залуцкий, А. И. Петрухно

Насосные станции
Курсовое проектирование

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 528
ББК 38.2
Э1

Э1 **Э. В. Залуцкий**
Насосные станции: Курсовое проектирование / Э. В. Залуцкий, А. И. Петрух-
но – М.: Книга по Требованию, 2012. – 167 с.

ISBN 978-5-458-39004-0

ISBN 978-5-458-39004-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2012

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2012

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ТИПЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

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

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

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

Циркуляционные насосные станции входят в замкнутые системы технического водоснабжения промышленных предприятий и тепловых электростанций. На этих станциях может устанавливаться несколько групп насосов: одна — для подачи отработанной воды на охлаждающие, другая — на

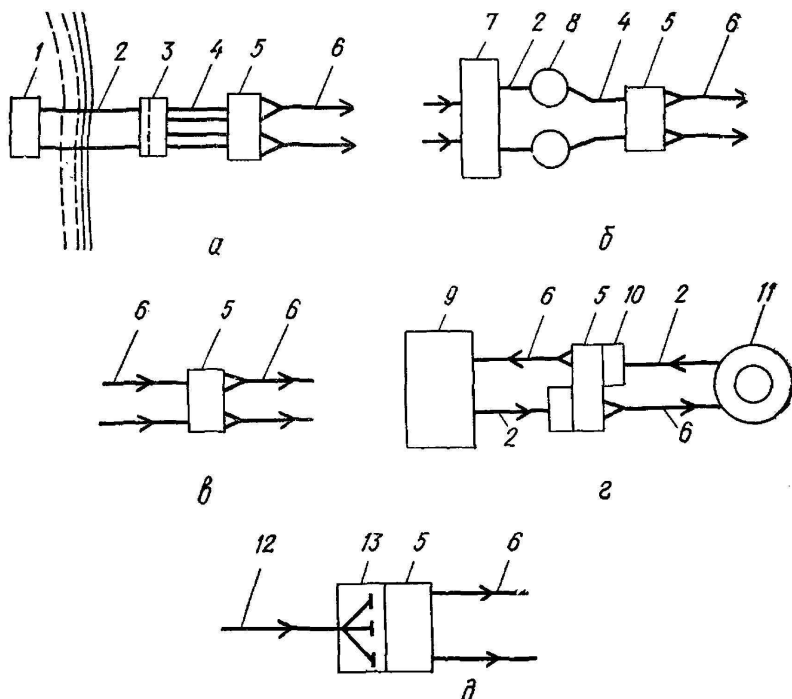


Рис. 1. Принципиальные схемы компоновки насосных станций различного назначения:

а — I подъема из открытого водосточника; 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

очистные устройства, третья — для возврата подготовленной воды к производственным установкам.

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

Особый вид насосных станций представляют *станции для перекачивания атмосферных вод* (на сети ливневой канализации), *осадков и ила* (на канализационных и водопроводных очистных сооружениях), *агрессивных промышленных сточных вод*.

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

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

II категория допускает перерыв в подаче для проведения ремонта не более, чем на 6 ч, а на канализационных станциях — на время, обусловленное аккумуляцией 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 50 000 чел. (ориентировочно, максимальное суточное водопотребление свыше 40 000 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 5000 до 50 000 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 аккумулирующая 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 (п. 2.11, примечание 1 [3]).

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 под-

Таблица 1. Число резервных агрегатов, устанавливаемых в водопроводных насосных станциях

Количество рабочих агрегатов одной группы насосов	Число резервных агрегатов в насосных станциях		
	I категории	II категории	III категории
До 6	2	1	1
6—9	2	1	—
Свыше 9	2	2	—

ключение не менее, чем к двум независимым ЛЭП), по капитальности сооружений, по резерву технологического оборудования.

От категории насосной станции зависит число резервных агрегатов (табл. 1), число всасывающих и напорных линий и расчетные расходы

для них, количество и размещение запорной арматуры на внутристанционных коммуникациях.

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

Не следует допускать излишеств в составе и размерах сооружений, кубатуре зданий, основном и вспомогательном оборудовании, архитектурном оформлении. В то же время необходимо учитывать, что состав сооружений и оборудования, так же как и вся схема водоснабжения или водоотведения в целом, должны отвечать условиям будущей эксплуатации при возрастающих объемах водопотребления. Конструкция насосной станции должна предусматривать возможность модернизации и расширения, замены установленного оборудования на более мощное, обеспечивающее увеличение подач и напоров.

§ 2. 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 вышеперечисленных сооружений могут функционально объединяться или отсутствовать в схеме насосной станции.

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

В зависимости от типа насосного оборудования различают насосные станции с горизонтальными и вертикальными, 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.

ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

§ 3. Типы основных насосов

В насосных станциях, разрабатываемых студентами в курсовом проекте, проектируются, в основном, центробежные насосы.

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

На водопроводных насосных станциях чаще всего устанавливаются горизонтальные насосы двустороннего входа типа Д, а при подачах до $0,08\text{ м}^3/\text{с}$ — 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 $1\text{ м}^3/\text{с}$) 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) или СДВ (то же, вертикальные), предназначенные для перекачивания сточных вод с $\text{pH} = 6\text{...}8,5$, плотностью до 1050 кг/м^3 , температурой до 80°C 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 , допустимой вакуумметрической высотой всасывания $H_{\text{вак}}^{\text{доп}}$ или допустимым кавитационным запасом $\Delta h^{\text{доп}}$. 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 и $H_{\text{вак}}^{\text{доп}}$ ($\Delta h^{\text{доп}}$) даже при постоянной частоте вращения рабочего колеса переменны и зависят от подачи Q . Графики зависимости основных параметров насоса от

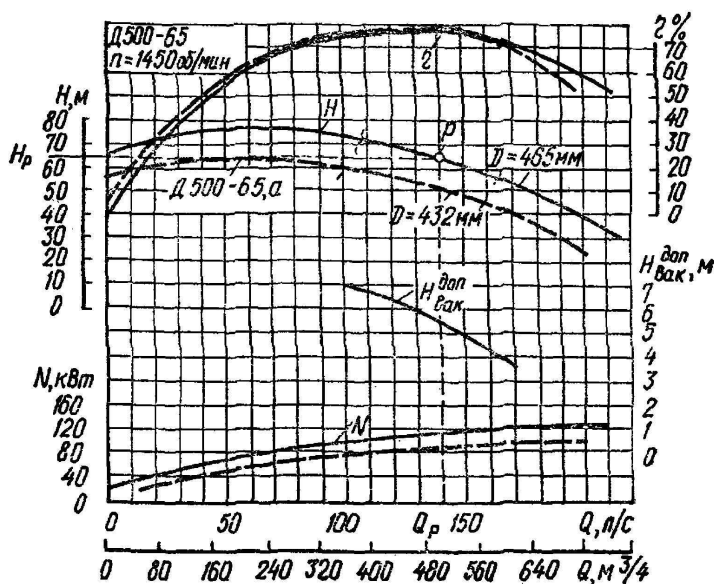


Рис. 2. Характеристики центробежного насоса

подачи называются *характеристиками насоса* (рис. 2). 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.

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 °С при нормальном атмосферном давлении на отметке уровня мирового океана.

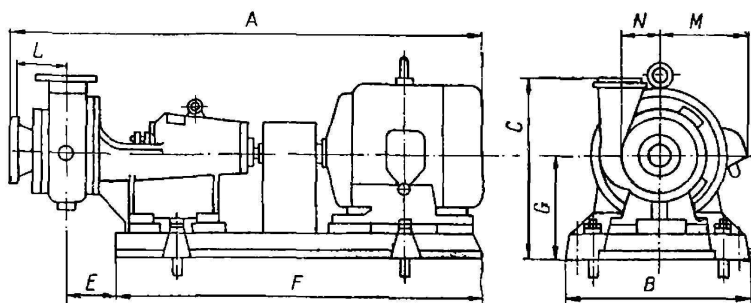


Рис. 3. Общий вид и габаритные размеры насосов типа К (СД, Гр) с электродвигателями

Центробежные консольные насосы типа К и КМ. Эти насосы — горизонтальные, одноступенчатые, с рабочим колесом одностороннего входа, консольно расположенным на конце вала насоса (рис. 3). Напорный патрубок может быть повернут на 90, 180 и 270° в зависимости от условий компоновки. Смазка подшипников — жидкая.

Консольные насосы выпускаются двух модификаций: собственно насос без двигателя — К, соединяемый с двигателем упругой муфтой, и в моноблочном исполнении — КМ.

Консольные насосы маркируются так: после букв К или КМ в числителе указана подача, $\text{м}^3/\text{ч}$, а в знаменателе — напор, м, например, К-160/30. Сводный график полей $H = f(Q)$ насосов К и КМ приведен на рис. 4, размеры насосов — в прил. 4, а технические характеристики — в табл. 25 справочника [15].

Центробежные насосы с двусторонним подводом воды к рабочему колесу типа Д. Насосы этого типа — горизонтальные, одноступенчатые, с полуспиральным подводом воды.

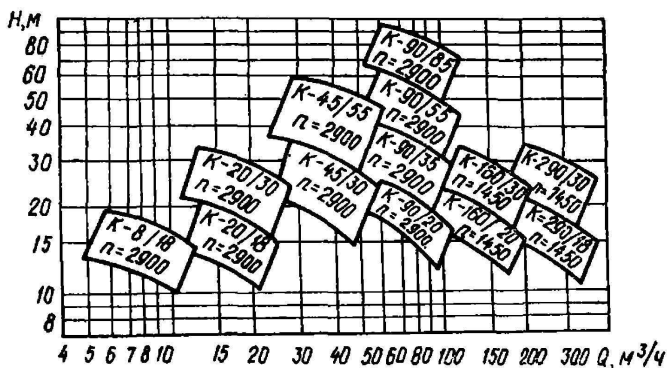
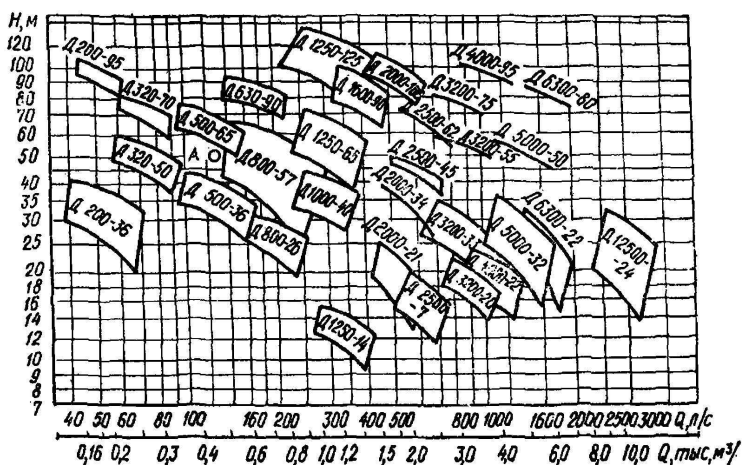


Рис. 4. Сводный график полей насосного типа К (КМ)



Корпус насоса чугунный, имеет горизонтальный разъем в плоскости расположения оси вала, что позволяет производить разборку и ремонт насоса без демонтажа трубопроводов.

Насосы с двусторонним подводом маркируются буквой Д, после буквы приводятся две цифры: первая указывает подачу, м³/ч, вторая — напор, например Д3200-75. Сводный график полей насосов типа ДД приведен на рис. 5, их характеристики — в прил. 1, а габаритные размеры можно принимать по табл. 4 и 5 справочника [15].

Вертикальные центробежные насосы типа В. Своей конструкцией эти насосы напоминают консольные, расположенные вертикально (рис. 6). 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