

Кафедра «ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

Санитарно-технические устройства зданий

(дисциплина)

# Подбор и расчет установок для повышения напора

Лекция № 4

1 академический час

Хойшиев Амирхан Нурдинулы

(ФИО преподавателя)

[amirxan1979@mail.ru](mailto:amirxan1979@mail.ru)

(Электронная почта преподавателя )

## ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Водонапорные регулирующие емкости, расчет бака.
2. Насосные установки. Правила установки насосного оборудования, подбор насосного оборудования.
3. Гидропневматические установки.

## ГЛОССАРИЙ:

1. **санитарно-техническая арматура:** Устройства, позволяющие регулировать и распределять жидкости, транспортируемые по трубопроводам, подразделяющиеся на предохранительную (клапаны), регулирующую (вентили, регуляторы давления) и запорную арматуру (вентили, задвижки).
2. **ввод водопровода:** Ответвление от наружной сети до водомерного узла.
3. **клапан сброса давления:** Клапан, приводимый в действие давлением, удерживаемый в закрытом состоянии пружинным устройством или другими средствами и предназначенный для автоматического сброса давления, на которое установлен этот клапан.

Существуют три способа повышения напора в сетях водоснабжения зданий: с помощью напорно-запасных баков; используя центробежные насосы; применяя гидропневматические установки.

Для повышения напора самыми первыми стали использовать напорно-запасные баки. Дело в том, что первые водопроводы зданий работали в переменном режиме. Днем вода подавалась в наружную водопроводную сеть и ее водораздаточные устройства, а в ночное время напор в сети города возрастал за счет снижения водопотребления, и тогда вода поднималась до уровня баков, заполняя их, т.е. вода запасалась ((аккумулировалась) для дневного водопотребления в системе внутреннего водопровода. Таким образом, напорно-запасные баки в первую очередь выполняли регулирующую роль, возмещая разницу в подаче и потреблении воды. С этой задачей напорно-запасные баки справлялись потому, что жилые здания были малоэтажными и ночного напора в городской сети было достаточно для подачи воды в баки, которые обычно располагались на чердаках. Но как только здания стали увеличиваться по высоте и превысили величину напора городского водопровода, подобная схема внутреннего водопровода оказалась неработоспособной, и поэтому стали применять схему с дополнительными центробежными насосами.

Достоинствами напорно-запасных баков являются: рациональное использование энергии насосов городской водопроводной сети;

осреднение расчетных секундных расходов воды до величины среднечасовых, что влечет за собой снижение нерационального расхода электроэнергии.

Недостатками же применения напорно-запасных баков являются:

- возможность ухудшения высокого качества воды городского водопровода из-за попадания пыли через неплотно, закрытые крышки баков, скопления окиси железа и пр.;
- необходимость усиления перекрытия, на котором приходится устанавливать баки, так как они с запасом воды представляют собой значительную сосредоточенную нагрузку;
- большие материальные потери при переливе воды и др.

Центробежные насосы не имеют недостатков, характерных для напорно-запасных баков. Во-первых, при использовании центробежных насосов не нарушается герметичность подачи воды, что гарантирует ее высокое качество. Во-вторых, они удобны в эксплуатации и достаточно-просты при монтаже, и, кроме того, привычны, несмотря на то, что не лишены недостатков:

- являются источниками шума и вибрации, поэтому их не рекомендуется устанавливать в помещениях, расположенных под спальными комнатами или помещениями, в которых может находиться  $\geq 50$  чел.; лучше всего их размещать в отдельно стоящем здании (например, ЦТП);
- нерационально расходуют электроэнергию, так как до сих пор подбор насосов для внутренних водопроводов производился как функция произведения расчетного расхода воды на вводе (т. е. на все здание) на величину недостающего напора для подачи к самому верхнему водоразборному крану и днем и ночью, т. е. еще в проекте закладывается весьма значительный перерасход электроэнергии.

Гидропневматические установки компенсируют недостатки и положительные стороны напорно-запасных баков и центробежных насосов, но они гораздо сложнее устроены. Самым большим недостатком их применения является то, что их монтаж и эксплуатация предусматривают более высокую техническую культуру обслуживающего персонала. Кроме того, гидропневматические установки относятся к категории оборудования высокого давления и поэтому они подлежат контролю, что также ограничивает распространение гидропневматических установок. Многие же считают, что гидропневматические установки относятся к наиболее прогрессивному водоподъемному оборудованию и их применение для целей водоснабжения зданий оправдано как в экономическом, так и в техническом отношении.

- **Напорно-запасные баки** применяются для создания запаса напора воды, необходимого в случае снижения напора в наружной водопроводной сети, в часы отключения насосов при постоянном недостатке напора, при повышенных залповых расходах воды, а также при необходимости создания строго определенных напоров во внутренних водопроводных сетях.
- В коммунальных прачечных и банях для создания запасов воды и возможности применения водоразборных кранов пробочного типа устанавливают баки для холодной и горячей воды.
- Напорно-запасные баки, а также гидропневматические установки изготавливают из металла (в подавляющем большинстве - из стали). Снаружи и внутри их покрывают антикоррозийной защитой, при этом для внутренней защиты допускается применять материалы, разрешенные санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава.

Естественно, что напорно-запасные емкости (водонапорные баки, баки-аккумуляторы, гидропневматические установки) должны устанавливаться в вентилируемом помещении с положительной температурой. Наименьшая высота помещения допускается равной 2,2 м.

Расстояния между напорно-запасными баками и строительными конструкциями должны быть не менее 0,7 м; между баками и строительными конструкциями, но со стороны расположения поплавковых клапанов на подающем трубопроводе - не менее 1,0 м; от верха бака до перекрытия - не менее 0,6 м; от поддона до дна бака - не менее 0,5 м.

При выборе конструкции бака в плане руководствуются следующими соображениями: круглые в плане баки имеют более тонкие стенки, не требуют ребер жесткости, т. е. они более рациональны, с точки зрения сопротивления материалов, но прямоугольные более полно используют объем выделенных для размещения помещений.

### РАСЧЕТ НАПОРНО-ЗАПАСНЫХ БАКОВ

Полная вместимость напорно-запасных баков в жилых и общественных зданиях состоит из суммы регулирующего объема емкости и противопожарного запаса воды и определяется по формуле

$$V = BW + W_n,$$

где  $W$  - регулируемый объем емкости, м<sup>3</sup>;  $W_n$  - противопожарный запас воды, м<sup>3</sup>;

$B$  - коэффициент запаса вместимости бака, принимаемый равным: 1,2-1,3 - при использовании насосных установок, работающих в повторно-кратковременном режиме, 1,1 - при производительности насосных установок менее максимального часового расхода воды.

Противопожарный запас воды принимается из расчета работы двух пожарных струй производительностью 2,5 л/с каждая в течение 10 мин при общем расчетном числе струй две и более и одной - в остальных случаях (п. 6.9 СНИП 2.04.01-85). Таким образом, пожарный запас равен  $2,5 \times 2 \times 60 \times 10 = 3000$  л или же 1500 л.

Определение расчетной величины регулирующего объема напорно-запасных баков может быть легко проведено путем сопоставления графиков суточного водопотребления и водоподачи. Реальные графики водопотребления получить трудно. Здания одного и того же назначения могут иметь весьма различные графики водопотребления. Очевидно, что рассчитывать систему внутреннего водопровода со всем оборудованием на наибольшие значения расходов воды означает, с одной стороны, ее удорожание, а с другой - повышение надежности ее функционирования. Вторым фактором наверно будет приоритетным для зданий, не допускающих перерывов подачи воды (больницы, бани и т. п.).

С другой стороны, регулирующий объем зависит и от режима подачи воды: чем ближе график водоподачи к графику водопотребления, тем она меньше.

Определение регулирующего объема баков в зданиях без установки насосов-повысителей. В то время, когда напор воды в городской сети достаточен для подачи ее в баки, вода поступает в водопроводную систему и одновременно наполняет баки.

Объем определяется по расходу воды, который требуется возместить из баков за период времени, когда напор в городской сети недостаточный.

В том случае, когда этот период в течение суток всегда один (например, в дневное время) и его продолжительность известна, объем бака можно вычислить по формуле

$$W = Tq_{hr,m}^c$$

где  $q_{hr,m}^c$  - среднечасовой расход холодной воды, м<sup>3</sup>; T – период недостатка напора в течение суток, ч.

При длительных периодах недостатка напора объем бака может достигать значительных величин (до 0,50...0,75  $\sum q$ ). Если же периоды недостатка будут в течение суток наблюдаться неоднократно, чаще всего во время утренних и вечерних часов, то расчетный объем бака будет уменьшен за счет частичного заполнения бака в промежутки достатка напора.

Определение емкости напорно-запасных баков при питании от насосов - повысителей напора. Совместная работа насосов и баков ведет к снижению емкости баков. Объем баков будет зависеть от режима работы насосов, т. е. от частоты их включения и выключения.

- Таким образом, в основе правильного решения регулирующей емкости баков лежит правильный выбор коэффициента часовой неравномерности водопотребления, что позволяет приблизиться с наибольшей степенью точности к реальному водопотреблению в проектируемом здании.
- Согласно СНиП п. 13.4, регулирующие объемы рекомендуется определять по формулам:



а) для водонапорного (напорно-запасного) или гидропневматического бака при производительности насоса, превышающей наибольший часовой расход

$$W = q_{hr}^{sp} / 4n$$

где  $n$  - допустимое число включений насосной установки за 1 ч, принимаемое для установок с открытым баком 2-4, для установок с гидропневматическими баками — 6-10. Большее число включений в 1 ч принимается для установок небольшой мощности (до 10кВт);  $q_{hr}^{sp}$  – производительность насоса, м<sup>3</sup>/ч.

б) для водонапорного бака или резервуара при производительности насосной установки менее максимального часового расхода

$$W = \varphi T q_{hr,m}$$

где  $T$  – расчетное время, ч, потребления воды (сут, смена);  $q_{hr,m}$  – средний часовой расход воды;  $\varphi$  - относительная величина регулирующего объема, определяемая по формулам для двух случаев:

1) при непрерывной работе насосной установки с различной производительности в течение суток наибольшего водопотребления в режиме долгосрочных включений

$$\varphi_1 = 1 - K_{hr}^{sp} + (K_{hr} - 1) \left( \frac{K_{hr}^{sp}}{K_{hr}} \right)^{K_{hr} / (K_{hr} - 1)}$$

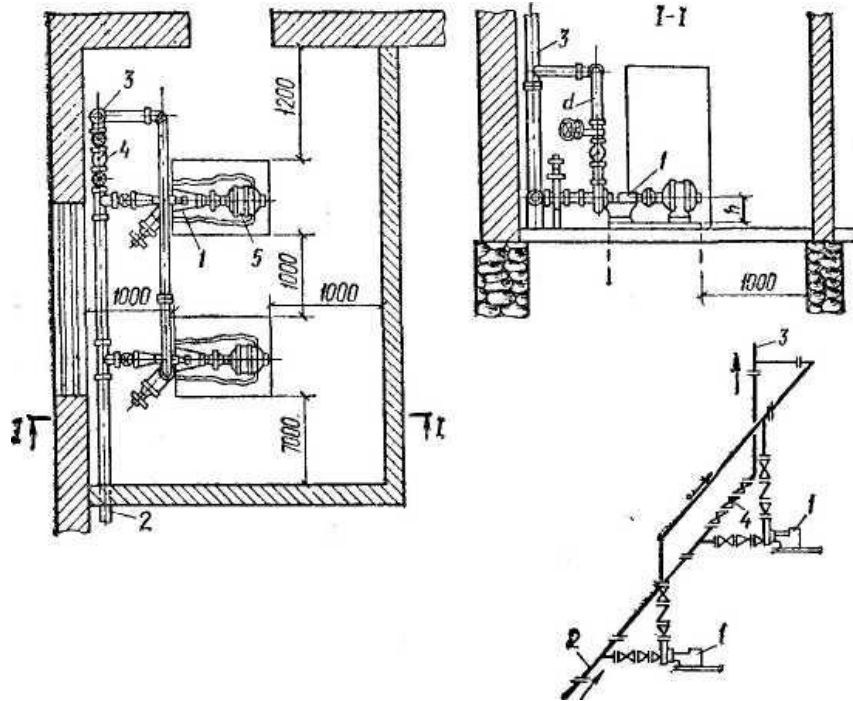
где  $K_{hr}^{sp}$

$K_{hr}$  — то же, потребления воды в сутки максимального водопотребления;

2) при равномерной и непрерывной работе насосной установки в части периода водопотребления, включающие также часы наибольшего водопотребления

$$\varphi_2 = 1 - K_{hr}^{sp} + (K_{hr} - 1) \left( \frac{K_{hr}^{sp}}{K_{hr}} \right)^{K_{hr} / (K_{hr} - 1)} + \left( \frac{(K_{hr}^{sp} - 1)}{K_{hr}^{sp}} \right)^{K_{hr}}$$

Запас воды в баках-аккумуляторах (в том числе для системы горячего водоснабжения), устанавливаемых в бытовых зданиях и помещениях промышленных предприятия, определяется в зависимости от продолжительности их заполнения в течение смены и принимается при числе установленных душевых сеток: 10-20-2 ч; 21- 30-3 ч и 31-40-4 ч.



## НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ НАСОСОВ И ВЫБОР СХЕМЫ ИХ УСТАНОВКИ

Насосные установки, подающие воду на хозяйственно-питьевые, противопожарные и циркуляционные нужды, следует, как правило, располагать в отдельно стоящих зданиях центральных тепловых пунктов, в бойлерных и в котельных.

Располагать насосные установки (кроме установок противопожарного назначения) непосредственно под жилыми квартирами, детскими или групповыми комнатами детских садов и яслей, классами школ, больничными помещениями, рабочими комнатами административных зданий, аудиториями учебных заведений не допускается.

Насосные установки противопожарного назначения допускается располагать в первых и подвальных этажах зданий I и II степени огнестойкости из несгораемых материалов; при этом помещения насосных установок должны отапливаться, должны быть отгорожены несгораемыми перегородками, иметь несгораемые перекрытия. Помещения противопожарных насосных установок должны иметь отдельный выход наружу или на лестничную клетку.

Противопожарные насосы целесообразно устанавливать в первую очередь на первом и втором вводах водопровода в здание. В связи с тем, что противопожарные насосы работают эпизодически, разрешается устанавливать их под любыми помещениями, лишь бы были обеспечены надежность работы и доступ персонала к ним.

Число рабочих и резервных насосных агрегатов выбирается согласно требованиям СНиП «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», с учетом параллельной или последовательной работы насосов в каждой ступени в зависимости от категории. Система водоснабжения зданий при питании от городского водопровода по степени обеспеченности подачи воды, согласно п. 4.4 СНиП, относится ко II категории, так как перерыв в подаче холодной воды не допускается более 6 ч. В этом случае рабочие хозяйственно-питьевые насосы должны иметь по одному резервному агрегату для каждой группы (ступени) насосов. Пожарные насосы включаются в число рабочих<sub>1</sub> агрегатов.

## ПОДБОР ПОВЫСИТЕЛЬНЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК. ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ НАСОСОВ

Насос подбирается из условия обеспечения наиболее тяжелого режима работы внутридомового водопровода - максимального водоразбора при наименьшем возможном давлении в городской водопроводной сети. Тогда напор для системы холодного и горячего водоснабжения  $H_p$ , развиваемый повысительной установкой, определится по формуле

где  $H_{\text{tot},i}$  — сумма потерь напора в трубопроводах системы водоснабжения, м, определяемая согласно § 28;  $H_{\text{geom}}^{\wedge}$  — геометрическая высота подъема воды, м, считая от оси насоса до требуемого санитарно-технического прибора;  $H_f$  — нормативный свободный напор у санитарно-технического прибора, м;  $H_e$  — наименьший гарантированный напор в наружной водопроводной сети.

Требуемый напор повысительной установки для системы горячего водоснабжения, в которой разность напоров в системах холодного и горячего водоснабжения при применении циркуляционно-повысительных насосов превышает 10 м, определяется по формуле

$H_p = H_{\text{geom}} + Z_{\text{fjrfj}} + H_f + H_g - H_{\text{PciTi}}$  где  $H_{\text{PciTi}}$  — напор циркуляционно-повысительного насоса, м,

В системах водоснабжения зданий (особенно для группы зданий) широко используют консольные насосы — горизонтальные одноступенчатые, с односторонним горизонтальным подводом воды к рабочему колесу, они изготавливаются двух типов: К — с горизонтальным валом на отдельной опорной стойке; КМ — с горизонтальным валом моноблочные с электродвигателем. Насосы серии К изготавливают с подачей 5—360 м<sup>3</sup>/ч (1,4—100 л/с) напорами 10—90 м. Моноблочные насосы серии КМ имеют близкие аналогичные характеристики с консольными насосами К, но более предпочтительны, так как не имеют муфты, соединяющей вал электродвигателя и ведомый вал насоса, поэтому они работают с меньшим шумом. 12

**ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ. СХЕМЫ УСТАНОВОК**  
Гидропневматические установки ввиду своих особенностей и преимуществ представляют собой наиболее совершенные, экономичные и целесообразные для систем внутренних водопроводов зданий. При использовании установок легко можно автоматизировать включение насосов в действие. Кроме того, они имеют небольшую стоимость и относительно небольшие капитальные затраты при установке.

Гидропневматические установки могут быть переменного и постоянного давления. В общем виде гидропневматическая установка состоит из герметичного водяного бака, насоса, устройств пополнения запаса воздуха [(компрессора) или струйного регулятора воздуха, воздушного бака, комплекта приборов автоматического управления.

Принцип работы установки заключается в следующем: вначале в водяной бак подается сжатый воздух (или запасается в воздушном баке) под большим давлением по сравнению с рабочим. В процессе водоразбора в водопроводной сети давление в баке будет снижаться. В момент, когда давление снизится до допустимого минимума  $P_{min}$ , с помощью реле давления и шкафа автоматического управления включается двигатель насоса, который начинает опять подавать воду в бак. Во время подачи воды давление в баке будет возрастать до прежних пределов. Так как в системе имеются потери воздуха, то приходится предусматривать устройства для восстановления запаса воздуха (струйный регулятор запаса воздуха). При достижении максимального значения давления насос также автоматически отключается. Таким образом, гидропневматическая установка работает циклически с промежутками между включениями насосов тем большими, чем меньше водопотребление в водопроводной сети.

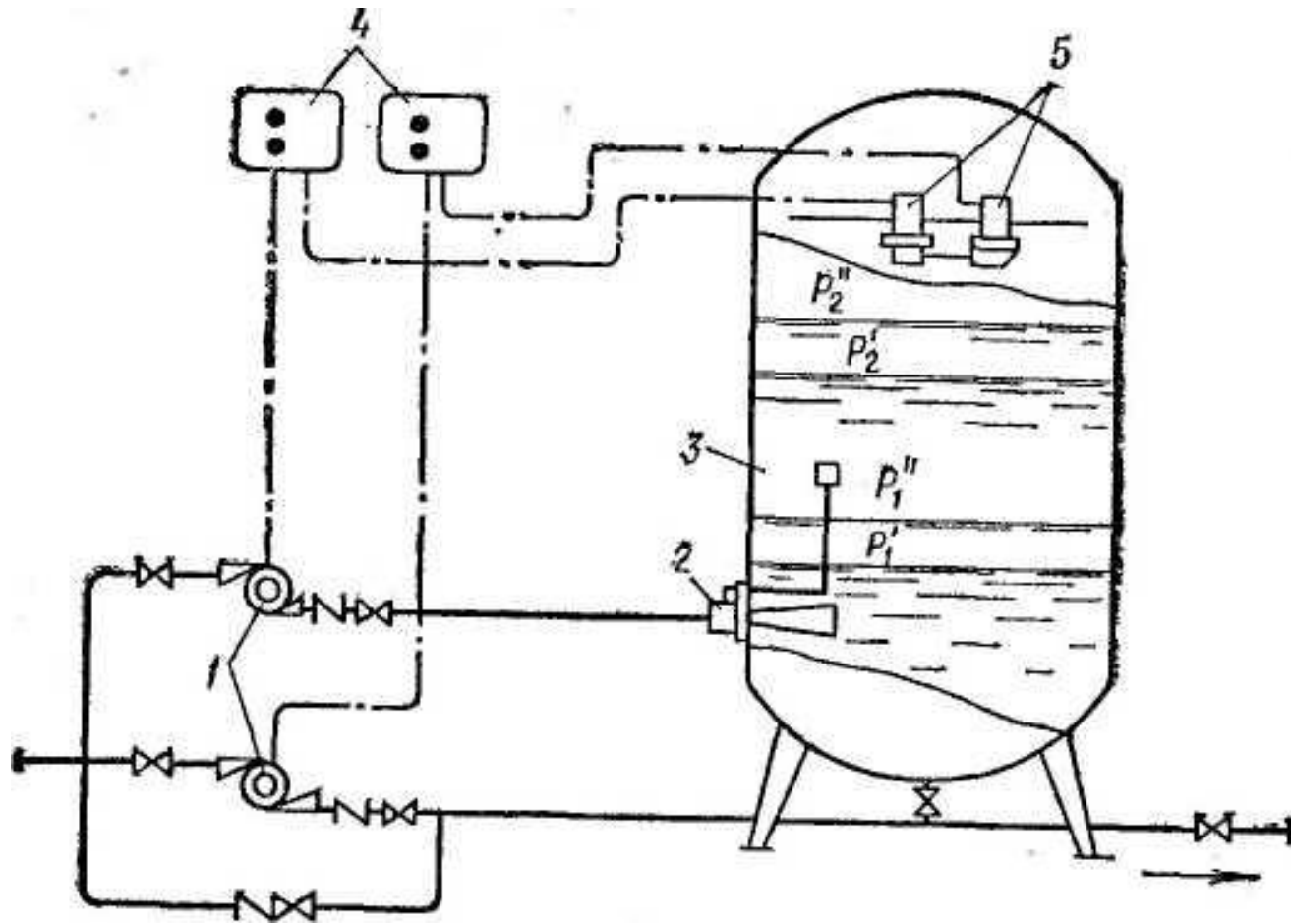


Рис. 6.9. Принципиальная схема гидропневматической установки  
1 —насос; 2, 5 —реле давления; 3— гидропневматический бак;  
4 —шкаф управления

## **Вопросы для самоподготовки:**

- 1. Системы водоснабжения зданий с насосами подкачки и водонапорными баками, конструирование, режим работы, расчет.**
- 2. Насосы подкачки, правила установки, расчет требуемых параметров насосов при различных схемах водоснабжения.**
- 3. Пневмоустановки, правила установки, расчет.**
- 4. Установки для перекачки сточных вод. Требования к ним.**

# Литература и ссылки на интернет ресурсы:

- **СНиП РК 4.01-41-2006 Внутренний водопровод и канализация зданий. Астана. Комитет по ДСиЖКХ МИиТ РК, 2008;**
- **Шевелёв Ф.А. Таблицы для гидравлического расчёта стальных, чугунных, асбестоцементных и пластмассовых труб. М. Стройиздат, 1975;**
- **Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчёта канализационных сетей и дюкеров. М. Стройиздат, 1974;**
- **Кедров А.С. Санитарно – техническое оборудование зданий. М. Высшая школа, 1974;**
- **Справочник проектировщика. Отопление, водопровод, канализация. /Под редакцией Староверова Н.Г./ М. Стройиздат, 1982;**
- **Справочник монтажника. Оборудование водопроводно– канализационных сооружений. /Под редакцией Москвитина А. С./ М. Стройиздат, 1979.**