IMPPUMPS®
Intelligent Motor Pumps

75 YEARS

2026/2027

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СИСТЕМЫ

ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

NMT NEW MOTOR TECHNOLOGY

ErP Ready NewMotorTechnolgy

10 ЛЕТ В РОССИИ

www.imp-pumps.ru
www.imp-pump.ru



Завод IMP PUMPS в г. Коменда













О КОМПАНИИ

Компания IMP PUMPS (Словения) является производителем насосного оборудования более 75 лет. Производство компании расположено в городах Коменда и Метлика.

ООО «ИМП ПАМПС РУС» — это представительство завода IMP PUMPS, которое осуществляет поставку оборудования на Российский рынок и его сервисное обслуживание.

Основное направление производства IMP PUMPS — циркуляционные насосы для систем отопления, горячего водоснабжения, вентиляции, охлаждения и кондиционирования. Линейка насосов представлена энергоэффективными и стандартными, резьбовыми и фланцевыми, одиночными и сдвоенными насосами, насосами с корпусом из чугуна с катафорезным покрытием и нержавеющей стали/бронзы, с мокрым и сухим ротором, а также многоступенчатыми насосами.

ПРЕИМУЩЕСТВА РАБОТЫ С IMP PUMPS

- Надежное и энергоэффективное насосное оборудование для различных областей применения.
- Производство компании IMP PUMPS находится в Словении, что обеспечивает оптимальные сроки поставки.
- Онлайн программа подбора оборудования IMP PUMPS в открытом доступе.
- Техническая поддержка на стадиях проектирования, монтажа и эксплуатации оборудования.
- Компания IMP PUMPS имеет развитую сеть партнеров на всей территории России.



Содержание

Введение **4**
История компании IMP PUMPS 7

История насосной техники **8**
Водоснабжение 8
Отопление 9
Отведение сточных вод 11

Напорные системы **13**
Открытая система водоснабжения 13
Замкнутая система водоснабжения 14

Вода как средство транспортировки **15**
Удельная теплоёмкость 15
Увеличение и уменьшение объёма 16
Характеристики кипения воды 17
Расширение воды при нагревании и защита от избыточного давления 18
Давление 19
Кавитация 19

Конструкции центробежных насосов **21**
Самовсасывающие и нормальновсасывающие насосы 21
Работа центробежных насосов 22
Коэффициент полезного действия (КПД) насоса 23
Потребление энергии центробежными насосами 24
Насосы с мокрым ротором 25
Насосы с сухим ротором 27
Высоконапорные центробежные насосы 29

Характеристики **31**
Характеристики насосов 31
Характеристика системы 32
Рабочая точка 33

Регулирование параметров насоса в зависимости отопительной нагрузки **35**
Сезонные изменения температуры 35
Переключение часторы вращения насоса 36
Бесступенчатое регулирование частоты вращения 36
Способы регулирования 37

Примерный расчет параметров насоса для стандартных систем отопления **41**
Подача насоса 41
Напор насоса 41
Пример 42
Результаты примерных расчетов параметров насоса 43
Программа подбора насосного оборудования 43
Схематическое представление системы отопления с гидравлической балансировкой 44
Гидравлические системы от «А» до «Я» 45
Регулирование циркуляционных насосов с электронным управлением 45
Системы с несколькими насосами 46

Введение

Современная жизнь немыслима без насосов. Эффективно и безопасно для окружающей среды насосы перемещают любые жидкости — горячие и холодные, чистые и с загрязнениями, обеспечивая комфортные условия жизни каждому человеку.

Данная брошюра содержит большой объем информации, начиная с ранних разработок и самых простых решений и заканчивая сложными техническими продуктами, а также призвана дать общее представление о том, где и как могут и должны использоваться насосы.

Брошюра наглядно демонстрирует комплексные связи, возникающие в процессе эксплуатации насосов, и объясняет, как можно оптимизировать эксплуатацию с помощью современных электронных средств управления.

По сравнению со всей системой отопления здания циркуляционный насос является одним из самых маленьких компонентов системы с точки зрения размеров и первоначальной стоимости. Однако, именно он обеспечивает надлежащее функционирование всех остальных компонентов.

Если провести сравнение, например, с человеческим организмом, то можно уверенно сказать: насос — это сердце системы!

Использование насосов

В системах жизнеобеспечения зданий используется множество насосов. Насосы выполняют самые разнообразные функции. Наиболее известный из насосов — циркуляционный насос для систем отопления.

Помимо циркуляционных насосов в системах разного назначения используются:

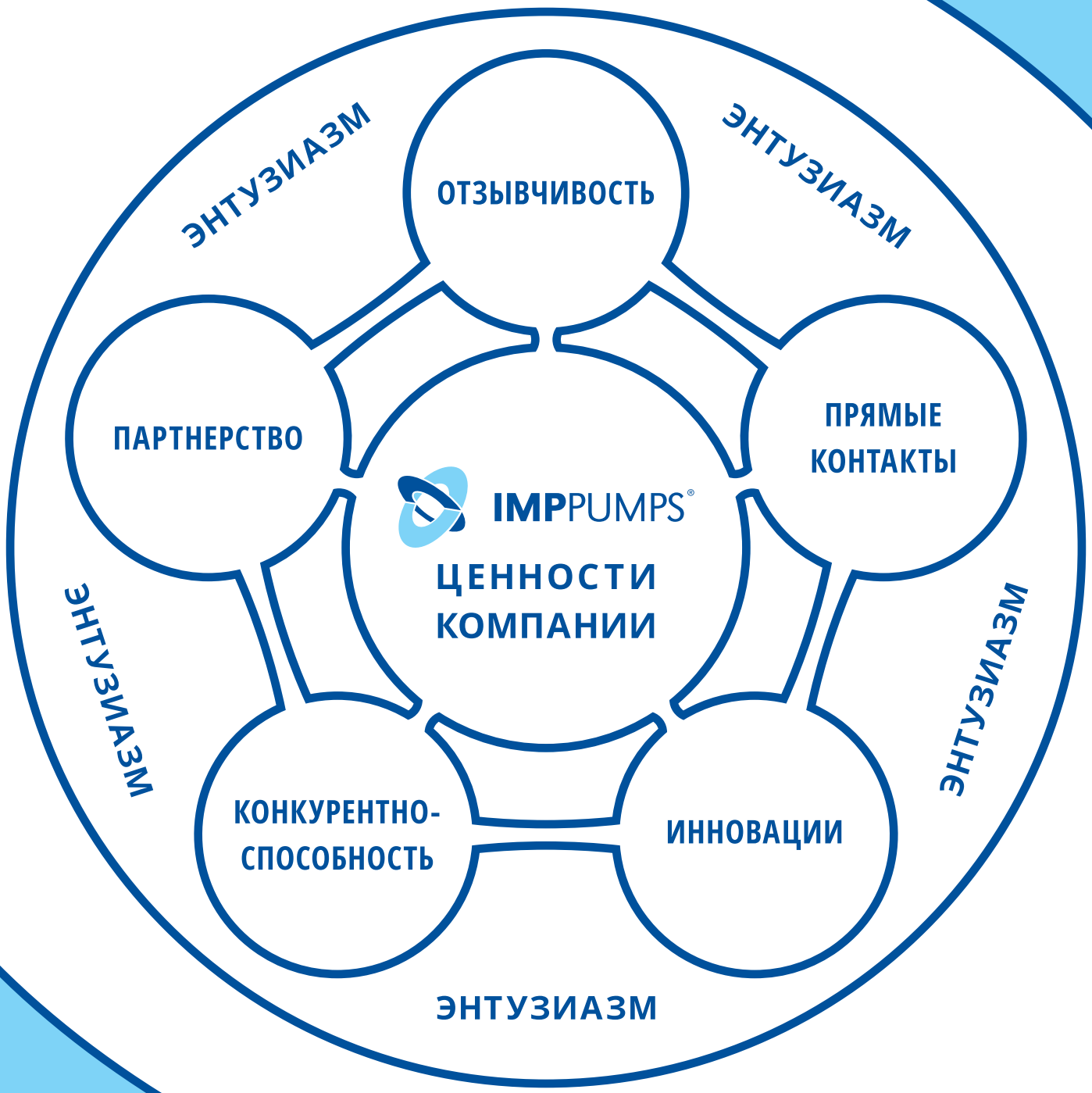
- насосные установки для повышения давления, необходимые для подачи воды в здание при недостаточном давлении в системе городского водоснабжения;
- насосы для систем ГВС, обеспечивающие подачу горячей воды в любое время;
- насосы для отвода и дренажа сточных и грязных вод;
- насосы для противопожарного применения;
- насосы для холодной воды и систем охлаждения;
- многие другие.



При выборе насосов следует учитывать, что различные перекачиваемые жидкости могут иметь разные вязкости, такие как, например, неочищенные сточные воды или водно-гликолевые смеси. Кроме того, необходимо выполнять требования региональных стандартов и нормативов, определяющих выбор того или иного насоса и технологии, например, взрывозащита, стандарт питьевой воды.

Целью настоящей брошюры является объяснение основ выбора и работы насосов лицам, проходящим профессиональную подготовку или переподготовку. Использование простых, понятных описаний, иллюстраций и примеров позволяет заложить достаточную базу знаний для применения на практике. Благодаря полученной информации правильный выбор и эксплуатация насосов становятся обычным делом.




ЭНТУЗИАЗМ
ОТЗЫВЧИВОСТЬ
ЭНТУЗИАЗМ
ПАРТНЕРСТВО
ПРЯМЫЕ КОНТАКТЫ
IMPPUMPS®
ЦЕННОСТИ КОМПАНИИ
ЭНТУЗИАЗМ
ЭНТУЗИАЗМ
КОНКУРЕНТНО-СПОСОБНОСТЬ
ИННОВАЦИИ
ЭНТУЗИАЗМ

История компании IMP Pumps d.o.o. (Словения)

IMP PUMPS путь к успеху

1947 год

Основание предприятия Словении как части промышленной группы IMP. Изначально компания занималась производством насосного оборудования и развитием технологий перекачки жидкостей.

1980–1999 годы

После экономических и политических изменений в регионе компания успешно адаптировалась к новым рыночным условиям и продолжила самостоятельное развитие. В период 1997–1999 годов была проведена приватизация, сопровождавшаяся инвестициями в исследования и разработки, маркетинг и информационные технологии.

2000 годы

Предприятие прошло реструктуризацию и получило современное название IMP Pumps d.o.o. Одновременно была принята стратегия активного расширения экспортных рынков и развития международной сети продаж.

После вступления Словении в Европейский союз компания значительно усилила свое присутствие на европейском рынке, расширив сотрудничество с партнерами и дистрибьюторами в различных странах.

Развивая технологии IMP PUMPS инвестирует значительную часть ресурсов в собственные исследования и разработки. Компания стала одним из европейских производителей, внедривших высокоэффективные электронно-коммутируемые двигатели с постоянными магнитами и интеллектуальные циркуляционные насосы серии NMT, ориентированные на энергосбережение и цифровое управление.

В России компания имеет представительство ООО «ИМП ПАМПС РУС» с центральным офисом в Москве, осуществляющее поставку оборудования на Российский рынок и его сервисное обслуживание. Есть склады в Москве и Санкт-Петербурге. Для обеспечения продаж и сервисного обслуживания в регионах работает сеть региональных представителей в ЮФО и СКФО, УФО, СФО, ПФО.

Сегодня

Компания IMP PUMPS является словенским производителем насосов и насосных систем с производственными базами в Коменде (Komenda) и Метлике (Metlika). Порядка 96% продукции экспортируется, поставки осуществляются более чем в 80 стран мира. Компания выпускает циркуляционные насосы для систем отопления, охлаждения, горячего водоснабжения, солнечных систем и промышленного применения, делая акцент на энергоэффективности оборудования, а также соотношении «качество–цена».

Производство высококачественных циркуляционных насосов с использованием инновационных технологий создает предпосылки для уверенности покупателя в надежности продукта, его окупаемости и быстрого возврата инвестиций

Дамир Попович

История насосной техники

Водоснабжение

С незапамятных времен люди искали способы подъема жидкостей, особенно воды, на высоту. Это было необходимо для полива полей и наполнения фортификационных рвов, окружавших города и замки.

Простейший инструмент для забора воды — рука человека, причем две руки лучше, чем одна!

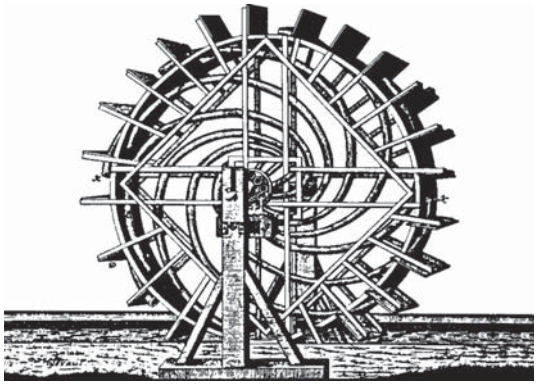
Поэтому наши изобретательные предки быстро догадались прикрепить глиняные сосуды к устройству для забора воды. Это был первый шаг к изобретению ковша. Несколько таких ковшей были прикреплены к цепи или колесу. Для вращения такого устройства и подъема воды использовалась мускульная сила людей или животных. При археологических раскопках такие ковшовые конвейеры, сделанные примерно в 1000 г. до н. э., были найдены в Египте и Китае. Приведенная ниже иллюстрация показывает реконструированную модель китайского водочерпательного колеса. Это колесо оборудовано прикрепленными глиняными горшками, из которых при достижении верхней точки выливается ранее набранная внизу вода.

Китайское водочерпательное колесо



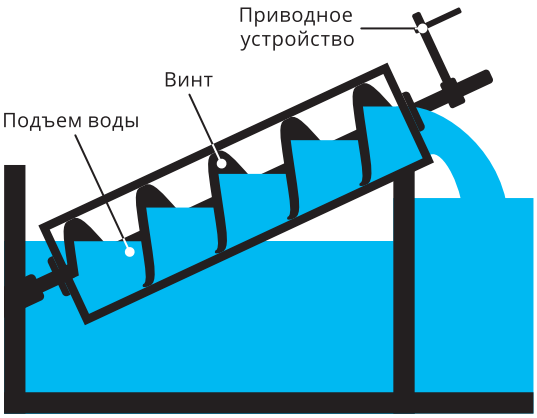
Оригинальное усовершенствование данного устройства было сделано в 1724 г. Джакобом Леопольдом (1674–1727), который присоединил к колесу изогнутые трубы. При повороте колеса вода двигалась к его оси. Течение воды в реке, в свою очередь, служило приводом для этой подъемной установки. Особого внимания в этой конструкции заслуживала форма труб. Она поразительно напоминала форму лопастей современных центробежных насосов.

Водяное колесо Джакобо Леопольда



Архимед (287–212 гг. до н. э.), великий ученый древности, изобрел винтовое водоподъемное устройство, позже названное в его честь. Это устройство поднимало воду с помощью вращающегося внутри трубы винта, но некоторое количество воды всегда стекало обратно, так как в те времена эффективные уплотнения были неизвестны. В результате, была выведена зависимость между наклоном винта и подачей. При работе можно было выбрать между большим объемом поднимаемой воды или большей высотой подъема. Чем больше наклон винта, тем больше высота подачи при уменьшении производительности.

Архимедов винт



При этом принцип работы механизма был очень похож на тот, по которому работают современные центробежные насосы. Характеристика насоса имеет аналогичную зависимость между напором и подачей. Из исторических источников мы знаем, что такие винтовые насосы работали при углах наклона от 37° до 45°. Они обеспечивали подъем воды на высоту от 2 до 6 м и имели максимальную подачу около 10 м³/ч.

Отопление

Системы отопления «гипокауст»

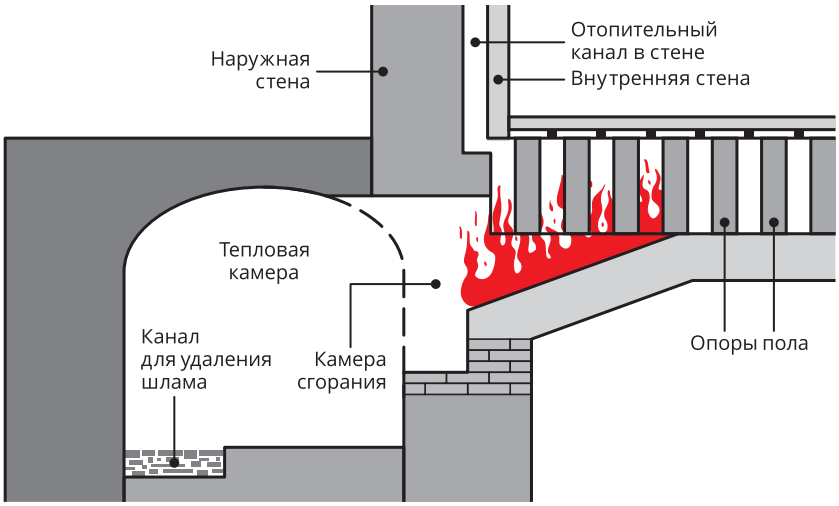
Ранее, при раскопках были обнаружены первые системы отопления «гипокауст» древних римлян. Они представляли собой раннюю форму систем подогрева пола. Дым и горячий воздух от открытого огня поступали по каналам через специальные камеры под пол, таким образом, осуществляя его подогрев. Затем газы выводились наружу по каналам в стенах.

В последующие века в замках и крепостях дымоходы над открытыми очагами проводились не строго вертикально вверх. Горячие топочные газы проходили по виткам дымоходов вдоль всех жилых помещений — это была одна из первых форм центрального отопления. Еще одним изобретением было разделение системы за счет устройства в погребах тепловых камер из камня. Огонь нагревал воздух, который затем направлялся прямо в жилые помещения.

Паровая система отопления

Паровая система отопления была побочным продуктом парового двигателя, широко использовавшегося во второй половине восемнадцатого века. Остаточный пар, который не превратился в конденсат в паровом двигателе, направлялся в жилые комнаты и помещения через теплообменники. Тогда же появилась идея использовать остаточную энергию паровой системы отопления для приведения в действие турбины.

Система отопления «гипокауст» времен Римской империи



Конвективная система отопления

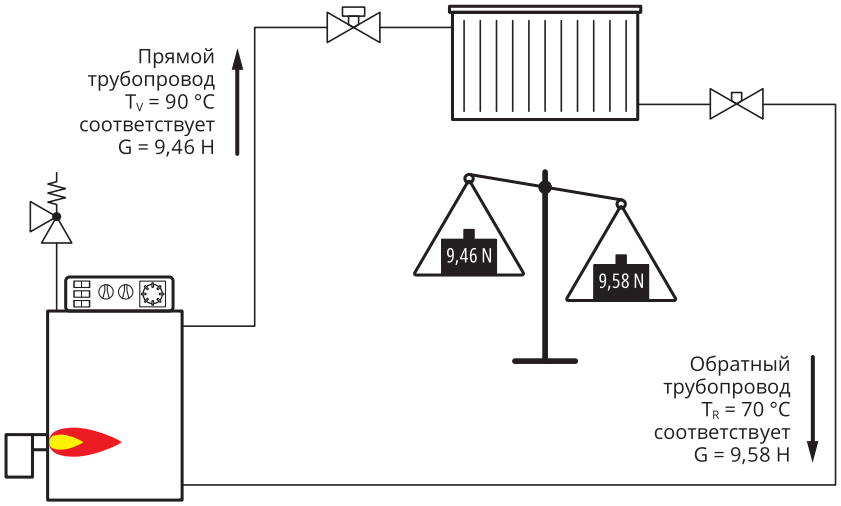
Следующим этапом эволюции стали конвективные системы отопления. Опыт показывал, что для обеспечения комнатной температуры 20 °C достаточно нагреть воду всего до 90 °C, что ниже ее точки кипения. Горячая вода поднималась вверх по трубам большого диаметра. После отдачи части тепла (охлаждения), вода возвращалась обратно в котел под действием силы тяжести.



Конвективная система отопления с котлом, расширительным баком и радиаторами

Отопление

Схема конвективной системы отопления



Движение воды вверх, а затем вниз совершается за счет разности плотностей теплой и остывшей воды.

В начале двадцатого века для того, чтобы ускорить прогрев таких систем отопления, создали так называемые «ускорители циркуляции» с установкой их в трубопроводы систем отопления.

Электродвигатели тех времен не могли быть использованы в качестве приводов, потому, что они в своей конструкции имели роторы с открытыми токосъемниками. Это могло привести к возникновению крупных аварий в системах, работавших на воде.

Первый циркуляционный насос

Так было, пока швабский инженер Готтлоб Баукнехт не изобрел закрытый или «закапсулированный» электродвигатель, после чего стало возможным использовать его в ускорителе циркуляции.

Колесо насоса в форме пропеллера было установлено в изгибе трубы. Оно приводилось в движение уплотняемым валом, который, в свою очередь, вращался двигателем.

Однако, тогда еще никто не использовал термин насос для такого ускорителя. Только много позже этот термин начали применять в таком контексте. Связано это с тем, что, как мы уже убедились, насосы ассоциировались с подъемом воды.

Такие ускорители циркуляции выпускались примерно до 1955 г. и их использование позволило снизить температуру нагрева воды для отопления.

Сегодня применяются разные системы отопления, наиболее современные из которых работают даже при еще более низких температурах воды. Без сердца системы отопления, каким является циркуляционный насос, применение отопительных систем такого типа невозможно.



Отведение сточных вод

Хотя водоснабжение всегда было особенно важно в жизни человека, эффективные системы отведения сточных вод появились очень поздно — слишком поздно, если сказать точнее.

Везде, в деревнях, поселках, городах, экскременты, грязь и канализационные отходы загрязняли улицы, проходы и другие открытые пространства.

Помимо ужасного запаха, это вызывало вспышки болезней и эпидемий. Водоемы загрязнялись, а подземные воды становились непригодными для питья.

Первая канализация была построена где-то между 3000 и 2000 г. до н.э. Под дворцом Минос в Кноссосе (Крит) были обнаружены кирпичные каналы и терракотовые трубы, служившие для сбора и отвода дождевой воды, воды из ванных и туалетов. Римляне строили канализации на и под улицами — самая большая и наиболее известная из них — городская «Клоака Максима», части которой поразительным образом сохранились до наших дней. Вода из нее поступала в реку Тибр (в городе Кельн в Германии до сих пор сохранилось несколько подземных тоннелей, выполнявших роль канализации во времена римлян).

Поскольку за прошедшие с тех пор тысячи лет особого прогресса в этой области не было достигнуто, неочищенные сточные воды сбрасывались в реки, каналы, озера и моря вплоть до девятнадцатого века. Индустриализация и рост городов привели к необходимости срочного решения проблемы эффективного отведения сточных вод.



Позднее появились законодательные акты и региональные требования о необходимости подсоединения таких систем к общественной канализационной сети.

Сегодня канализационные системы почти всех домов соединены напрямую с городской канализацией. Там, где это невозможно, используются установки для водоотведения и напорные системы водоотведения.

Промышленные и бытовые сточные воды отводятся через длинные канализационные системы, отстойники, очистные сооружения и водоосветлительные резервуары, проходя биологическую или химическую очистку. После обработки вода возвращается в естественные водоемы.

При отведении сточных вод используются самые различные насосы и насосные системы.





Напорные системы

Открытая система водоснабжения

Рисунок справа показывает элементы насосной системы, подающей жидкость из нижнего резервуара в резервуар, расположенный выше, то есть насос перемещает воду из нижнего резервуара на требуемую высоту.

Здесь недостаточно просто рассчитать производительность насоса для геодезической высоты нагнетания, потому что в последнем кране, например, в душе на самом верхнем этаже гостиницы, все равно должен быть обеспечен достаточный напор воды. Потери на трение о стенки трубопровода в напорном трубопроводе также должны быть учтены.

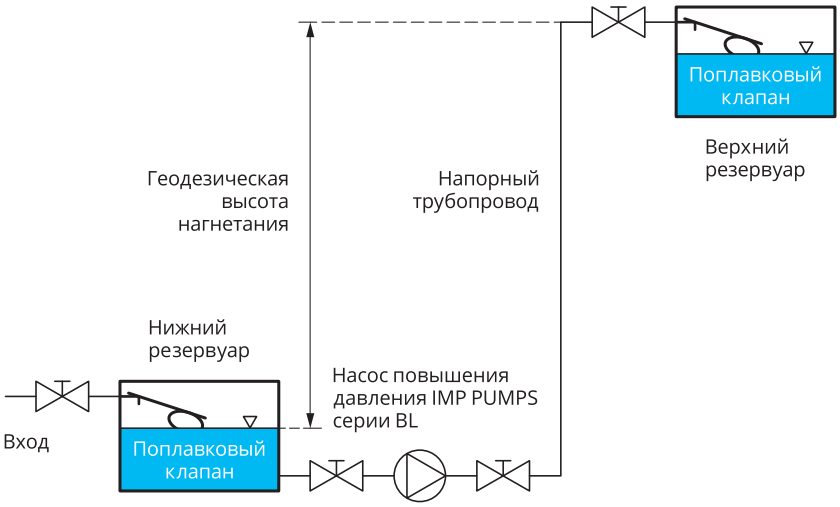
Напор насоса =
геодезическая высота нагнетания
+ динамическое давление
+ потери в трубопроводе.

Отдельные участки трубопровода должны перекрываться с помощью запорной арматуры для осуществления необходимого ремонта. Это особенно актуально для насосов, поскольку в противном случае придется сливать большое количество воды из напорных трубопроводов перед заменой или ремонтом насоса.

Кроме того, на нижнем и верхнем резервуарах должны быть установлены поплавковые клапаны или другие органы управления во избежание перелива.

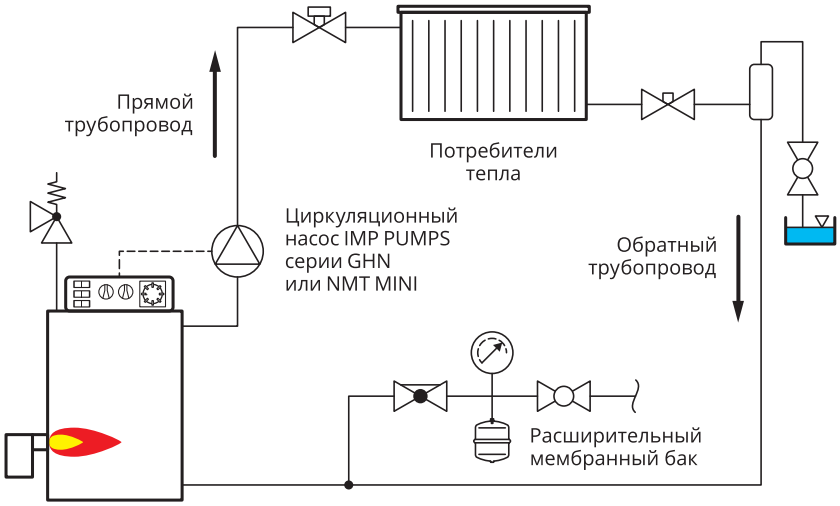
В дополнение в определенном месте напорного трубопровода можно установить реле давления, которое будет выключать насос после закрытия всех кранов, когда вода не расходуется.

Насосная система для подачи воды на высоту



Замкнутая (закрытая) система отопления

Замкнутая система отопления



Циркуляционная система на примере системы отопления.

Примечание:
Высота здания при расчете напора насоса не учитывается, так как вода, которую насос нагнетает в прямой трубопровод, возвращается к нему из обратного трубопровода.

Потребители тепла — это поверхности нагрева, расположенные в обогреваемых помещениях (радиаторы, конвекторы, отопительные панели и т.д.).

Тепло (тепловая энергия) перетекает из точек с более высокой температурой в точки с более низкой температурой и чем выше разность температур, тем интенсивнее тепловой поток. Эта теплопередача выполняется путем трех разных физических процессов:
- теплопроводности;
- конвекции;
- излучения.

В наши дни ни одну техническую задачу невозможно решить без хорошей системы управления. Таким образом, совершенно естественно, что блоки управления входят в состав каждой системы отопления. Наиболее простыми из них являются термостатические радиаторные клапаны, помогающие поддерживать постоянную комнатную температуру. Современные тепловые котлы, смесители и, конечно, насосы оснащаются современными механическими, электрическими и электронными устройствами управления.

На рисунке слева схематически показана система отопления.

Система отопления является замкнутой системой.

Чтобы было проще понять принцип работы такой системы, представьте, что вся вода в ней просто перемещается или циркулирует по замкнутому трубопроводу.

Систему отопления можно разделить на следующие элементы:
- тепловой генератор;
- система теплопередачи и теплораспределения;
- расширительный мембранный бак;
- потребители тепла;
- контрольно-измерительная аппаратура;
- предохранительный клапан.

В нашем случае тепловые генераторы представляют собой котлы, работающие на газе, мазуте или твердом топливе, а также проточные водонагреватели. К ним также относятся электрические накопительные водонагреватели с центральным нагревом воды, станции централизованного теплоснабжения и тепловые насосы.

Система теплопередачи и теплораспределения включает в себя трубопроводы, распределительные и накопительные станции и, конечно, циркуляционный насос.

Напор насоса системы отопления следует рассчитывать только по общему сопротивлению системы. Высота здания в рассмотрение не берется, поскольку вода, которую насос нагнетает в прямой трубопровод, возвращается к нему из обратного трубопровода.

Расширительный мембранный бак обеспечивает компенсацию меняющегося в зависимости от рабочей температуры объема воды в системе отопления, одновременно поддерживая постоянное давление.

Вода как средство транспортировки

В системах водяного отопления вода используется для передачи тепла от его генератора к потребителю

Наиболее важными свойствами воды являются
- теплоемкость;
- изменение объема при нагреве и при охлаждении;
- характеристики кипения при изменении внешнего давления;
- кавитация.

Рассмотрим данные физические свойства воды.



Удельная теплоёмкость

Важным свойством любого теплоносителя является его теплоемкость. Если выразить ее через массу и разность температур теплоносителя, то получится удельная теплоемкость.

Она обозначается буквой «си», имеет размерность кДж/(кг • K).

Удельная теплоемкость — это количество тепла, которое необходимо передать 1 кг вещества (например, воды), чтобы нагреть его на 1 °C. И наоборот, вещество отдает такое же количество энергии при охлаждении.

Среднее значение удельной теплоемкости воды в диапазоне между 0 °C и 100 °C составляет:

c = 4,19 кДж/(кг • K) или c = 1,16 Втч/(кг • K)

Количество поглощаемого или выделяемого тепла Q, выраженное в Дж или кДж, зависит от массы m, выраженной в кг, удельной теплоемкости «си» разности температур ΔT, выраженной в K.

В системах отопления ΔT — разность температур в прямом и обратном трубопроводах. Полученная формула:

$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
$m = V \cdot \rho$

V = объем воды в $м^3$
ρ = плотность в $кг/м^3$

Масса m — это объем воды V, выраженный в $м^3$, умноженный на плотность ρ воды, выраженную в $кг/м^3$. Таким образом формулу можно представить в следующем виде:

$Q = V \cdot \rho \cdot c\ (T_V - T_R)$

Известно, что плотность воды меняется в зависимости от ее температуры. Однако, чтобы упростить расчеты, используется ρ = 1 $кг/дм^3$ в диапазоне от 4 °C до 90 °C.

Физические термины «энергия», «работа» и «количество тепла» эквивалентны.

Следующая формула используется для преобразования джоулей в другие размерности:

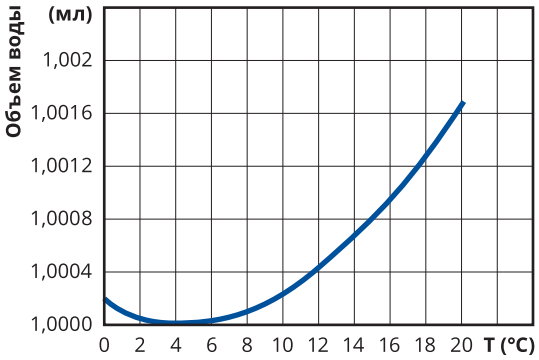
1 Дж = 1 Нм = 1 Втс или 1 МДж = 0,278 кВтч

Увеличение и уменьшение объема

Все природные материалы расширяются при нагревании и сжимаются при охлаждении. Единственным исключением из этого правила является вода. Это уникальное ее свойство называется аномалией воды.

Вода имеет наибольшую плотность при +4 °C, при которой 1 дм³ = 1 л имеет массу 1 кг.

Изменение объема воды



Изменение объема воды при нагреве/охлаждении. Самая большая плотность при 4 °C:
ρ_{max} = 1000 кг/м³

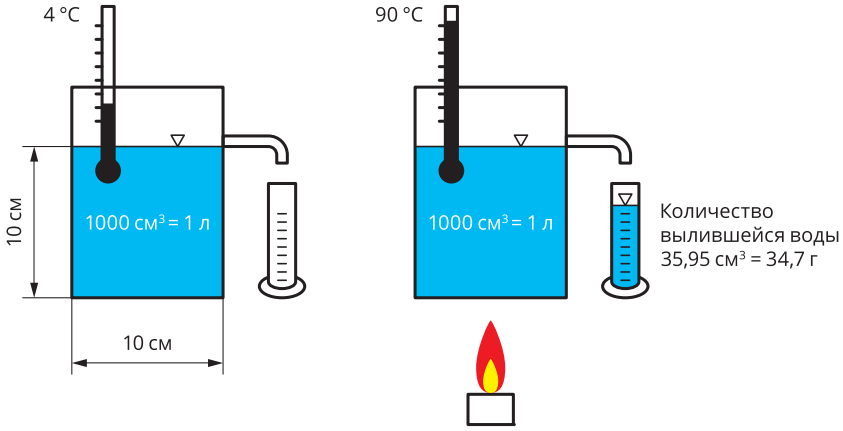
Если вода нагревается или охлаждается относительно этой точки, ее объем увеличивается, что означает уменьшение плотности, то есть вода становится легче.

Это можно отчетливо наблюдать на примере резервуара с точкой перелива.

В резервуаре находится ровно 1000 см³ воды с температурой +4 °C. При нагревании воды некоторое ее количество выльется из резервуара в мерную емкость. Если нагреть воду до 90 °C, в мерную емкость выльется ровно 35,95 см³, что соответствует 34,7 г.

Водяной куб объемом 1000 см³ при 4 °C имеет массу 1000 г

Масса 1000 см³ воды при 90 °C = 965,3 г



Когда вода нагревается или охлаждается, ее плотность уменьшается, то есть вода становится легче, а ее объем увеличивается.

Вода также расширяется при ее охлаждении ниже +4 °C. Благодаря этой аномалии воды у рек и озер зимой замерзает именно верхний слой. По той же причине лед плавает на поверхности и весеннее солнце может его растопить. Этого бы не происходило, если бы лед был тяжелее воды и опускался на дно.

Однако, такое свойство расширяться может быть опасным. Например, автомобильные двигатели и водяные насосы могут лопнуть, если вода в них замерзнет. Во избежание этого в воду добавляются присадки, препятствующие ее замерзанию. В системах отопления часто используются гликоли; соотношение воды и гликоля см. в спецификации производителя.

Характеристики кипения воды

Если воду нагревать в открытой емкости, она закипит при температуре 100 °C. Если измерять температуру кипящей воды, окажется, что она остается равной 100 °C пока не испарится последняя капля. Таким образом, постоянное потребление тепла используется для полного испарения воды, то есть изменения ее агрегатного состояния. Эта энергия также называется латентной (скрытой) теплотой. Если подача тепла продолжается, температура образовавшегося пара снова начнет подниматься.

Описанный процесс приведен при давлении воздуха 101,3 кПа у поверхности воды. При любом другом давлении воздуха точка кипения воды сдвигается от 100 °C.

Если повторить описанный выше эксперимент на высоте 3000 м, мы бы обнаружили, что вода там закипает уже при 90 °C. Причиной такого поведения является понижение атмосферного давления с высотой.

Чем ниже давление на поверхности воды, тем ниже будет температура кипения. И наоборот, температура кипения будет выше при повышении давления на поверхности воды. Это свойство используется, например, в скороварках.

График справа показывает зависимость температуры кипения воды от давления.

Давление в системах отопления намеренно повышается. Это помогает предотвратить образование пузырьков газа в критических рабочих режимах, а также предотвращает попадание наружного воздуха в систему.

Изменение агрегатного состояния при повышении температуры

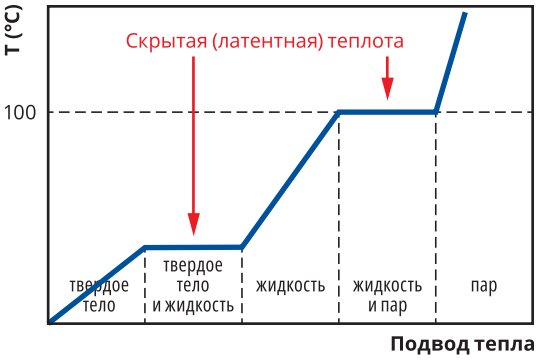


График агрегатного состояния воды при повышении температуры.

Изменение агрегатного состояния при повышении температуры

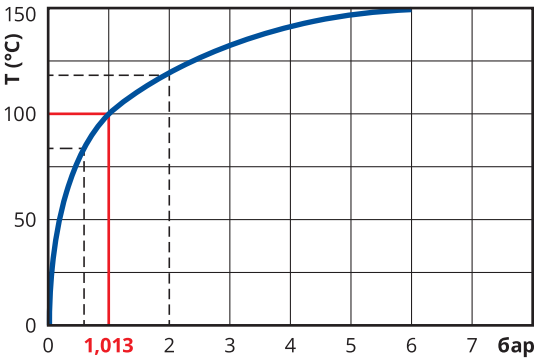
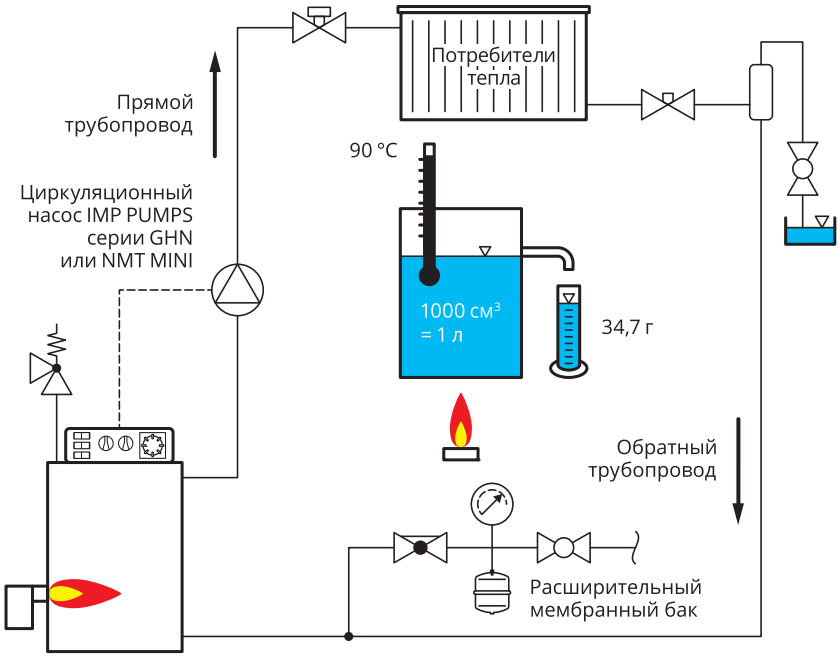


График зависимости температуры кипения воды от давления.

Расширение воды при нагревании и защита от избыточного давления

Системы водяного отопления работают при температурах воды до 90 °C. Обычно система заполняется водой при температуре 15 °C, которая затем расширяется при нагревании. Нельзя допустить, чтобы это увеличение объема привело к возникновению избыточного давления и переливу жидкости.

Система отопления со встроенным предохранительным клапаном



Когда отопление отключается в летний период, объем воды возвращается к первоначальному значению. Таким образом, для обеспечения беспрепятственного расширения воды необходимо установить достаточно большой бак. Старые системы отопления имели открытые расширительные баки. Они всегда располагались выше самого высокого участка трубопровода. При повышении температуры в системе, что приводило к расширению воды, уровень в баке также повышался. При снижении температуры он, соответственно, понижался.

Современные системы отопления используют мембранные расширительные баки (МРБ).

При повышении давления в системе нельзя допускать увеличения давления в трубопроводах и других элементах системы выше предельного значения. Поэтому обязательным условием для каждой системы отопления является наличие предохранительного клапана.

При повышении давления сверх нормы предохранительный клапан должен открываться и стравливать лишний объем воды, который не может вместить расширительный бак.

Примечание:
При возникновении избыточного давления предохранительный клапан должен открываться и стравливать лишний объем воды.

Тем не менее, в тщательно спроектированной и обслуживаемой системе такое критическое состояние никогда не должно возникать.

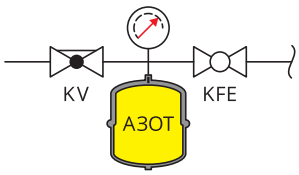
Все эти рассуждения не учитывают тот факт, что циркуляционный насос еще больше увеличивает давление в системе.

Взаимосвязь между максимальной температурой воды, выбранным насосом, размером расширительного бака и давлением срабатывания предохранительного клапана должна быть установлена самым тщательным образом. Случайный выбор элементов системы даже на основании их стоимости — в данном случае неприемлем.

Мембранный расширительный бак поставляется заполненным азотом. Начальное давление в расширительном мембранном баке должно быть отрегулировано в зависимости от системы отопления. Расширяющаяся вода из системы отопления поступает в бак и сжимает газовую камеру через диафрагму. Газы могут сжиматься, а жидкости — нет.

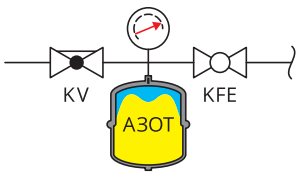
Компенсация изменения объема воды в системе отопления

1. До заполнения системы водой



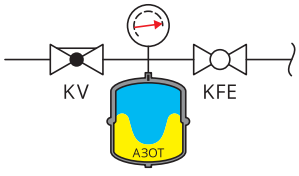
Начальное давление МРБ 1,0/1,5 бар.

2. Система заполнена холодной водой



Запас воды: входное давление МРБ + 0,5 бар.

3. Система при максимальной температуре воды



Количество воды = запас воды + расширение.

Давление

Определение давления
Давление — это статическое давление жидкостей и газов, измеренное в сосудах, трубопроводах относительно атмосферного давления (Па, мбар, бар).

Статическое давление
Статическое давление — это давление неподвижной жидкости.
Статическое давление = уровень выше соответствующей точки измерения + начальное давление в расширительном баке.

Динамическое давление
Динамическое давление — это давление движущегося потока жидкости.

Давление нагнетания насоса
Давление нагнетания насоса — это давление на выходе центробежного насоса во время его работы.

Перепад давления
Перепад давления — это давление, развиваемое центробежным насосом для преодоления общего сопротивления системы. Перепад давления измеряется между входом и выходом центробежного насоса.

Рабочее давление
Рабочее давление — это давление, имеющееся в системе при работе насоса.

Допустимое рабочее давление
Допустимое рабочее давление — это максимальное значение рабочего давления, допускаемого из условий безопасности работы насоса и системы.

Кавитация

Кавитация — это образование пузырьков газа в результате появления локального давления ниже давления парообразования перекачиваемой жидкости на входе рабочего колеса. Это приводит к снижению производительности (напора) и КПД и вызывает шумы и разрушение материала внутренних деталей насоса.

Из-за процесса схлопывания пузырьков воздуха в областях с более высоким давлением например, на выходе рабочего колеса, микроскопические взрывы вызывают скачки давления, которые могут повредить или разрушить гидравлическую систему. Первым признаком этого состояния служит шум в рабочем колесе и его эрозия.

Важным параметром центробежного насоса является NPSH (высота столба жидкости над всасывающим патрубком насоса). Он определяет минимальное давление на входе насоса, требуемое данным типом насоса для работы без кавитации, то есть дополнительное давление, необходимое для предотвращения появления пузырьков.

На значение NPSH оказывают влияние тип рабочего колеса и частота вращения насоса. Внешними факторами, влияющими на этот параметр, являются температура жидкости, атмосферное давление.

Предотвращение кавитации
Способами предотвращения кавитации являются:
- повышение статического давления;
- понижение температуры жидкости (снижение давления парообразования PD);
- выбор насоса с меньшим значением постоянного гидростатического напора (минимальная высота всасывания, NPSH).





Конструкции центробежных насосов

В системах водоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха центробежные насосы применяются повсеместно. Они различаются по типу, конструкции и способам преобразования энергии.

Самовсасывающие и нормальновсасывающие насосы

Считается, что самовсасывающий насос способен удалять воздух из всасывающей линии. Теоретическая максимальная высота всасывания воды составляет 10,33 м и зависит от давления воздуха (нормальное давление = 101,3 кПа).

По техническим причинам максимальная высота всасывания h_s, которую можно достичь, составляет 7–8 м. Это значение учитывает не только разность высот между самой нижней точкой (водной поверхностью) и всасывающим отверстием насоса, но также и потери на преодоление сопротивления в трубах, насосе и соединениях.

При расчете насоса следует учитывать, что значение высоты всасывания h_s должно быть включено в расчетный напор со знаком минус.

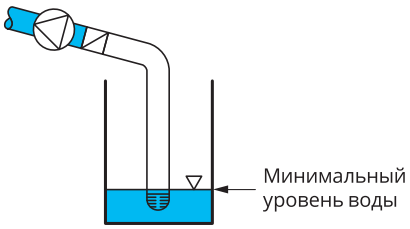
Линия всасывания должна иметь как минимум такой же условный проход, что и всасывающее отверстие насоса, или, по возможности, больше. Линия всасывания должна быть как можно короче.

Длинные линии всасывания создают повышенное сопротивление трению, что крайне отрицательно влияет на высоту всасывания.

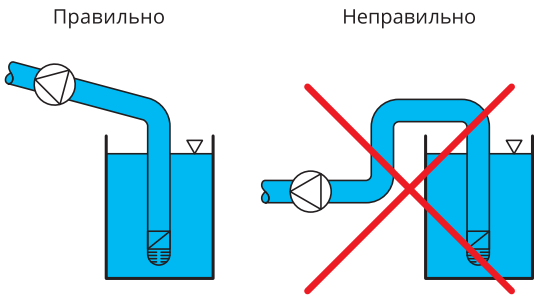
Всасывающая линия должна быть расположена так, чтобы она всегда имела наклон вверх по направлению к насосу. Если линия представляет собой шланг, предпочтительно использовать спиральные шланги, поскольку эти шланги имеют повышенную прочность и меньше подвержены утечкам. Обязательно нужно соблюдать меры по предотвращению утечек, иначе могут возникнуть неполадки и поломки в насосе.

В режиме всасывания рекомендуется всегда устанавливать обратный клапан, чтобы предотвратить опорожнение насоса и всасывающей линии. Обратный клапан с фильтром также защищает насос и расположенные ниже системы от крупных загрязнений, таких как листья, ветки, камни и насекомые. Если использовать обратный клапан невозможно, на всасывающих линиях перед насосом следует установить задвижку.

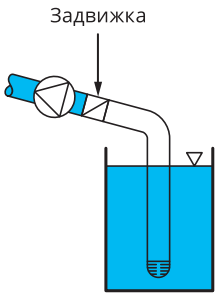
Высота всасывания насоса h_s



Расположение всасывающей линии



Всасывание



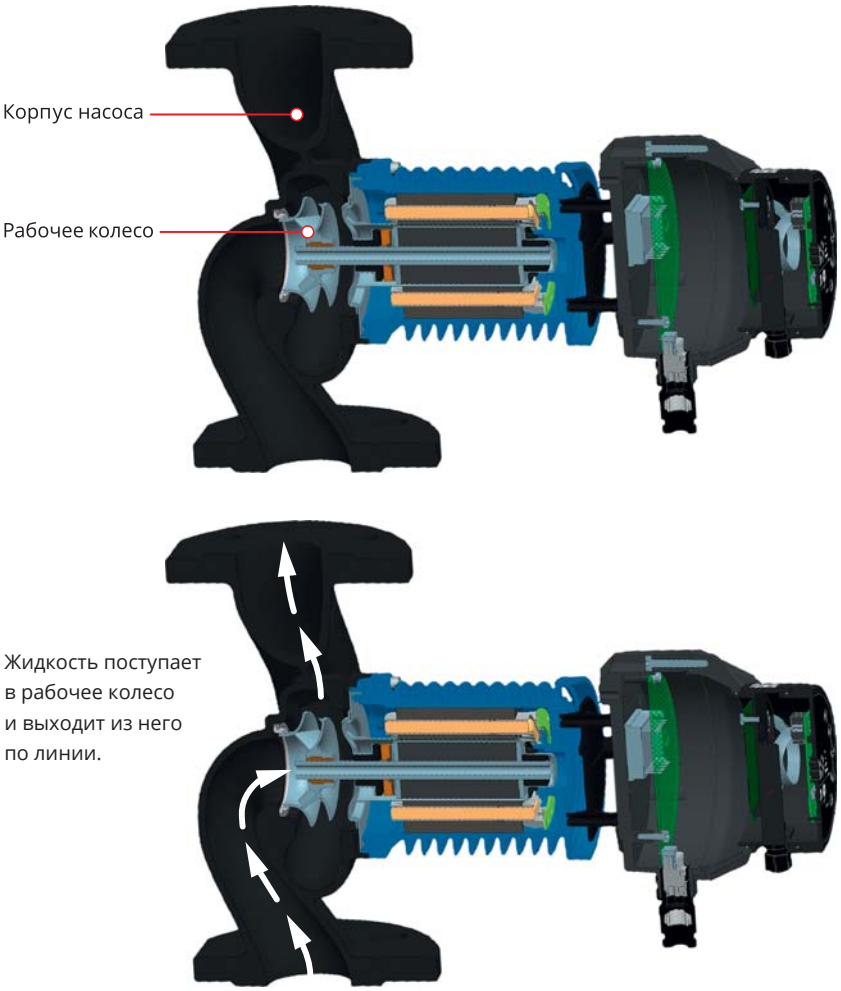
Установка с обратным клапаном или задвижкой.

Нормальновсасывающий насос не может удалять воздух из линии всасывания.

При использовании нормальновсасывающего насоса насос и линия всасывания должны быть всегда заполнены жидкостью. Если в насос попадает воздух в результате утечки, например, через сальниковое уплотнение задвижки или через незакрывшийся обратный клапан на линии всасывания, насос и линию всасывания необходимо снова наполнять водой.

Работа центробежных насосов

Разрез насоса с мокрым ротором



Насосы необходимы для перемещения жидкостей и преодоления сопротивления потоку со стороны трубопроводных систем. В случае насосных систем с различными уровнями жидкостей сюда также включается преодоление разности геодезических высот.

Благодаря своей конструкции и используемому способу преобразования энергии, центробежные насосы представляют собой гидравлические двигатели.

Двигатель приводит во вращение вал насоса с установленным на нем рабочим колесом. Вода, которая поступает в рабочее колесо в осевом направлении через всасывающее отверстие и входной патрубок, перемещается с помощью лопастей рабочего колеса в радиальном направлении. Центробежные силы, действующие на каждую частицу жидкости, способствуют повышению скорости и давления при прохождении воды через лопасти.

После того как вода проходит рабочее колесо, она собирается в спиральном кожухе. Скорость потока несколько замедляется благодаря конструкции кожуха. При этом напор увеличивается за счет преобразования энергии.

Насос состоит из следующих основных компонентов:
- корпус насоса;
- мотор;
- рабочее колесо.

Рабочие колеса

Рабочие колеса могут быть разных типов. Рабочие колеса большинства современных насосов имеют трехмерную конструкцию, объединяющую преимущества осевого и радиального колес.

Коэффициент полезного действия (КПД) насоса

КПД любого механизма представляет собой отношение его полезной мощности к потребляемой. Это отношение обозначается греческой буквой η (эта).

Поскольку не существует такого понятия как «привод, не имеющий потерь», η всегда меньше 1 (100%). Для циркуляционного насоса системы отопления общий КПД определяется значением КПД мотора η_M (электрического и механического) и КПД насоса η_P. Произведение этих двух значений представляет собой общий КПД η_{tot}.

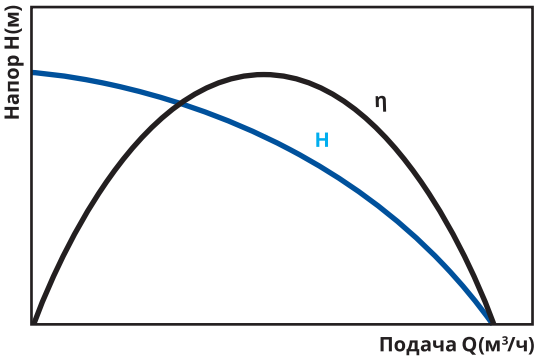
$\eta_{tot} = \eta_M \cdot \eta_P$

КПД насосов разных типов и размеров могут отличаться в очень широком диапазоне. Для насосов с мокрым ротором КПД η_{tot} равен от 5% до 54% (высокоэффективные насосы). Для насосов с сухим ротором η_{tot} равен от 30 % до 80%.

Даже в пределах характеристики насоса текущий КПД в тот или иной момент времени меняется от нуля до максимального значения.

Если насос работает при закрытом клапане, создается высокое давление, но вода не перемещается, поэтому КПД насоса в этот момент равняется нулю. То же самое справедливо при открытой трубе. Несмотря на большое количество перекачиваемой воды, давление не создается, а значит КПД равняется нулю.

Характеристики насоса



Самый большой общий КПД циркуляционного насоса системы отопления достигается в средней части характеристики насоса. В каталогах производителей насосов эта оптимальная рабочая характеристика указывается отдельно для каждого насоса.

Насос никогда не работает при постоянной подаче. Поэтому при расчете насосной системы убедитесь, что рабочая точка насоса находится в средней трети характеристики насоса большую часть отопительного сезона. Это гарантирует работу насоса при оптимальном КПД.

КПД насоса определяется по следующей формуле:

$$\eta_P = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367 \cdot P_2}$$

η_P = КПД насоса
Q (м³/ч) = Подача
H (м) = Напор
ρ (кг/м³) = Плотность жидкости
367 = Постоянный коэффициент
P_2 (кВт) = Мощность насоса

КПД насоса зависит от его конструкции.

В следующих таблицах показаны значения КПД в зависимости от мощности выбранного мотора и конструкции насоса (с мокрым ротором/с сухим ротором).

КПД стандартных насосов с мокрым ротором (ориентировочные значения)

Насосы с мотором мощностью P_2	η_{tot}
до 100 Вт	≈ от 5% до 25%
от 100 до 500 Вт	≈ от 20% до 45%
от 500 до 2500 Вт	≈ от 30% до 50%

КПД стандартных насосов с сухим ротором (ориентировочные значения)

Насосы с мотором мощностью P_2	η_{tot}
до 1,5 кВт	≈ от 30% до 65%
от 1,5 до 7,5 кВт	≈ от 35% до 75%
от 7,5 до 45 кВт	≈ от 40% до 80%

Потребление энергии центробежными насосами

Как Вы уже поняли из предыдущего раздела, мотор приводит во вращение вал насоса, на котором установлено рабочее колесо. В насосе создается повышенное давление и жидкость перемещается через него, что является результатом преобразования электрической энергии в гидравлическую. Энергия, необходимая мотору, называется потребляемой энергией P_1 насоса.

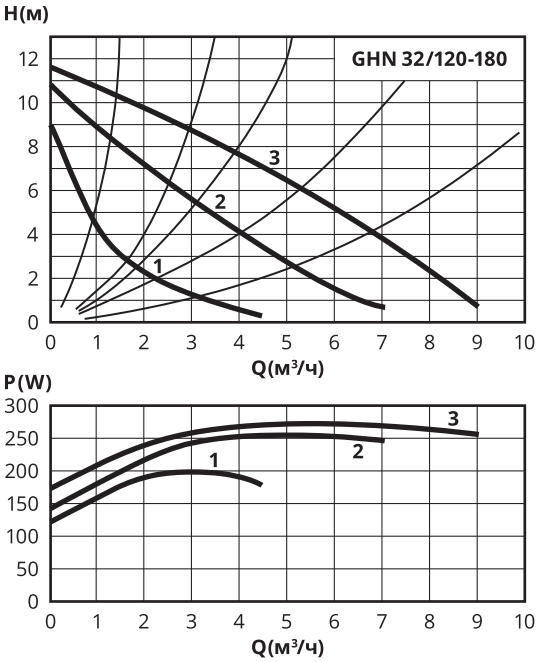
Выходные характеристики насосов

Выходные характеристики центробежных насосов приведены на графике: вертикальная ось означает потребляемую энергию P_1 насоса в ваттах (Вт). Горизонтальная ось показывает подачу Q насоса в кубических метрах в час (м³/ч). Это также справедливо для характеристики насоса, которую мы обсудим позже.

В каталогах характеристики напора и мощности часто объединяются для наглядной демонстрации взаимосвязи.

Характеристики насоса IMP PUMPS серии GHN





Взаимосвязь между характеристиками насоса: расходом Q, напором H и потребляемой мощностью P_1.

Выходная характеристика демонстрирует следующую взаимосвязь: мотор потребляет минимум энергии при низкой подаче. При увеличении подачи потребление энергии также увеличивается.

Влияние частоты вращения насоса

При изменении частоты вращения насоса и неизменных остальных условиях системы потребление энергии P изменяется пропорционально значению частоты n в кубе.

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

На основании данных соображений, изменяя частоту вращения насоса, можно адаптировать насос к требуемой тепловой нагрузке потребителя. При увеличении частоты вращения в два раза подача увеличивается в той же пропорции. Напор возрастает в четыре раза. Поэтому энергия, потребляемая приводом, получается умножением примерно на восемь. При снижении частоты вращения подача, напор в трубопроводе и потребление энергии уменьшаются в той же пропорции.

Постоянная частота вращения, обусловленная конструкцией

Отличительной характеристикой центробежного насоса является то, что напор зависит от используемого мотора и его частоты вращения. Насосы с частотой n > 1500 об/мин называются быстроходными насосами, а те, у которых частота n < 1500 об/мин называются тихоходными.

Моторы тихоходных насосов имеют более сложную конструкцию, а значит, они более дорогие. Однако в случаях, когда использование тихоходного насоса возможно или даже необходимо из-за характеристик контура отопления, применение быстроходного насоса может приводить к неоправданно высокому потреблению энергии. Таким образом, высокая цена тихоходного насоса компенсируется существенной экономией энергии, потребляемой приводом. Это способствует быстрой окупаемости первоначальных вложений.

Обеспечивая контролируемое снижение частоты вращения при снижении отопительной нагрузки, устройство бесступенчатого регулирования частоты вращения способствует значительной экономии средств.

Насосы с мокрым ротором

Установка насоса с мокрым ротором на прямую или обратную линию обеспечивает быстрое и интенсивное перемещение воды. В результате появляется возможность использовать трубопроводы с меньшим сечением. Это приводит к снижению затрат на систему отопления. Это также означает, что в линиях системы теперь будет существенно меньшее количество воды. Система отопления может быстрее реагировать на колебания температуры и легче поддается регулировке.

Особенности

Отличительной особенностью рабочего колеса центробежного насоса является радиальное перемещение воды. Вал, приводящий во вращение рабочее колесо, изготавливается из нержавеющей стали или керамики, подшипники вала сделаны из спеченного углеродистого или керамического материала. Ротор мотора, установленный на валу, вращается в воде. Вода смазывает подшипники и охлаждает мотор.

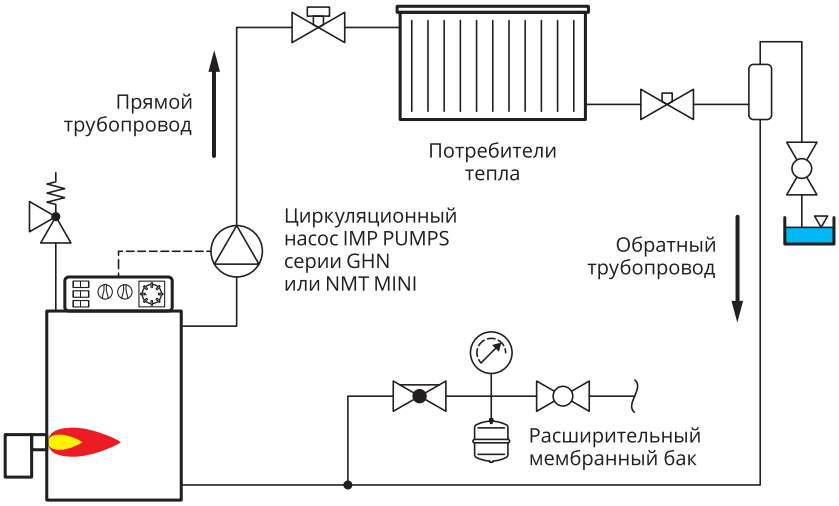
Находящийся под напряжением статор мотора окружен разделительным стаканом. Он сделан из немагнитной нержавеющей стали или углеродного волокна и имеет толщину стенки от 0,1 до 0,3 мм.

Для специальных применений, например, в системах водоснабжения, используются моторы насосов с фиксированной частотой вращения.

Если насос с мокрым ротором используется, например, в тепловом контуре, а значит предназначен подавать тепловую энергию к радиатору, он должен подстраиваться под меняющуюся тепловую нагрузку здания. Термостатические радиаторные клапаны, установленные перед поверхностями нагрева, определяют интенсивность подачи насоса.



Насосная система отопления



Для того чтобы уменьшить потребление электроэнергии, необходимо, чтобы моторы насосов с мокрым ротором постоянно меняли частоту вращения. Частоту вращения можно менять вручную с помощью переключателей. Возможна также организация системы автоматики путем установки коммутационной аппаратуры и устройств управления, которые будут срабатывать в зависимости от времени, разности давлений или температуры.

С 1988 г. существуют конструкции со встроенными электронными устройствами, обеспечивающими бесступенчатое регулирование частоты вращения.

Насосы с мокрым ротором в зависимости от размера и требуемой выходной мощности насоса работают от сети 1~230 В или 3~400 В трехфазного тока.

Насосы с мокрым ротором отличаются малошумной работой и, благодаря своей конструкции, не имеют уплотнений вала.

Конструкция современного поколения насосов с мокрым ротором основана на модульном принципе. В зависимости от размера и требуемой выходной мощности насоса, модули компонуются в различные конфигурации. Таким образом, любой ремонт, который может потребоваться, можно осуществить с меньшими трудозатратами, просто заменив деталь на запасную.

Преимущества: меньшее сечение трубопровода, меньшее количество воды, более быстрая реакция на колебания температуры, меньшие расходы на установку.

Насосы с мокрым ротором

Способы монтажа

Насосы с мокрым ротором поставляются с резьбовыми соединениями с условным проходом до R 1¼. Насосы большего размера имеют фланцевые соединения. Эти насосы могут монтироваться в трубопровод горизонтально или вертикально без сооружения фундамента.

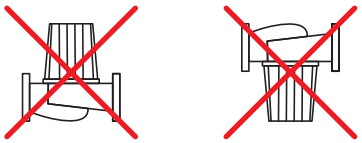
Как было упомянуто раньше, смазка подшипников такого насоса осуществляется рабочей жидкостью. Она также служит охлаждающей жидкостью для электромотора. Поэтому через разделительный стакан должна постоянно циркулировать жидкость.

Вал насоса с мокрым ротором должен всегда располагаться горизонтально. Монтаж насоса с валом, установленным вертикально, приводит к неустойчивой работе системы и, как следствие, быстрому выходу насоса из строя.

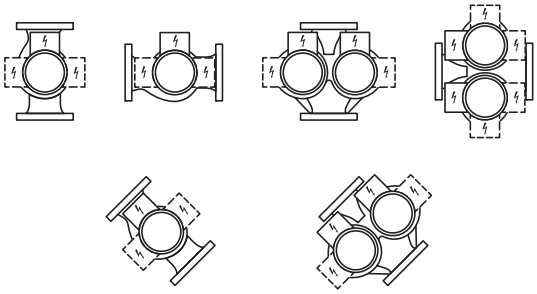
Подробную информацию о способах монтажа можно посмотреть в инструкции по монтажу и эксплуатации насоса.

Способы монтажа насоса с мокрым ротором

Недопустимые способы установки



Допустимые способы установки



Насосы с сухим ротором

Особенности

Насосы с сухим ротором обычно используются для подачи жидкостей с большим расходом и напором. Также насосы с сухим ротором подходят для подачи охлаждающей жидкости и агрессивных сред. В отличие от насосов с мокрым ротором в этих насосах перекачиваемая жидкость не соприкасается с мотором.

Еще одним их отличием от насосов с мокрым ротором является способ изоляции корпуса/вала насоса. Это достигается с помощью сальникового или скользящего торцевого уплотнений (СТУ).

В стандартных насосах с сухим ротором обычно используются трехфазные моторы с постоянной частотой вращения. Как правило, они регулируются через внешнюю электронную систему управления частотой вращения. Сегодня насосы с сухим ротором выпускаются со встроенным электронным блоком управления частотой вращения, который благодаря современной технологии может устанавливаться и на моторы с большой выходной мощностью.

Общий КПД насосов с сухим ротором существенно выше, чем у насосов с мокрым ротором.

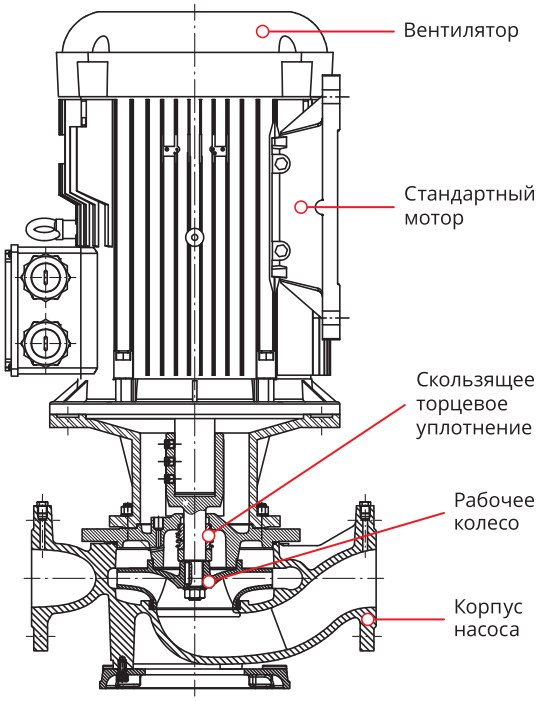
Насосы с сухим ротором подразделяются на три основных типа:

In-line насосы

Насосы, у которых всасывающий и напорный патрубки находятся на одной оси и имеют одинаковый условный проход, называются in-line насосами. In-line насосы оснащаются стандартными фланцевыми электромоторами с воздушным охлаждением.

Такой тип насосов считается наиболее подходящим для систем зданий, требующих большой выходной мощности. Эти насосы устанавливаются непосредственно на трубопровод. При этом трубопровод закрепляется кронштейнами или насос устанавливается на фундамент или отдельный кронштейн.

Конструкция In-Line насосов с сухим ротором IMP PUMPS серии CL



Блочные насосы

Блочные насосы являются низконапорными центробежными насосами с постоянной частотой вращения со стандартным электромотором воздушного охлаждения. Жидкость поступает в насос в осевом направлении, а выходит в радиальном. Кронштейны или опоры для мотора входят в стандартную комплектацию насосов.

Консольные насосы

Консольные центробежные насосы имеют осевой вход и радиальный выход жидкости из насоса. Насос и мотор имеют самостоятельные узлы крепления. Поэтому они устанавливаются на фундаментной плите.

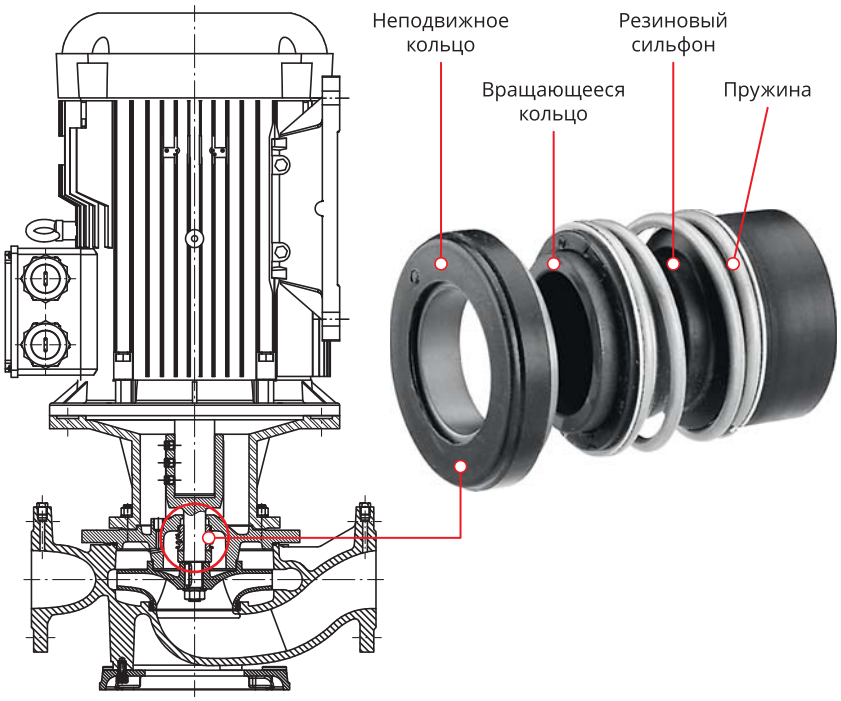
В зависимости от жидкости и рабочих условий они могут оснащаться СТУ или сальниковым уплотнением. Условный проход таких насосов определяется напорным патрубком. Всасывающий патрубок имеет больший условный проход.

Насосы с сухим ротором

Уплотнение вала

Как Вы уже поняли из предыдущего раздела, вал может быть герметизирован (в стандартной комплектации или в качестве опции, в случае с консольными насосами) от атмосферы с помощью скользящего торцевого уплотнения (СТУ) или сальниковым уплотнением. Ниже приводится описание этих двух типов уплотнений.

СТУ насоса с сухим ротором



Скользящее торцевое уплотнение

Основой конструкции скользящего торцевого уплотнения (СТУ) являются два кольца с тщательно отполированными поверхностями. Они прижимаются друг к другу с помощью пружины и работают вместе. СТУ являются динамическими уплотнениями и используются для герметизации вращающегося в жидкости вала насоса при высоких рабочих давлениях.

СТУ состоит из двух отполированных износостойких колец (например, силиконовых или графитовых), которые прижаты друг к другу осевыми силами.

Одно кольцо (динамическое) вращается вместе с валом, в то время как другое кольцо (статическое) неподвижно закреплено в корпусе.

Между поверхностями скольжения образуется тонкая пленка воды, служащая смазкой и средством охлаждения.

В зависимости от режима работы насоса возможны несколько типов трения сопрягаемых поверхностей: смешанное трение, граничное трение или сухое трение, причем последнее, происходящее при отсутствии смазывающей пленки, вызывает немедленное разрушение поверхностей.

Срок службы зависит от рабочих условий, таких как состав и температура рабочей жидкости.

Сальниковые уплотнения

В качестве материалов для сальников насосов испольуют высококачественную пряжу из синтетических волокон, например, Kevlar® или Twaron®, PTFE, пряжу из пористого графита, пряжу из синтетических минеральных волокон, а также натуральные волокна, такие как пенька, вата или рами.

Материал для сальников выпускается в виде нитей или спрессованных мотков, в сухом виде или со специальной пропиткой в зависимости от назначения.

Если материал для сальников приобретается в виде нитей, сначала необходимо сформировать кольцо и придать ему форму. Затем, кольцо сальника оборачивается вокруг вала насоса и подтягивается с помощью обжимной втулки.



Примечание:
Скользящее торцевое уплотнение (СТУ) подвержено износу.
Работа насоса «на сухую» не допустима и может привести к разрушению скользящего торцевого уплотнения.

Насосы с сухим ротором

Типы монтажа

Допустимые способы монтажа

- In-line насосы предназначены для горизонтальной и вертикальной установки непосредственно на трубопроводе.
- Для демонтажа мотора, элементов насоса необходимо оставить достаточное пространство.
- При подсоединении трубопроводов на насос не должны передаваться напряжения и вес трубопроводов, а насос следует установить на опоры (если они есть).

Недопустимые способы монтажа

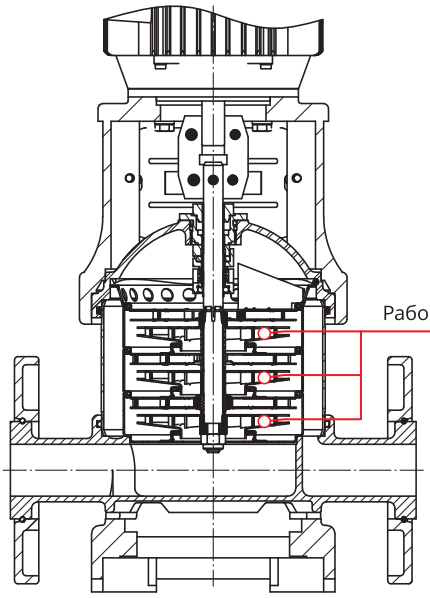
- Монтаж, при котором мотор и клеммная коробка направлены вниз, не допускается.
- Если мощность мотора превышает определенный уровень, перед монтажом насоса в горизонтальном положении следует проконсультироваться с производителем.

Особые указания для блочных насосов

- Блочные насосы должны устанавливаться на соответствующие для них фундаменты или кронштейны.
- Установка блочного насоса, при которой мотор и клеммная коробка направлены вниз, не допускается. Все другие способы монтажа считаются допустимыми.

Подробная информация о способах установки находится в инструкции по монтажу и эксплуатации.

Разрез высоконапорного центробежного насоса





Пример высоконапорного центробежного насоса с сухим ротором.

Высоконапорные центробежные насосы

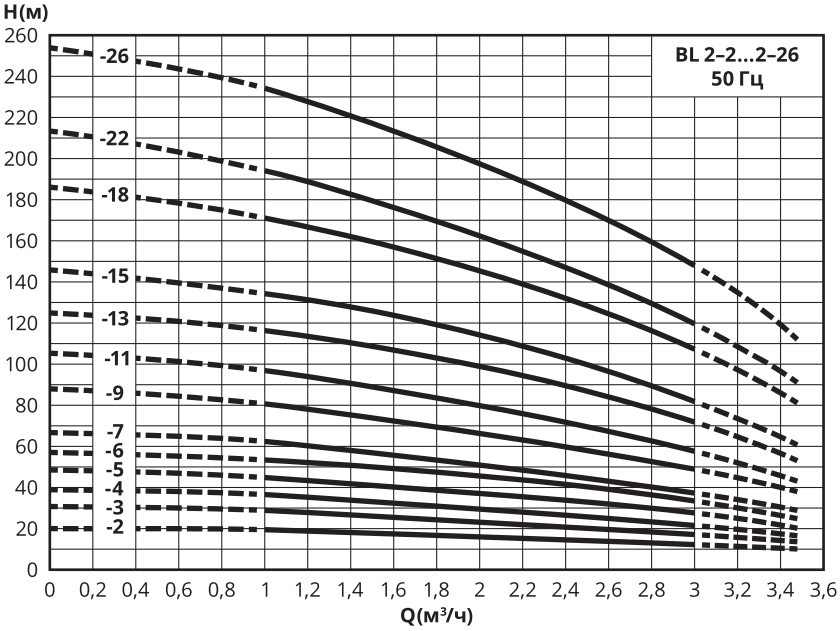
Высоконапорные центробежные насосы обычно являются многоступенчатыми.

Интенсивность подачи насоса зависит от размера рабочего колеса и других факторов. Напор в высоконапорных центробежных насосах достигается за счет применения нескольких рабочих колес, установленных последовательно. Кинетическая энергия преобразуется в давление частично в рабочем, а частично в выпрямляющем аппарате.

Благодаря возможности варьирования числом ступеней высоконапорные центробежные насосы развивают более высокое давление по сравнению с низконапорными одноступенчатыми центробежными насосами.

Некоторые насосы имеют 20 и более ступеней. Таким образом, они могут обеспечивать напор до 250 м. Почти все высоконапорные центробежные насосы, которые мы описали, принадлежат к семейству насосов с сухим ротором.

Характеристики высоконапорного центробежного насоса IMP PUMPS серии BL







Характеристики

Характеристики насосов

Определение понятия напора

Под напором насоса (H) понимается удельная механическая работа, передаваемая насосом перекачиваемой жидкости.

$$H = \frac{E}{G} \text{ (м)}$$

E = механическая энергия (Н · м)
G = вес перекачиваемой жидкости (Н)

При этом напор, создаваемый насосом, и расход перекачиваемой жидкости (подача) зависят друг от друга. Эта зависимость отображается графически в виде характеристики насоса.

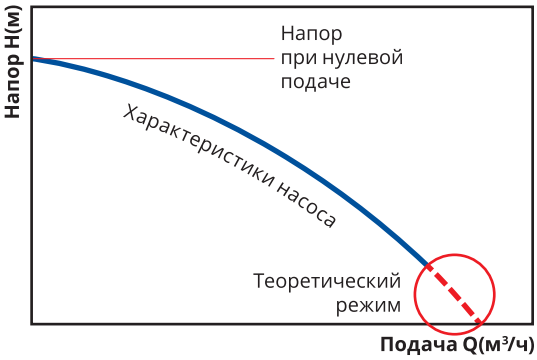
Вертикальная ось отражает напор насоса (H), выраженный в метрах (м). Возможны также другие масштабы шкалы напора.

При этом действительны следующие соотношения:
10 м в. ст. = 1 бар = 100000 Па = 100 кПа

На горизонтальной оси нанесена шкала подачи насоса (Q), выраженной в кубометрах в час (м³/ч). Возможны также другие масштабы шкалы подачи, например, (л/с).

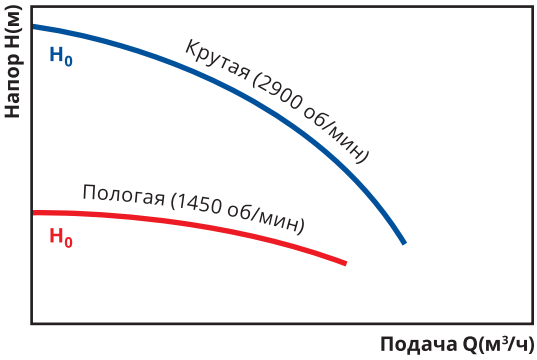
Форма характеристики показывает следующие виды зависимости: энергия электропривода (с учетом общего КПД) преобразуется в насосе в такие формы гидравлической энергии, как давление и скорость. Если насос работает при закрытой задвижке, он создает максимальное давление. В этом случае говорят о напоре насоса H_0 при нулевой подаче. Когда задвижка начинает медленно открываться, перекачиваемая среда приходит в движение. За счет этого часть энергии привода преобразуется в кинетическую энергию жидкости. Поддержание первоначального давления становится невозможным. Характеристика насоса приобретает форму падающей кривой. Теоретически характеристика насоса пересекается с осью подачи. Тогда вода обладает только кинетической энергией, то есть давление уже не создается. Однако, так как в системе трубопроводов всегда имеет место внутреннее сопротивление, в реальности характеристики насосов обрываются до того, как будет достигнута ось подачи.

Характеристики насосов



Форма характеристик насоса

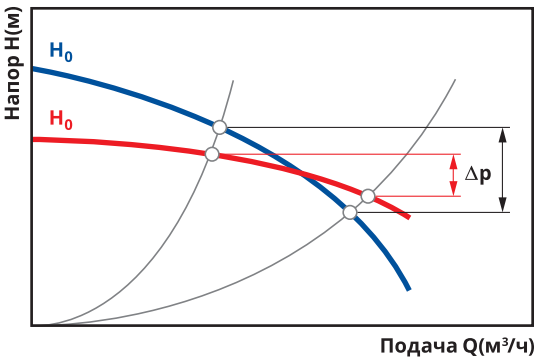
На следующем рисунке показана различная крутизна характеристик насоса, которая может зависеть, в частности, от частоты вращения мотора.



Различная крутизна при идентичном корпусе и рабочем колесе насосов (например, в зависимости от частоты вращения мотора).

При этом крутизна характеристики и смещение рабочей точки влияет также на изменение подачи и напора:

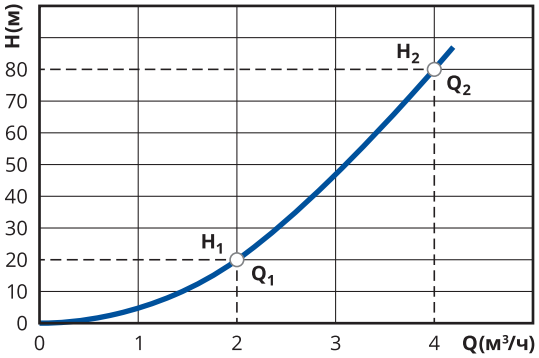
- Пологая кривая
— большее изменение подачи при незначительном изменении напора
- Крутая кривая
— большое изменение подачи при значительном изменении напора



Различное изменение подачи и давления.

Характеристика системы

Трение, имеющее место в трубопроводной сети, ведет к потере давления перекачиваемой жидкости по всей длине. Кроме этого, потеря давления зависит от температуры и вязкости перекачиваемой жидкости, скорости потока, свойств арматуры и агрегатов, а также сопротивления, обусловленного диаметром, длиной и шероховатостью стенок труб. Потеря давления отображается на графике в виде характеристики системы. Для этого используется тот же график, что и для характеристики насоса.



Форма характеристики показывает следующие зависимости:

Причиной гидравлического сопротивления, имеющего место в трубопроводной сети, является трение воды о стенки труб, трение частиц воды друг о друга, а также изменение направления потока в фасонных деталях арматуры.

Когда изменяется подача, например, при открывании и закрывании термостатических вентилей, изменяется также скорость потока и тем самым сопротивление.

Так как сечение труб можно рассматривать как площадь живого сечения потока, сопротивление изменяется квадратично. Поэтому график будет иметь форму параболы.

Эту связь можно представить в виде следующего уравнения:

$$\left(\frac{H_1}{H_2}\right) = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2$$

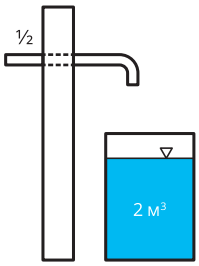
Выводы

Если подача в трубопроводной сети уменьшается в два раза, то напор падает на три четверти. Если, напротив, подача увеличивается в два раза, то напор повышается в четыре раза.

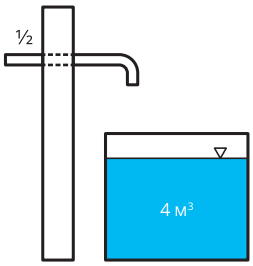
В качестве примера можно взять истечение воды из отдельного водопроводного крана. При начальном давлении 2 бара, что соответствует напору насоса, примерно, 20 м, вода вытекает из крана DN ½ с расходом 2 м³/ч. Чтобы увеличить подачу в два раза, необходимо повысить начальное давление на входе с 2 до 8 бар.

Зависимость расхода при различном начальном давлении на входе

Давление
на входе 2 бар
Подача 2 м³/ч



Давление
на входе 8 бар
Подача 4 м³/ч



Рабочая точка

Точка, в которой пересекаются характеристики насоса и системы, является рабочей точкой системы и насоса.

Это означает, что в этой точке имеет место равновесие между полезной мощностью насоса и мощностью, потребляемой трубопроводной сетью. Напор насоса всегда равен сопротивлению системы. От этого зависит также подача, которая может быть обеспечена насосом.

При этом следует иметь в виду, что подача не должна быть ниже определенного минимального значения. В противном случае это может вызвать слишком сильное повышение температуры в насосной камере и, как следствие, повреждение насоса. Во избежание этого следует неукоснительно соблюдать инструкции производителя. Рабочая точка за пределами характеристики насоса может вызвать повреждение мотора.

По мере изменения подачи в процессе работы насоса также постоянно смещается рабочая точка. Найти оптимальную расчетную рабочую точку в соответствии с максимальными эксплуатационными требованиями входит в задачи проектировщика. Такими требованиями являются для циркуляционных насосов систем отопления — потребление тепла зданием, для установок повышения напора — пиковый расход для всех мест водоразбора.

Все остальные рабочие точки находятся слева от данной расчетной рабочей точки.

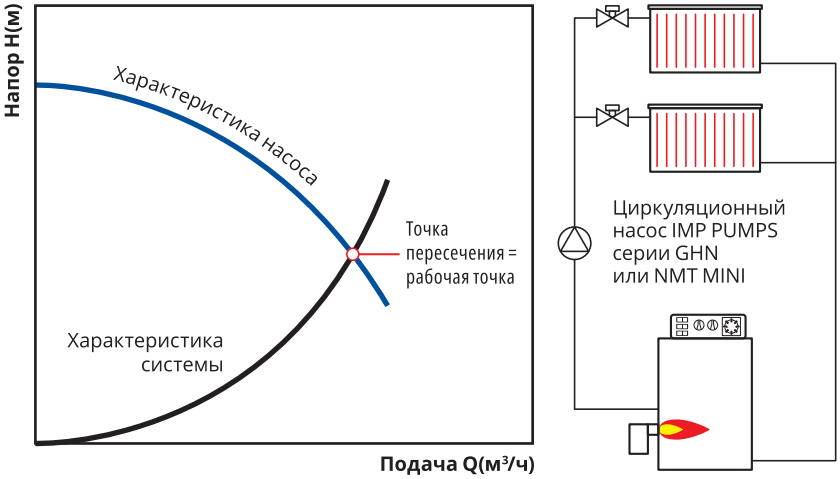
На следующих двух рисунках показано влияние изменения гидродинамического сопротивления на смещение рабочей точки.

Смещение рабочей точки по направлению влево от расчетного положения неизбежно вызывает увеличение напора насоса. Результатом этого является возникновение шума в клапанах.

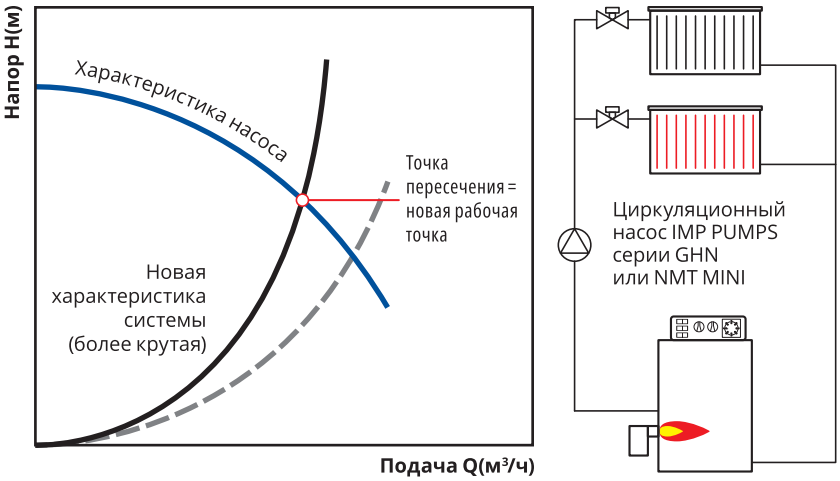
Регулирование напора и подачи в соответствии с потребностью может выполняться с помощью насосов с частотным преобразователем. При этом существенно сокращаются эксплуатационные расходы.

Изменяющаяся рабочая точка

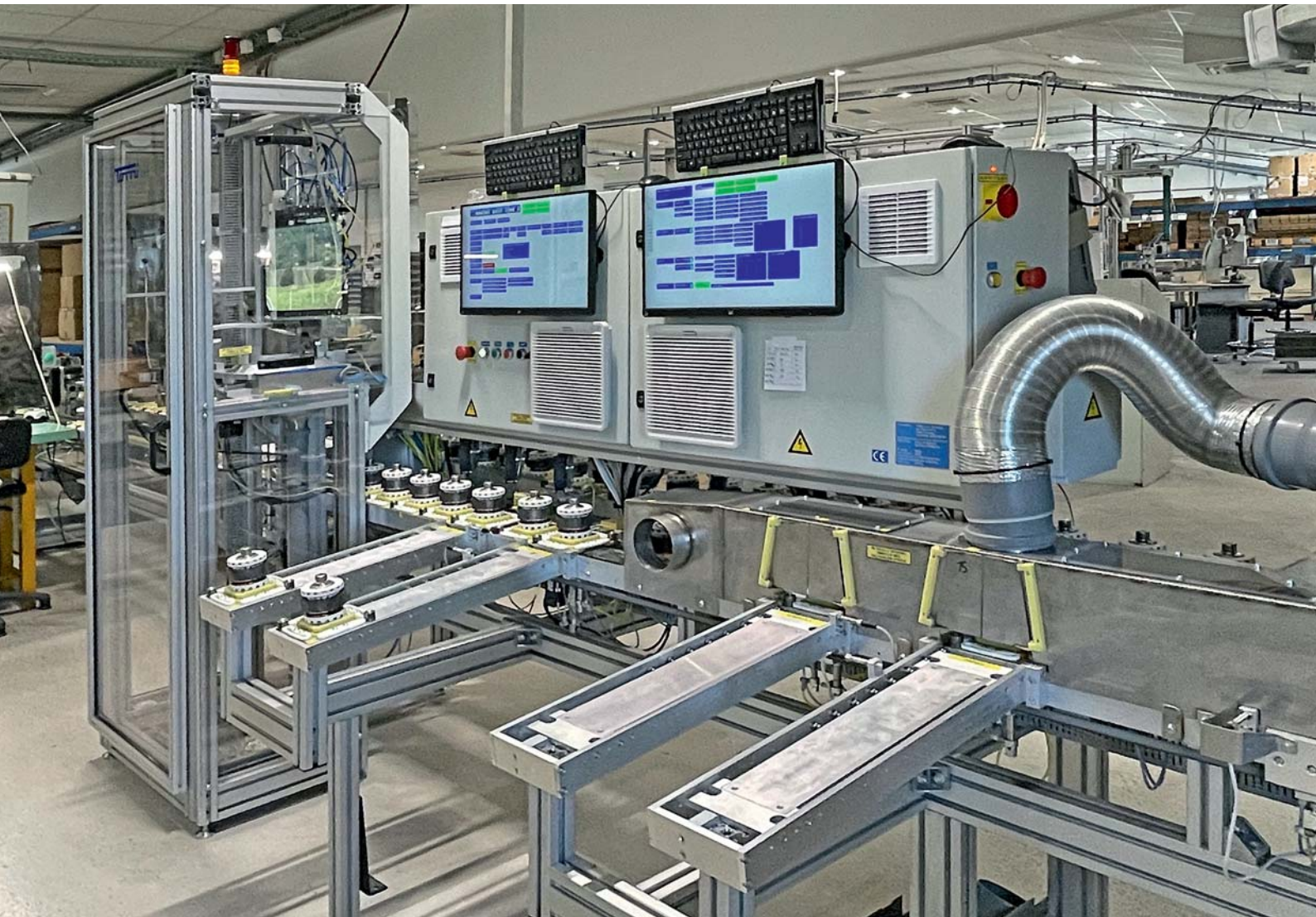
Открыты оба термостатических вентиля



Открыт только один термостатический вентиль




NE SEGAJ Z ROKO
V NEVARNO OBMOCJE



Регулирование параметров насоса в зависимости от отопительной нагрузки

В нашем климатическом поясе наблюдаются значительные колебания температуры наружного воздуха. Летом столбик термометра поднимается до температуры плюс 20 °C–30 °C, а зимой падает до минус 15 °C–30 °C и даже ниже. Однако такие колебания совершенно неприемлемы для температуры воздуха в жилых помещениях. Сначала был огонь, которым обогревали пещеры. Позднее были изобретены системы отопления, описанные в первой части настоящей брошюры.

Сезонные изменения температуры

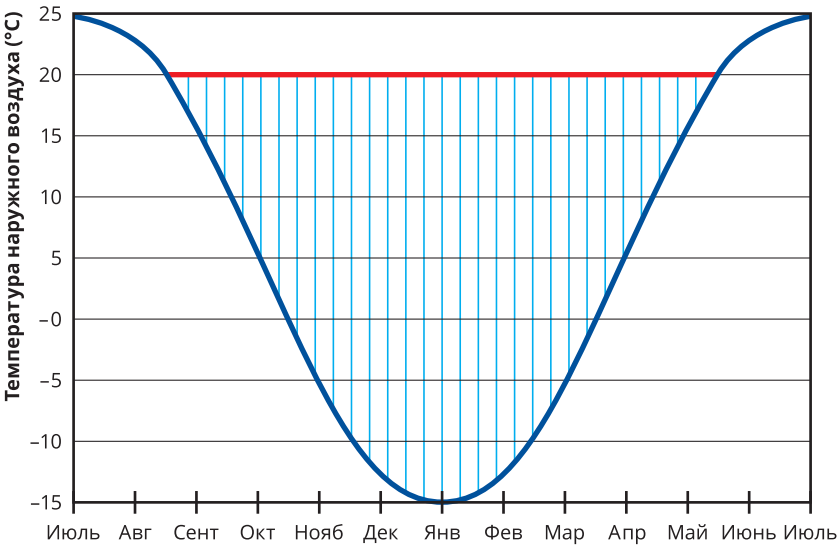
На рисунке справа показана область, заштрихованная вертикальными линиями, которая совершенно четко показывает, как в зависимости от сезонных колебаний температуры наружного воздуха изменяется потребность в тепловой энергии.

В те времена, когда все самые распространенные виды топлива (дрова, уголь и даже масло на заре развития систем отопления) стоили очень дешево, было все равно сколько тратить на отопление. В крайнем случае можно было просто открыть окно. Такой способ регулирования температуры в помещении можно в шутку назвать «двухпозиционным регулированием» — «окно открыто/окно закрыто».

Первый нефтяной кризис, произошедший в 1973 г., показал необходимость экономного использования энергоресурсов.

С тех пор особое значение приобрел вопрос хорошей теплоизоляции зданий. Появлялись новые технологии в строительстве, постоянно изменялись законодательные требования. Разумеется, параллельно с этим совершенствовалась и отопительная техника. Сначала широкое распространение получили термостатические вентили, позволяющие индивидуально регулировать температуру в помещении.

Температура наружного воздуха в зависимости от времени года



Заштрихованная область графика обозначает зону, которая показывает потребность в тепловой энергии в зависимости от сезонных колебаний температуры.

Однако на практике это означало ограничение подачи горячей воды, что вызывало повышение давления в насосах с фиксированной частотой вращения (вдоль характеристики насоса) и, как следствие, возникновение шумов в клапанах.

Для решения этой проблемы были изобретены перепускные клапаны, предназначенные для сброса избыточного давления.

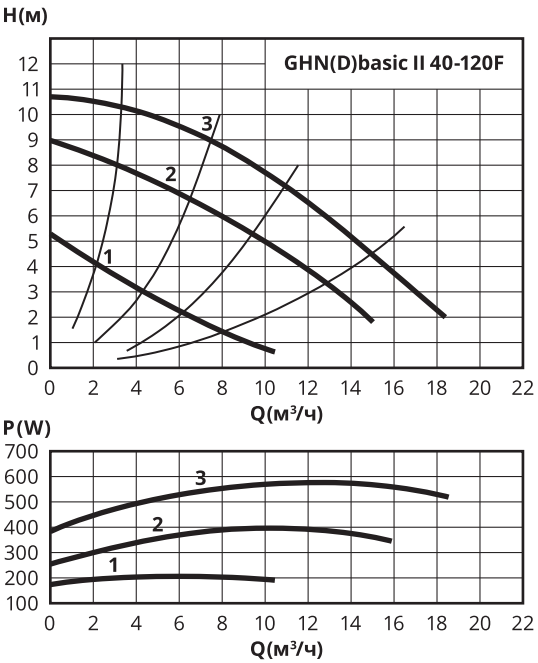
Переключение частоты вращения насоса

Производители насосов предлагают насосы с мокрым ротором с ручным регулированием частоты вращения. Как уже было сказано в предыдущих разделах, по мере уменьшения частоты вращения уменьшается и объемный расход (подача) — в зависимости от пропускной способности термостатических и регулирующих клапанов. Благодаря таким свойствам циркуляционный насос можно переключить на меньшую частоту вращения, когда нужно уменьшить температуру в помещении, и наоборот.



Насос с мокрым ротором IMP PUMPS серии GHNDbasic II с переключаемыми ступенями частоты вращения

Характеристики насоса IMP PUMPS серии GHN(D)basic II



Чтобы частоту вращения моторов можно было изменять, в их конструкции использовались многосекционные обмотки. Если через трубопроводы системы отопления проходит небольшое количество воды, то сопротивление внутри труб низкое, поэтому насос может работать в режиме минимальной частоты вращения. Одновременно с этим значительно уменьшается потребление электрической мощности.

Между тем было разработано большое количество приборов управления, предназначенных для плавного бесступенчатого регулирования циркуляционными насосами систем отопления. Эти приборы управления изменяют частоту вращения автоматически в зависимости от времени, температуры воды, перепада давления и других факторов, влияющих на работу системы.

Бесступенчатое регулирование частоты вращения

Возможность бесступенчатого регулирования частоты вращения насосов с сухим ротором, оснащенных моторами большой мощности, в зависимости от отопительной нагрузки появилась еще в первой половине 80-х годов. Для этой цели использовались электронные преобразователи частоты.

Для понимания этой технологии можно вспомнить о том, что в обычной электросети переменный ток имеет частоту 50 Гц. С пропорциональной частотой вращается ротор в моторе насоса.

С помощью электронных приборов можно повышать или понижать частоту переменного тока, то есть непрерывно регулировать частоту, например, между 100 Гц и 0 Гц.

Однако, в связи с конструктивными особенностями моторов, частота тока в системах отопления не может быть менее 20 Гц или 40% от максимальной частоты вращения. Так как максимальная тепловая производительность рассчитывается для самых холодных дней, необходимость эксплуатации моторов с максимальной частотой вращения может возникнуть только в исключительных случаях.

Переключение частоты

Двадцать лет приходилось использовать огромные трансформаторные блоки. Сейчас преобразователи частоты настолько малы, что легко помещаются в клеммных коробках непосредственно на корпусе насоса.

Встроенная система бесступенчатого регулирования частоты вращения гарантирует поддержание установленного напора на постоянном уровне независимо от того, какой должна быть подача, определяемая погодными условиями и особенностями эксплуатации.

В 2001 г. был сделан еще один шаг вперед в плане развития насосов с мокрым ротором. Преимущество последнего поколения этих насосов, называемых также высокоэффективными насосами, состоит в существенной экономии электроэнергии благодаря новейшей технологии ECM (мотор с электронной системой связи, или мотор с постоянным магнитом) в сочетании с высоким КПД.

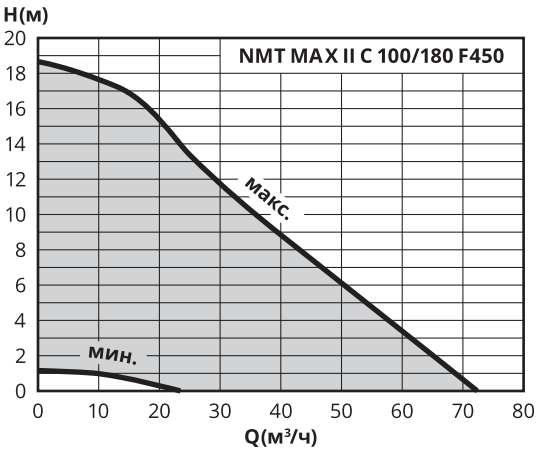
Способы регулирования

Представленные на сегодняшний день на рынке насосы с электронным управлением позволяют выбирать различные способы регулирования , а также рабочие режимы с помощью электронного блока управления.

При этом следует провести различие между способами регулирования, при которых насос регулируется автоматически, и рабочими режимами, при которых насос не регулируется автоматически, а настраивается на определенную рабочую точку с помощью команд.

На следующих страницах дан обзор наиболее часто используемых способов регулирования и рабочих режимов насоса. Благодаря дополнительным приборам управления и регулирования можно обрабатывать и передавать также целый ряд другой информации.

Характеристика насоса IMP PUMPS серии NMT MAX II C





Бесступенчатое регулирование частоты вращения у высокоэффективных насосов IMP PUMPS серии NMT MAX II C

Способы регулирования

Возможные способы регулирования насосов IMP PUMPS с электронным управлением

Предусмотрено 5 режимов работы насоса. В зависимости от особенностей системы, где будет использоваться насос, можно выбрать наиболее подходящий режим.

Автоматический режим

В автоматическом режиме насос определяет оптимальную рабочую точку и автоматически устанавливает наиболее подходящий напор насоса в зависимости от состояния гидравлической системы. Таким образом, устанавливается оптимальный режим работы. Этот режим рекомендуется для большинства систем. В данном режиме рабочие параметры нельзя изменить, их можно только просмотреть.

Пропорциональный напор

Насос поддерживает напор с учетом текущего расхода. Напор достигает заданного значения (H_{set} на чертеже) при максимальной мощности. При нулевом расходе он равен HQ% (по умолчанию 50%, HQ% можно задать на web-странице насоса) от заданного значения напора. В зависимости от расхода происходит линейное изменение напора в диапазоне, ограниченном этими двумя значениями. В данном режиме можно задать только напор насоса (H_{set} на чертеже). Остальные параметры можно только просмотреть.

Постоянный напор

Насос поддерживает заданный напор (H_{set} на чертеже) при любых рабочих параметрах от нулевого расхода до максимальной мощности и начинает падать при достижении максимальной мощности. В этом режиме пользователь может только установить напор (H_{set} на чертеже), который будет поддерживаться насосом. Остальные параметры можно только просмотреть.

Постоянные обороты

Насос работает с заданной скоростью (частота оборотов RPM_{set} указана на чертеже). В этом режиме можно задать только скорость, с которой будет работать насос. Остальные параметры можно только просмотреть.

Ночной режим

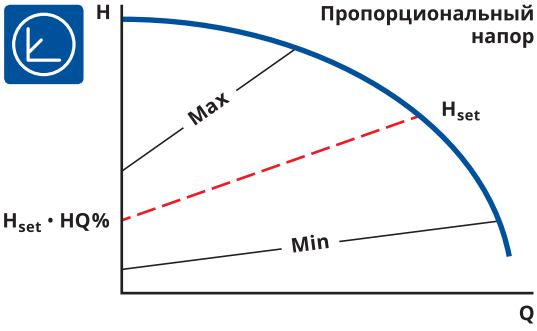
При работе в ночном режиме насос автоматически переключается с текущего режима на ночной. Переключение происходит в зависимости от температуры рабочей среды в системе. В ночном режиме на дисплее загорается индикатор ночного режима и насос работает согласно установленным характеристикам. Когда насос получает информацию о падении температуры среды на 15–20 °C (в период до 2 часов), индикатор ночного режима начинает мигать и насос переключается в ночной режим. Когда температура среды повышается, мигание останавливается и насос возвращается в ранее выбранный режим работы.

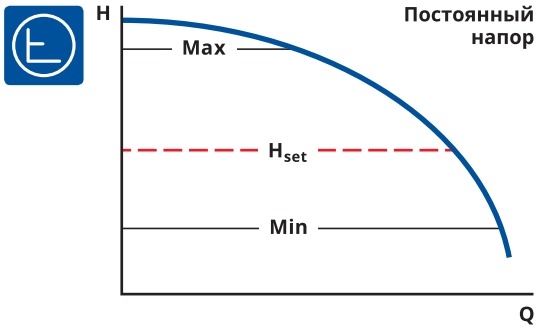
Ночной режим может работать только в дополнение к другим режимам и не является режимом, который может быть независимым.

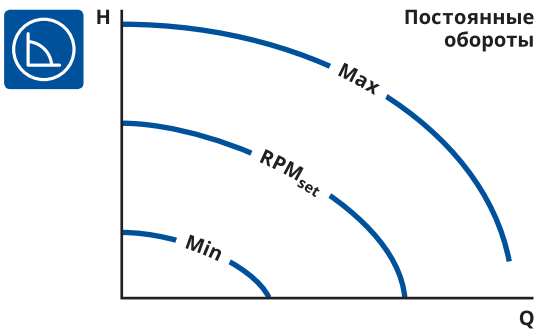
Комбинированный режим

Все индикаторы режимов выключены. Режим доступен только для моделей насосов, оснащенных коммуникационным модулем типа NMTC.

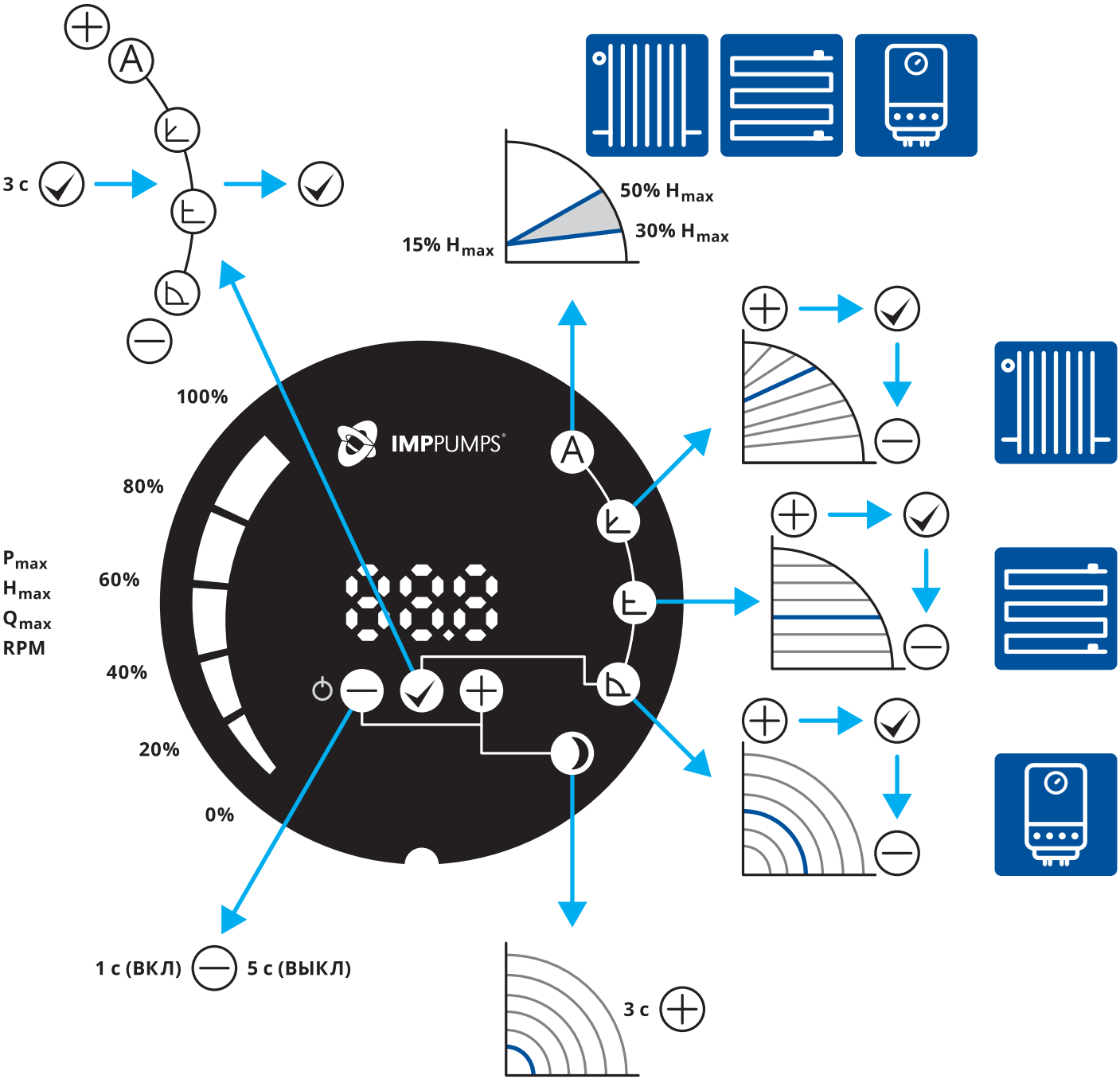
В этом режиме работы насоса можно установить несколько настроек одновременно. Можно задать ограничение числа оборотов, напора или изменить характеристики насоса. В данном режиме не светится ни один из индикаторов.







Способы регулирования







Примерный расчет параметров насоса для стандартных систем отопления

Объем воды, перекачиваемый насосом системы отопления, зависит от потребления тепла зданием. Напор определяется гидравлическим сопротивлением, имеющим место в системе трубопроводов. При монтаже новой системы отопления эти параметры легко можно рассчитать с помощью компьютерных программ, которые сегодня находятся на очень высоком уровне. Однако при проведении ремонта уже имеющихся систем отопления такие расчеты обычно затруднены. Для получения необходимых данных о подаче насоса можно прибегнуть к различным примерным схемам расчета.

Подача насоса

В случае монтажа в системе отопления нового циркуляционного насоса подача определяется по следующей формуле:

$$Q_{PU} = \frac{Q_N}{1{,}163 \cdot \Delta T} \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

Q_{PU} = подача насоса в расчетной точке в (м³/ч).
Q_N = потребление тепла на отапливаемой площади в (кВт).
1,163 = Удельная тепловая емкость (Вт • ч/кг • K).
ΔT = Расчетная разность температур в прямом и обратном трубопроводах системы отопления в (K), при этом за основу можно принять 10–20 K для стандартных систем.

Напор насоса

Чтобы обеспечить доставку перекачиваемой жидкости в любую точку системы отопления, насос должен преодолеть сумму всех гидравлических сопротивлений.

Так как обычно определить схему прокладки и условный проход трубопроводов довольно трудно, для примерного расчета напора можно использовать следующую формулу:

$$H_{PU} = \frac{R \cdot L \cdot ZF}{10000} \text{ (м)}$$

R = потери на трение в трубах (Па/м). При этом можно принять за основу значение 50–150 Па/м для стандартных систем (в зависимости от года постройки дома, в старых домах в связи с использованием труб большого диаметра потери давления меньше (50 Па/м)).
L = Длина (м) прямого и обратного трубопроводов или (длина дома + ширина дома + высота дома) × 2.
ZF = Коэффициент для
- Фасонных деталей ≈ 1,3
- Термостатического вентиля ≈ 1,7

При наличии всех этих конструктивных элементов можно использовать коэффициент 2,2.
- Смеситель/гравитационный тормоз ≈ 1,2.

При наличии всех этих конструктивных элементов можно использовать коэффициент 2,6.
10000 = Коэффициент пересчета (м) и (Па).

Пример

Тепловой генератор, установленный в многоквартирном доме старой постройки, имеет, согласно расчетам или документации мощность 50 кВт.

Для перепада температур ΔT = 20 K ($T_{прям.}$ = 90 °C/$T_{обр.}$ = 70 °C) получается следующее:

$$Q_{PU} = \frac{50\ кВт}{1{,}163 \cdot 20\ K} = 2{,}15\ м^3/ч$$

При необходимости отопления аналогичного здания при меньшем перепаде температур (например, 10 K) циркуляционный насос должен обеспечить перекачивание двойного объемного расхода, то есть 4,3 м³/ч с тем, чтобы тепловая энергия, производимая теплогенератором, могла доставляться к потребителям тепла в необходимом количестве.

Потери давления из-за трения в трубопроводе составляют в нашем примере 50 Па/м, общая длина прямого и обратного трубопроводов — 150 м, коэффициент — 2,2, так как смеситель и гравитационный тормоз отсутствуют. В результате получаем напор (H):

$$H_{PU} = \frac{50 \cdot 150 \cdot 2{,}2}{10000} = 1{,}65\ м$$



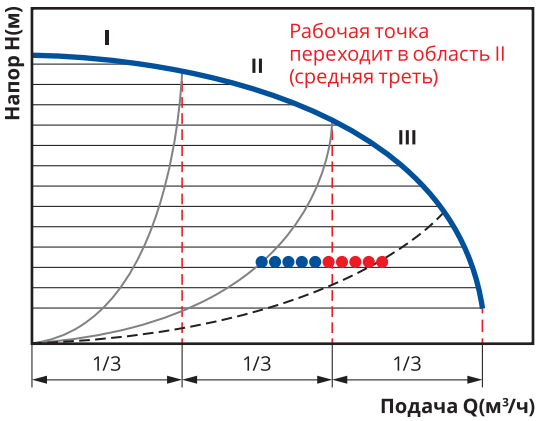
Из главы «Конструкции центробежных насосов» нам уже известно о зависимости кривой КПД от подачи насоса. Если кривая КПД учитывается при выборе насоса, становится очевидно, что средняя треть характеристики представляет собой наиболее благоприятный расчетный диапазон с энергетической точки зрения. У систем с переменным объемным расходом расчетная точка должна лежать в правой трети, так как рабочая точка циркуляционного насоса для систем отопления перемещается в среднюю треть и остается там до 98% от общего рабочего времени.

По мере увеличения сопротивления, например, при закрывании термостатических вентилей, характеристика системы становится более крутой.

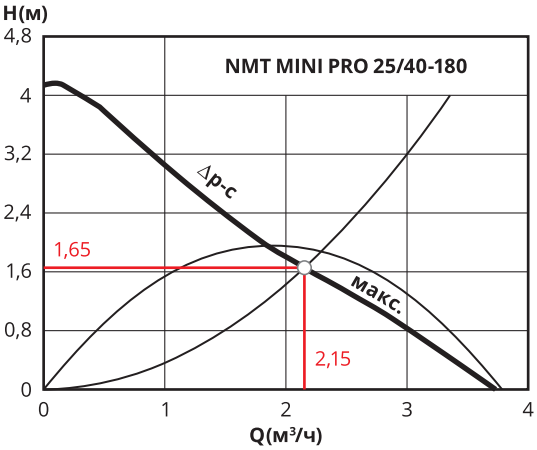
В результате расчета параметров напора (H) и подачи (Q) в соответствии с каталогом для примерных расчетов получается следующее:

Рабочая точка в поле характеристик насоса при переменном объемном расходе

- **Область I (левая треть)**
  Если рабочая точка лежит в этой области, следует выбрать меньший насос.
- **Область II (средняя треть)**
  Насос работает в оптимальном рабочем диапазоне до 98% от общего рабочего времени.
- **Область III (правая треть)**
  Регулируемый насос работает в неблагоприятном диапазоне, то есть 2% от общего рабочего времени.



Характеристики насоса IMP PUMPS NMT MINI PRO

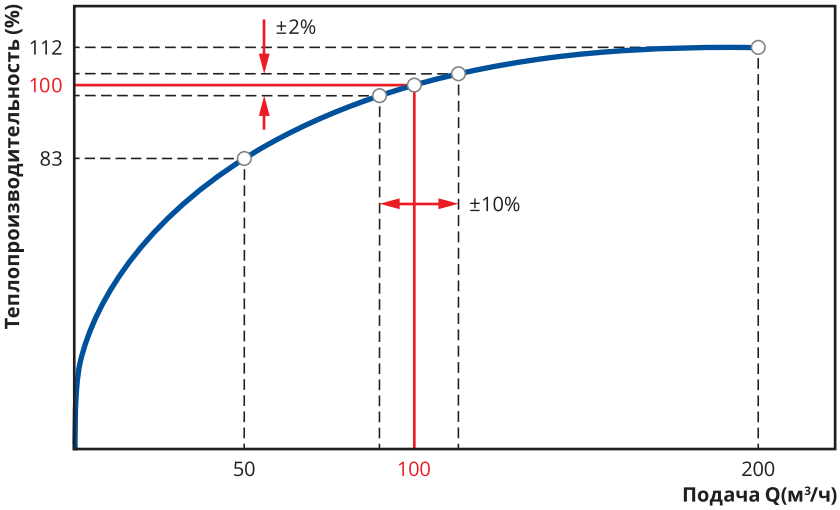


Результаты примерных расчетов параметров насоса

Допустим, сведения о характеристиках трубопроводной сети отсутствуют. В этом случае определить потребность здания в тепле можно только путем примерных расчетов. Однако при этом возникает вопрос о возможных последствиях. На рисунке справа представлена типичная характеристика теплопроизводительности для комнатного радиатора отопления.

На этом графике видны следующие зависимости: при уменьшении подачи (Q) на 10% теплопроизводительность радиатора снижается всего на 2%. То же самое происходит при увеличении подачи (Q) на 10%. В этом случае отдача тепловой энергии радиатором также увеличивается всего на 2%. Даже при удвоении подачи теплопроизводительность повышается всего на каких-то 12%!

Рабочий график радиатора отопления



Пример рабочего графика радиатора отопления 90/70 °C, температура в помещении 20 °C.

То есть абсолютно неверным решением будет использовать насос большей мощности, чем это необходимо, так сказать, для увеличения «запаса прочности».

Даже использование существенно меньшего по мощности насоса имело бы сравнительно меньшие последствия: при подаче 50% радиатор отопления может отдавать в помещение примерно 83% тепловой энергии.

Программы подбора насосного оборудования

Программы подбора насосного оборудования позволяют получить полную и эффективную помощь при выборе насоса. Эти программы содержат всю необходимую информацию для решения целого ряда задач — от простых расчетов до проектирования систем с использованием насосов и разработки соответствующей документации.

Программа подбора IMP PUMPS Select (select.imp-pumps.si) предназначена для подбора насосной техники (насосы, системы с использованием насосов и т. д.).

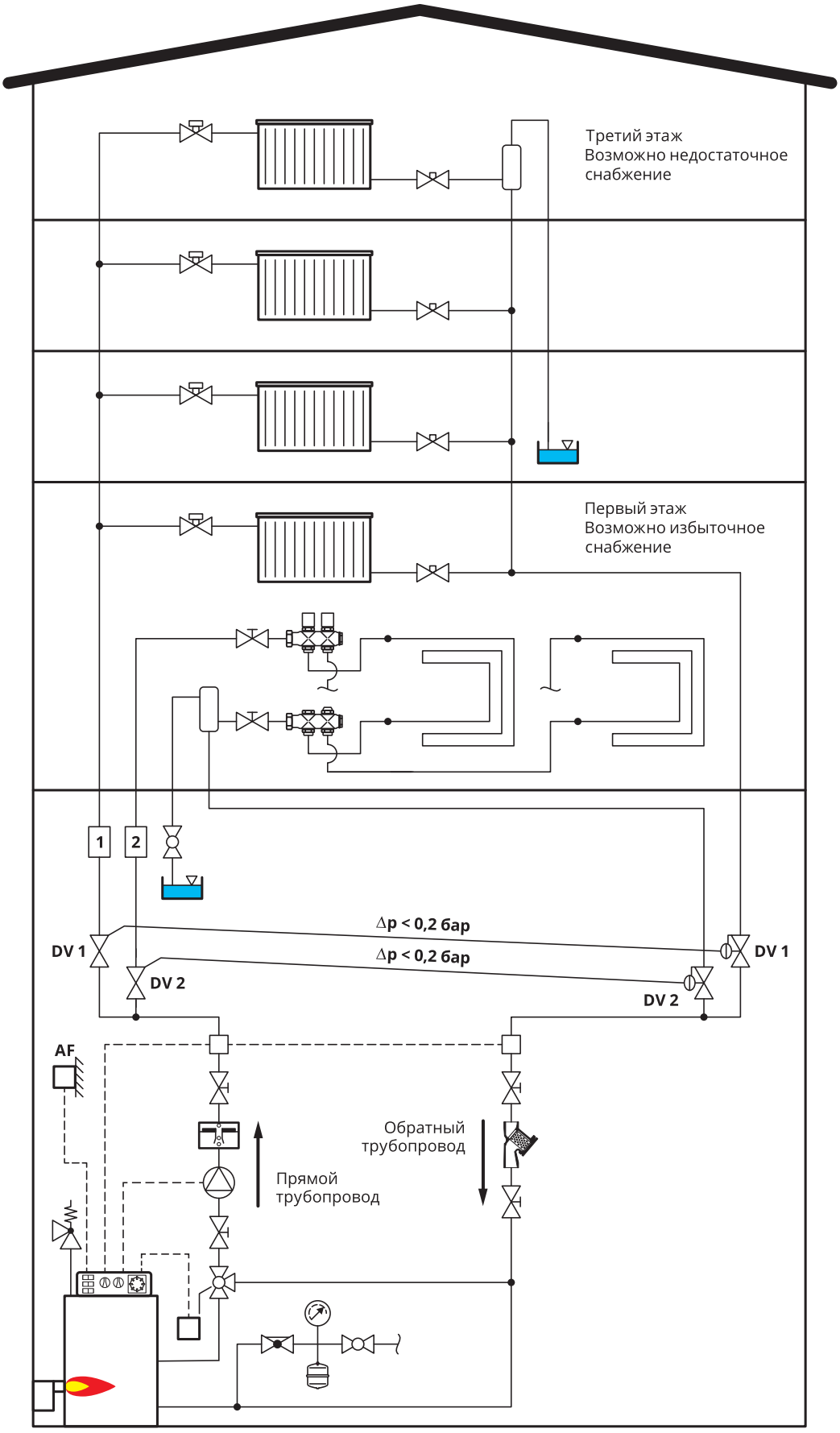
С помощью программы подбора можно решать задачи, возникающие в процессе практической работы:
- выполнение расчетов
- проектирование
- поиск продукции
- подбор насосов
- составление документации
- автоматическое обновление через Интернет



Схематическое представление системы отопления с гидравлической балансировкой

Обязательным условием эффективной работы насоса является гидравлическая балансировка.

- Клапан KFE
- Термостатический вентиль (TV)
- Запорный клапан
- Запорная задвижка
- Электропривод
- Возвратный блок
- Регулятор перепада давления (DV)
- Регулируемый циркуляционный насос IMP PUMPS серии NMT MINI
- Гравитационный тормоз (SB)
- Трехходовой смеситель
- Фильтр
- Расширительный мембранный бак
- Предохранительный клапан
- Дренаж
- 1 2 Линия
- Датчик температуры воздуха в помещении



Гидравлические системы от А до Я

Чтобы обеспечить оптимальное распределение тепла при максимально низком уровне шума, необходимо выполнить гидравлическую балансировку.

Кроме этого, гидравлическая балансировка может предотвратить избыточное или недостаточное снабжение потребителей.

Номинальная подача, предусмотренная для снабжения отдельных ветвей, реализуется за счет насоса, встроенного в трубопроводную сеть. Однако потребителям тепла (например, радиаторам отопления) требуется только часть этой мощности, которая зависит от размеров и мощности самого потребителя, а также положения термостатических и регулирующих вентилей.

Чтобы обеспечить теплом каждого отдельного потребителя необходимой подачей, можно использовать регуляторы перепада давления, регулирующие вентили ветвей, термостатические и регулирующие вентили с предварительно заданным положением.

На вентилях и регуляторах можно выставить соответствующие положения для потребителей в соответствии с указаниями производителя (расчетный перепад давления от 40 до 140 мбар).

Кроме этого, следует предусмотреть защиту потребителей от слишком высокого напора насоса. Например, максимальный напор насоса перед термостатическими вентилями не должен превышать 2 м.

В случае превышения этого значения из-за особенностей системы, следует установить на восходящих ветвях регуляторы перепада давления, которые будут поддерживать напор в пределах допустимого.

Регулирование циркуляционных насосов с электронным управлением

Современные циркуляционные насосы с электронным регулированием частоты вращения предлагают очень простой способ установки требуемого напора в малоизвестной системе:

- Необходимым условием является тщательная балансировка ветвей трубопровода и удаление воздуха из системы. Все регулирующие вентили должны быть открыты.

- Напор устанавливается с помощью специального регулятора со шкалой или без него (в зависимости от производителя). При установке напора рекомендуется начинать с самых низких значений. Кроме этого, у самого дальнего во всей системе отопления радиатора следует поставить помощника с телефоном.

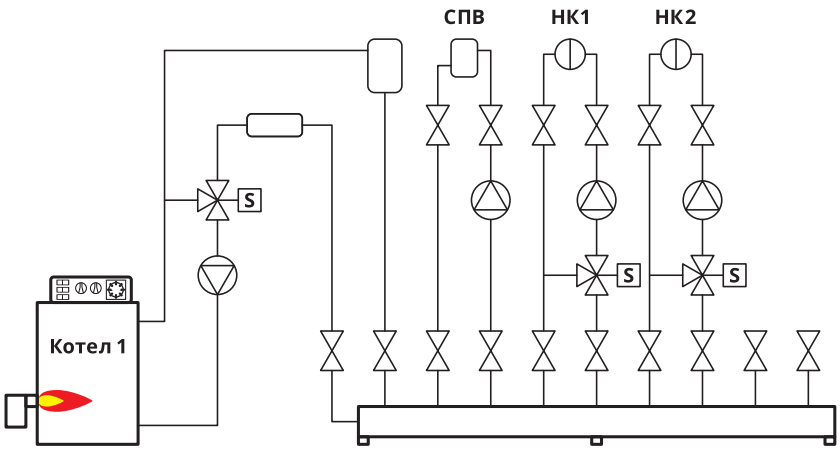
- После первого сообщения о том, что горячая вода не достигает этой дальней точки, можно начать постепенно увеличивать напор на регуляторе. При этом следует принимать во внимание инерционность системы отопления.

- Как только горячая вода начнет поступать в самый дальний радиатор, процесс регулирования напора завершен.

Системы с несколькими насосами

В связи с особенностями регулирования в больших системах отопления часто используются несколько нагревательных контуров. Иногда устанавливаются даже несколько котлов.

Пример системы с несколькими нагревательными контурами



Циркуляционный насос IMP PUMPS серии NMT SMART II C

Насосы для системы подогрева воды СПВ и нагревательных контуров НК1 и НК2 работают независимо друг от друга. Циркуляционные насосы предназначены только для преодоления возникающих в системе сопротивлений. Каждый из этих трех насосов подследовательно подключен к циркуляционному насосу котла. В задачи последнего входит преодоление сопротивления, возникающего уже в контуре котла.

Все предшествующие теоретические рассуждения основаны на том, что насосы имеют одинаковую мощность. Однако, как это видно из представленной схемы, насосы могут иметь различные мощности.

Такой вариант монтажа может быть чрезвычайно опасным в случае, если мощность отдельных насосов не была принята в рассмотрение. При создании циркуляционным насосом котла слишком высокого напора один или все распределительные насосы получают огромное давление на всасывающем патрубке. В этом случае они начинают работать уже не как насосы, а как турбины (по принципу генератора). В результате этого в течение короткого времени возникают различные функциональные нарушения и повреждения насосов. (Проблема гидравлической развязки в рамках данного обсуждения не рассматривается).

Во всех ранее рассмотренных вариантах речь шла о системе с одним центробежным насосом. Однако на практике часто возникают ситуации, в которых один одинарный насос просто не может удовлетворить всем предъявляемым к нему требованиям.

В таких случаях используют два и более насосов. В зависимости от назначения насосы монтируются по последовательной или параллельной схеме.

Однако, прежде чем перейти к обсуждению отдельных функций, следует указать на одну принципиальную, хотя и часто встречающуюся ошибку. Так, абсолютно неверно утверждение, что, как правило, два одинаковых насоса, работающие по последовательной схеме, обеспечивают двойной напор, а два одинаковых насоса, работающих по параллельной схеме, — двойную подачу.

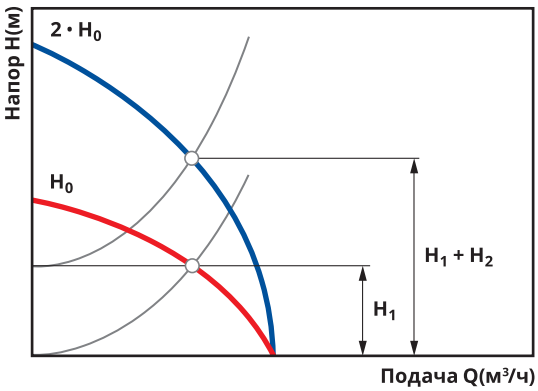
Хотя теоретически это возможно, однако практически едва ли выполнимо в связи с особенностями конструкции и функционирования систем.

Последовательное включение насосов

При монтаже двух насосов по последовательной схеме (друг за другом) суммируются напоры при одинаковой подаче. При этом напор при нулевой подаче от двух насосов одинаковой мощности удваивается.

Если взять другую крайнюю точку, то есть точку, при которой подача осуществляется безнапорно, то в ней два насоса не могут обеспечить большую подачу, чем один насос.

Характеристики насосов при последовательном включении



Системы с несколькими насосами

Параллельное включение насосов

При монтаже двух насосов по параллельной схеме (параллельно друг другу) суммируются подачи при одинаковом напоре. При этом максимальная подача от двух насосов одинаковой мощности удваивается.

Ранее уже указывалось на то, что эта точка характеристики насоса является теоретическим предельным значением.

Если взять другую крайнюю точку, то есть точку, при которой подача равна нулю, то в ней два параллельно работающих насоса не могут обеспечить больший напор, чем один насос.

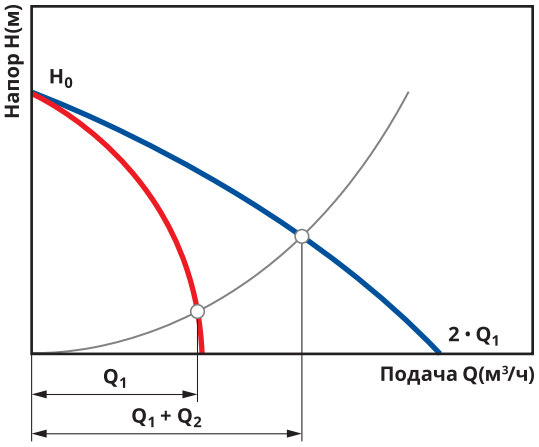
Когда потребление тепловой энергии достигает максимума, насосы I и II начинают работать по параллельной схеме. Необходимые для этого приборы управления встроены в съемные модули или электронный блок с соответствующими приспособлениями.

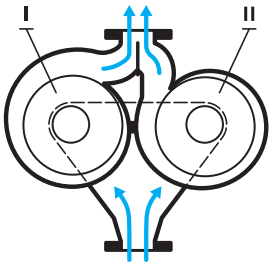
Каждый из двух объединенных в сдвоенный насос одинарных насосов имеет несколько ступеней переключения, что дает широкий спектр регулирования параметров насосов в зависимости от отопительной нагрузки.

Это отражает следующая характеристика. Пунктирной линией обозначена характеристика одного из двух насосов, работающего в индивидуальном режиме, а жирной черной линией — общая характеристика насосов, работающих в режиме основной/пиковый.

При отказе одного из насосов подача, тем не менее, продолжает поддерживаться на уровне более 50 %. В соответствии с рабочим графиком радиатора отопления это означает все те же 83% тепловой энергии, которые может отдавать радиатор.

Характеристики насосов при параллельном включении

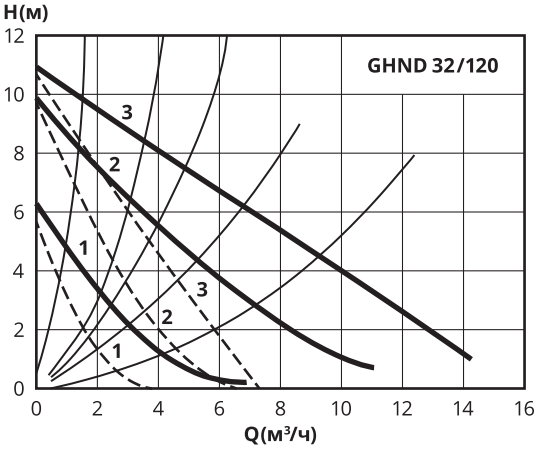




В работе оба насоса..

Параллельное включение двух насосов одинаковой мощности.

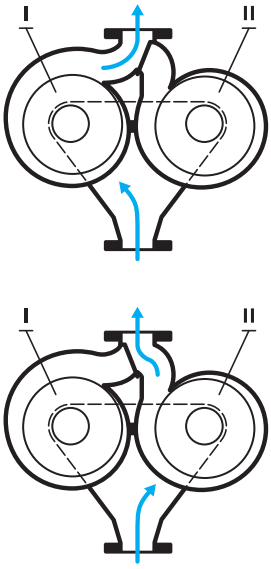
Характеристика насоса IMP PUMPS серии GHND





При параллельном включении двух насосов одинаковой мощности значение подачи суммируется при одинаковом напоре.

Системы с несколькими насосами



В работе или насос I, или насос II.

Режим основной/резервный насосы

Назначение систем отопления заключается в том, чтобы обогреть жилые помещения в холодное время года. В связи с этим рекомендуется предусмотреть в каждом нагревательном контуре по одному резервному насосу на случай отказа основного насоса. В первую очередь это относится к многоквартирным домам, больницам и другим общественным учреждениям.

С другой стороны, использование второго насоса влечет за собой помимо необходимой дополнительной арматуры и приборов управления довольно существенные расходы на сам монтаж. В качестве компромисса производители насосов предлагают сдвоенные насосы, у которых два рабочих колеса с приводными моторами объединены в одном корпусе.

В резервном режиме оба насоса (I и II) работают по очереди в соответствии с установленным графиком (например, по 24 часа). В то время, как один насос работает, другой стоит. При этом отток перекачиваемой жидкости через неработающий насос предотвращается встроенным переключающим клапаном (входит в серийную комплектацию).

Как уже указывалось в начале данного раздела, в случае отказа одного из двух насосов система автоматически переключается на работоспособный насос.

Режим основной/пиковый насосы

В системах, для которых характерна большая подача, например, в больницах с 20 зданиями и одной котельной, часто используются несколько одинарных насосов для частичной нагрузки.

В следующем примере мощные насосы с мокрым ротором и встроенным электронным блоком управления установлены параллельно друг другу. В зависимости от потребностей такая система для пиковых нагрузок может состоять из двух и более насосов одинаковой мощности.

Работающая вместе с датчиком сигналов система управления поддерживает перепад давления насоса на постоянном уровне (Δp-c).

При этом совершенно неважно, какие объемы перекачиваемой жидкости проходят через термостатические вентили на радиаторах отопления и какие из четырех насосов работают в данный момент времени.

Если в такого рода системе выполняется гидравлическая балансировка, эти схемы используются также для анализа снабжения самой дальней точки с целью его надлежащего обеспечения. При этом датчик сигналов устанавливается в самой плохо снабжаемой точке системы. Сигналы управления, генерируемые датчиком сигналов (о чем говорит само название датчика), передаются на блок управления, который корректирует их в зависимости от инерционности и других характеристик системы. После этого блок управления соответствующим образом активизирует подключенные насосы, например, через встроенную электронную схему.

Системы с несколькими насосами

В нашем примере управление всей системой осуществляется следующим образом:

Регулирование насоса основной нагрузки или основного насоса Ph со встроенным электронным блоком осуществляется бесступенчато в диапазоне между максимальной (n = 100%) и минимальной частотой вращения (n = 40%) в зависимости от сигнала датчика перепада давления.

В результате этого подача при частичной нагрузке плавно изменяется в диапазоне $Q_{T1} \leq 25\%$. Если возникает необходимость в увеличении подачи ($Q_T > 25\%$), подключается насос пиковой нагрузки (также со встроенным электронным блоком P_{S1}) с максимальной частотой вращения.

Основной насос P_H продолжает бесступенчато регулироваться, что в свою очередь влияет на общую подачу, которая аналогичным образом регулируется в диапазоне между 25% и 50% в зависимости от потребности.

Этот процесс повторяется при подключении насосов для частичной нагрузки со встроенной электроникой P_{S2} и P_{S3}, каждый раз с максимальной частотой вращения.

Максимальная потребность в тепле всей больницы покрывается тогда, когда все четыре насоса работают с максимальной мощностью, в этом случае они обеспечивают подачу при полной нагрузке Q_V.

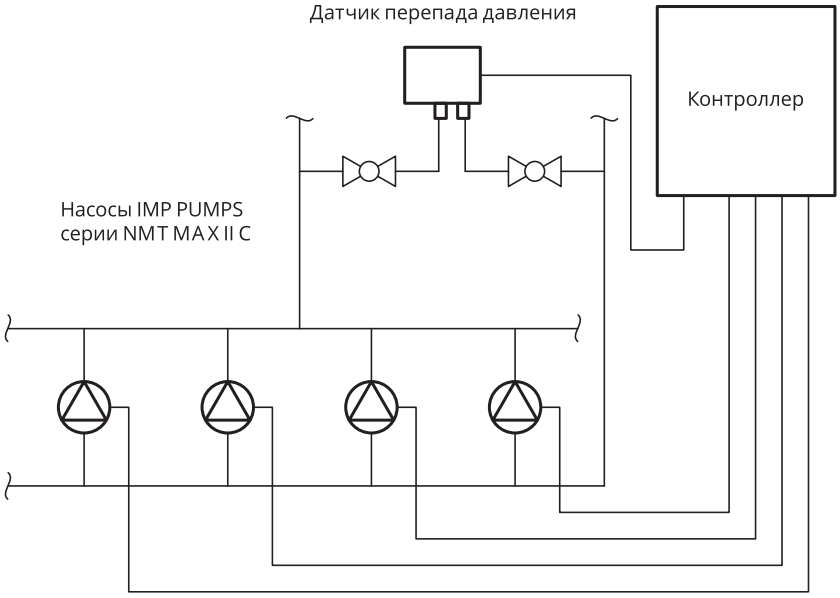
Аналогичным образом, при уменьшении потребления тепла насосы для пиковых нагрузок со встроенной электроникой P_{S3}–P_{S1} снова отключаются.

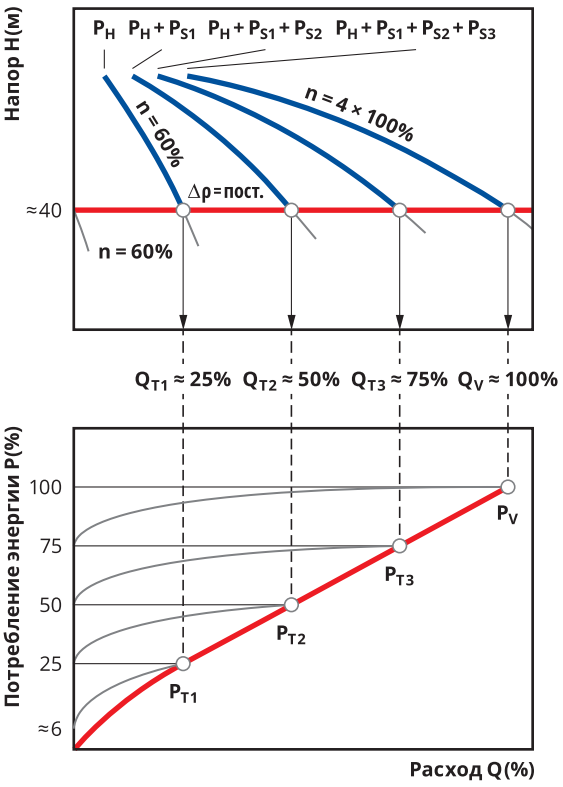
Чтобы достичь максимально равномерного распределения рабочего времени между всеми циркуляционными насосами, функцию регулируемого основного насоса каждый день поочередно выполняют различные насосы.

Одного взгляда на самый нижний график достаточно, чтобы понять, какой большой экономии электроэнергии можно добиться в зависимости от типа насоса, в том числе за счет потребляемой мощности.

Для больших систем низкие эксплуатационные расходы в течение многих лет гораздо важнее, чем небольшие инвестиционные затраты. Четыре небольших насоса со встроенной электроникой и система управления могут стоить больше, чем один большой насос без системы управления.

Многонасосная система с бесступенчатым регулированием





Обозначения:
P_H = Основной насос
P_S = Дополнительный насос для пиковых нагрузок 1–3
Q_V = Подача при полной нагрузке
Q_T = Подача при частичной нагрузке
P_V = Мощность при полной нагрузке
P_T = Мощность при частичной нагрузке

Однако, если взять, например, период эксплуатации длиной в десять лет, то затраты на систему управления и насосы со встроенной электроникой с лихвой окупятся за счет сэкономленной электроэнергии. В качестве дополнительного преимущества можно назвать оптимизацию работы всей системы в сочетании с низким уровнем шума и высокой экономичностью благодаря улучшенному снабжению потребителей. А это может означать даже значительную экономию энергии.

СЕРВИС

СЕРВИС IMP PUMPS — ВСЕСТОРОННЯЯ ПОДДЕРЖКА, КВАЛИФИЦИРОВАННАЯ, КАЧЕСТВЕННАЯ ПОМОЩЬ!

Горячая линия службы сервиса
ООО «ИМП ПАМПС РУС»
8 800 333 59 05 / service@imp-pumps.info
Время работы горячей линии
будни с 09:00 до 18:00
по Московскому времени

Качественный сервис — одно из главных условий, на которое обращает внимание опытный специалист на этапе выбора оборудования.

Компания IMP PUMPS уделяет большое внимание высокой степени надёжности своей продукции и гарантирует высокое качество выполнения сервисных работ во всех официальных сервисных центрах компании.

Список и адреса сервисных центров компании IMP PUMPS находятся на сайте www.imp-pumps.ru в разделе «Адреса сервисных центров».

Запасные части

Нами налажена система оперативной и бесперебойной поставки запасных частей. Мы располагаем складом с постоянно пополняемым перечнем всех необходимых деталей.

Это позволяет своевременно доставлять запасные части нашим сервисным центрам. Таким образом, проведение гарантийного ремонта и послегарантийного обслуживания занимает минимальный срок, снижая время простоя оборудования.

Специалисты компании IMP PUMPS окажут Вам профессиональную помощь по любым вопросам, связанным с приобретением запасных частей, сервисным обслуживанием оборудования, а также заполнением или уточнением статуса заявки-рекламации.

Техническая помощь

Преимуществом сервиса IMP PUMPS является разветвленная сеть официальных сервисных центров. В сервисных центрах работают квалифицированные специалисты, готовые осуществить оперативную диагностику неисправности и ремонт насосного оборудования.

Компанией IMP PUMPS внедрена CRM система для автоматической фиксации и отслеживания сервисных заявок.

Заявка-рекламация находится на нашем сайте www.imp-pumps.ru в разделе «Сервис».

При возникновении рекламации необходимо:

- Заполнить Рекламационный опросный лист IMP PUMPS, указав максимально полную информацию (дату, номер накладной продажи, срок ввода в эксплуатацию, в какой системе был установлен насос, причины и описание дефекта и др.).

Приложить фотографии:

- Установленного в системе насоса до его демонтажа;
- Шильдика оборудования;
- Шильдика мотора (при наличии);
- Электрического подключения (токовой защиты, уставки, тепловой защиты);
- Фотографию неисправного узла;
- Фотографию места монтажа насоса, а именно, фундамента, подводящего и отводящего трубопроводов. В случае выезда на объект — это обязательное условие.

Решение по рекламации принимается только после проведения диагностики и получения экспертного заключения по дефектному насосу.



IMPPUMPS®
Intelligent Motor Pumps







Циркуляционные насосы IMP PUMPS признаны высококачественным, интеллектуальным оборудованием. Продукция сертифицирована по международному стандарту DIN24255.

Продукция IMP PUMPS экономична и надежна. Насосы IMP при небольших затратах электроэнергии обеспечат бесперебойное движение жидкой среды в системах отопления и водоснабжения.

Если Вы хотите купить циркуляционный насос с высокой степенью защиты по хорошей цене, лучше изделия IMP PUMPS Вам не найти.

Каждый из насосов IMP PUMPS уверенно на 100% может подтвердить девиз: «ДОСТОЙНЫЙ ПРОДУКТ ПО РАЗУМНОЙ ЦЕНЕ».

ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА НА ОБОРУДОВАНИЕ IMP PUMPS СОСТАВЛЯЮТ 24 МЕСЯЦА. БОЛЕЕ ПОДРОБНЫЕ УСЛОВИЯ ГАРАНТИЙНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ УКАЗАНЫ В ГАРАНТИЙНОМ ТАЛОНЕ.

Возможны технические изменения!







Официальное представительство IMP PUMPS в России
ООО «ИМП ПАМПС РУС»
www.imp-pumps.ru
www.imp-pump.ru

Центральное представительство в Москве
117335, г. Москва,
ул. Вавилова, д. 87, офис 4
Тел.: +7 (495) 540-57-05
e-mail: info@imp-pumps.info

Представительство в Санкт-Петербурге
Санкт-Петербург
22-я линия Васильевского острова,
д. 3, корп. 1, БЦ «Механобр», офис 335
Тел.: +7 (812) 385-57-06
Моб.: +7 (981) 822-38-80
Моб.: +7 (967) 359-97-90
e-mail: pyrko.roman@imp-pumps.info,
me@imp-pumps.info

Региональный представитель в ПФО
Казань
Тел.: +7 (968) 628-70-51
e-mail: vma@imp-pumps.info

Региональный представитель в ЮФО и СКФО
Ростов-на-Дону
Тел.: +7 (903) 108-95-02
e-mail: nan@imp-pumps.info

Региональный представитель в УФО
Уфа
Тел.: +7 (903) 109-01-42
e-mail: kdf@imp-pumps.info

Региональный представитель в СФО
Новосибирск
Тел.: +7 (964) 763-38-10
e-mail: bvv@imp-pumps.info

Служба сервиса
142305, Московская область,
Чеховский район,
д. Сергеево, ул. Промышленная, д. 1
ПСК «Сергеево», склад № 17
Тел.: 8 (800) 333-59-05
e-mail: service@imp-pumps.info

Склад
142305, Московская область,
Чеховский район,
д. Сергеево, ул. Промышленная, д. 1
ПСК «Сергеево», склад № 17
Моб.: +7 (906) 767-40-24
e-mail: sklad@imp-pumps.info

ДОСТОЙНЫЙ ПРОДУКТ ПО РАЗУМНОЙ ЦЕНЕ

IMPPUMPS®
Intelligent Motor Pumps

11.2026

© IMP PUMPS d.o.o.