

# Гидравлика

**CALEFFI**  
Hydronic Solutions

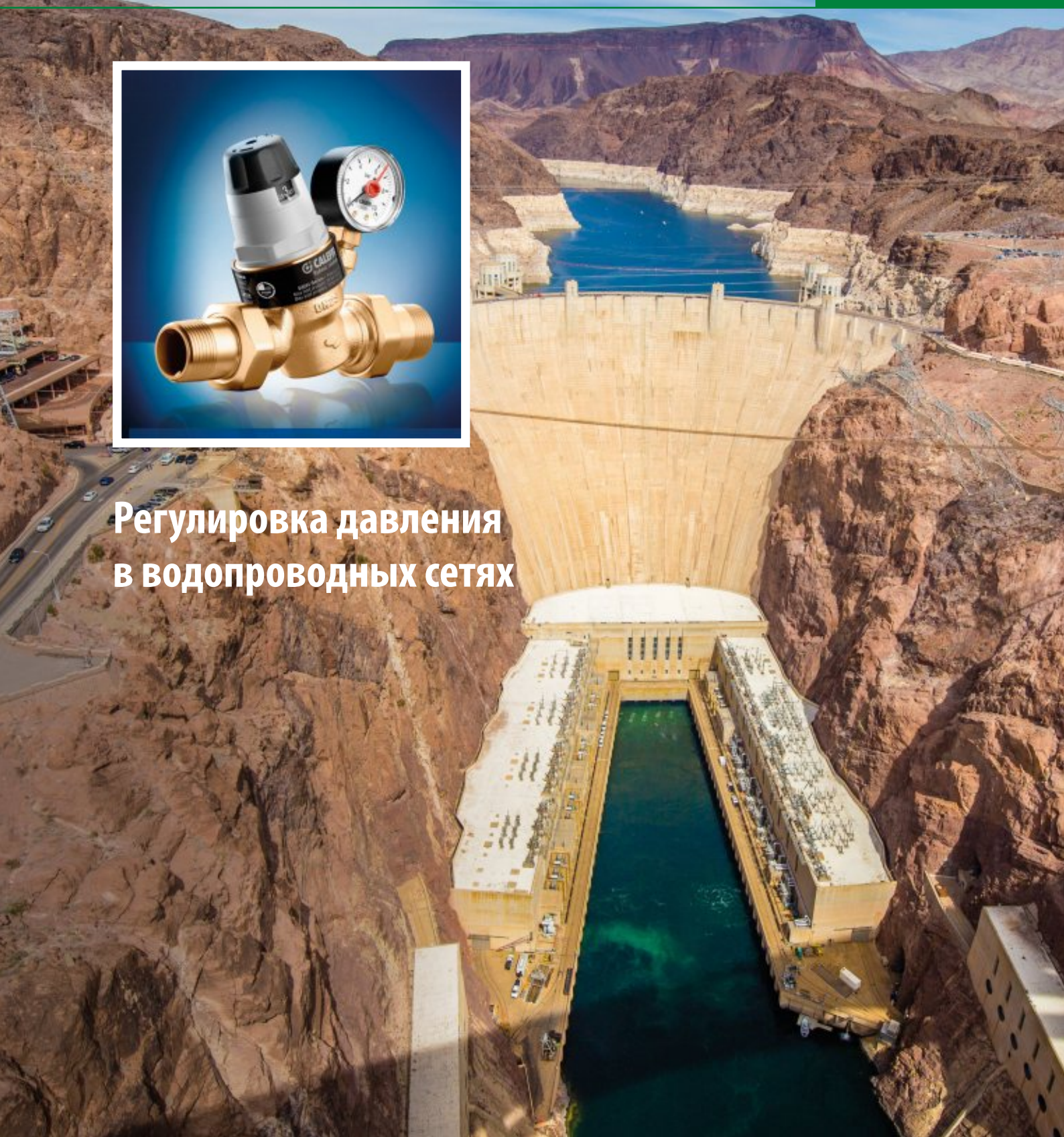
1

июль 2020

ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ТЕХНИКО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ

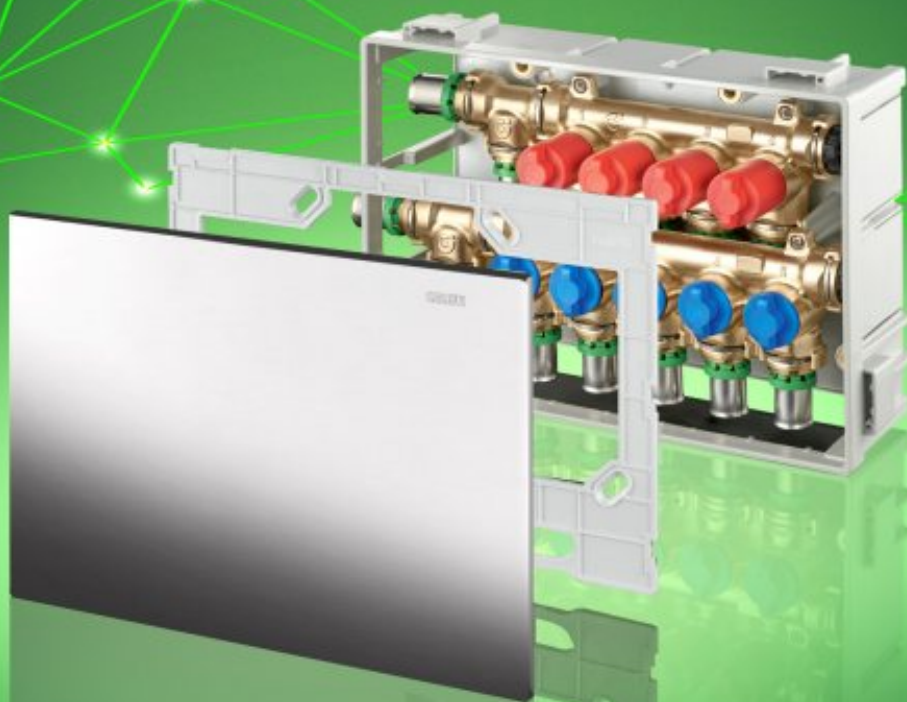


Регулировка давления  
в водопроводных сетях



# КОЛЛЕКТОР ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

# ЭЛЕГАНТНОСТЬ БАЛАНСА

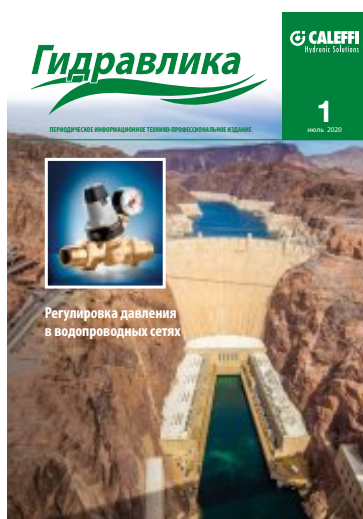


БЕЗОПАСНЫЕ И ГИБКИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, УПРОЩЁННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И УДОБНЫЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ: НОВЫЕ **КОЛЛЕКТОРЫ СЕРИИ 359** ПРЕДОСТАВЛЯЮТ ЭТО И МНОГОЕ ДРУГОЕ, ЧТОБЫ МАКСИМАЛЬНО ДОВОЛЬСТВОВАТЬСЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПРИ МИНИМАЛЬНОМ ЭСТЕТИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ. **ГАРАНТИРОВАНО CALEFFI.**



# ОТ РЕДАКЦИИ

С великим энтузиазмом и радостью предоставляем вашему вниманию проект исторической важности для Caleffi, которым мы очень гордимся. Наконец, мы готовы представить первый номер нашего углублённого технического журнала «Гидравлика».



Приключение «ГИДРАВЛИКА», которое началось почти 30 лет назад в Италии и которое сегодня включает 57 изданий, выпускаемых каждые шесть месяцев, и специализированный онлайн-портал, уже перешло границы многих стран, таких как США, Франция, Португалия и Турция. Признанное авторитетным и надежным источником теплотехниками, профессиональными школами и университетами, сегодня оно готово стать эталоном для инженерии также и в русскоязычных Странах.

Первый номер журнала «Гидравлика» является конкретным результатом курса технической подготовки, проведенного Caleffi на территории России, Украины и стран СНГ в последнее десятилетие. Учебные курсы, составление технической документации на языке, создание диаграмм систем и приложений для расчётов помогли облегчить работу профессионалов в этом сегменте и создали основу для этого запуска. Мы надеемся, что журнал «Idraulica», инструмент являющийся во всех отношениях частью нашей корпоративной философии, состоящей из исследований, инноваций, взгляда в будущее и технических знаний, приобретет важную роль в этом сегменте на благо всех профессионалов.

Чтобы выпустить первый выпуск «Idraulica» и сделать его на регулярной и постоянной основе, мы вложили значительные средства. Мы стремимся сделать его настоящим «Техническим ориентиром».

Пока мы готовим содержание этого и последующих изданий, наша цель состоит в том, чтобы определить критерии для нужд территории и нашего сегмента, предоставить техническую информацию в простой и доступной форме. Мы действуем с осознанием ответственности, которую заслуживает эта амбиция.

Название и область журнала «Гидравлика» понятны: журнал был создан с использованием 60-летнего опыта и знаний Caleffi. Теперь мы надеемся оправдать ваши ожидания и желаем вам приятного чтения.

Доменико Маццетти

# Руководящие указания

- Выбрать темы и аргументы конкретного общего интереса и не ограничиваться только презентацией, и, еще в меньшей степени, рекламой коммерческих изделий.
- Поручить раскрытие выбранных тем только тем, кто, помимо теоретических знаний, обладает также и практическими знаниями, в силу того, что проверил и испытал их непосредственно в поле.
- Всегда учитывать, что истинная ценность публикации заключается в количестве и качестве полезной информации, предоставленной Читателям, а не в количестве страниц.
- Вникать в самую суть проблем и никогда не уклоняться от сопутствующих сложностей как в силу уважения к Читателям, так и для того, чтобы суметь предоставить обоснованные и аргументированные ответы.
- Написать простым языком, доступным всем и без излишних английских заимствований, особенно когда они бесполезны.
- Составить особо внимательно графики, диаграммы и таблицы, чтобы сделать их чтение более легким и, следовательно, менее подверженным ошибкам.
- Использовать чертежи, прежде всего, когда они могут прояснить, лучше написанного текста, то, что намереваются изложить.

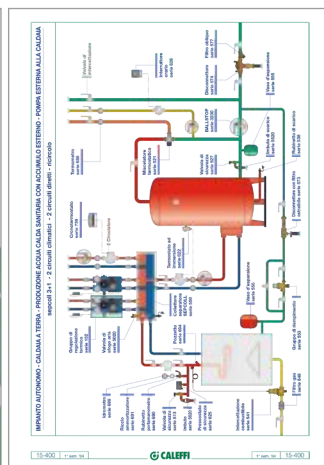
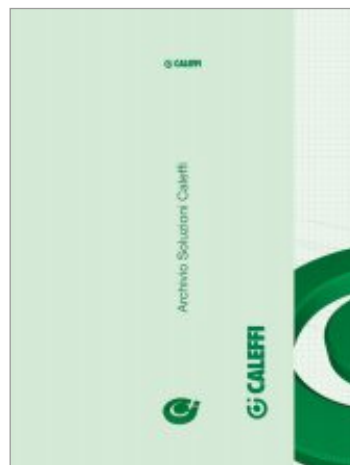
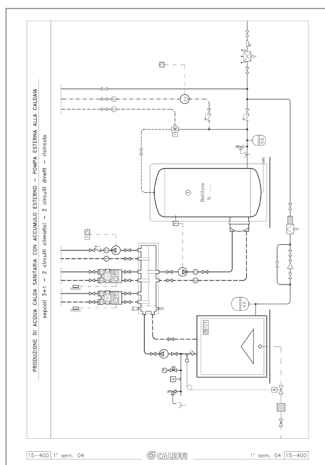
Мы считали, или лучше сказать, надеялись, что эти правила помогут нам также донести до наших Читателей, что, чтобы быть для них полезными, наша работа проводилась без экономии ни времени, ни трудов, а также избегая разбора обычных тем и написания известных и банальных вещей: то есть, не следуя самым легким путем, очевидным и само собой разумеющимся.

С другой стороны, мы также прекрасно понимали, что не будет так просто добиться внимания и интереса, достаточных для оправдания ожидаемого обязательства, тем более, что, в нашем сегменте, уже имелась разнообразная информация и техническая документация.

И на основании этих соображений, наблюдений и сомнений Президент принял решение опубликовать первый Учебник Caleffi и первые выпуски журнала «Гидравлика». На основании полученных более чем положительных отзывов, в дальнейшем он решил дополнить предусмотренную серию Учебников и продолжать публиковать журнал «Гидравлика». В рамках данного мероприятия, были опубликованы также три сборника: первый с формулами, таблицами и диаграммами для определения линейных потерь трубопроводов для воды и воздухопроводов; второй и третий с функциональными схемами и чертежами системных решений, заимствованных из журнала «Гидравлика» и из Учебников Caleffi.



В выделенной части слева кратко приведены основные темы и аргументы, речь о которых идет в журнале «Гидравлика».



# РЕШЕНИЯ CALEFFI

Приложение Решения **CALEFFI**, чтобы узнать нашу продукцию и открыть для себя новые решения.

## Как оно работает?

Создайте чертеж своей системы с помощью наших предложений, выберите изделия и заполните спецификации. Распечатайте полное решение в формате .pdf и внесите версию в формате .dxf в ваш проект в AutoCad.



Решения Caleffi

CALEFFI  
Hydraulic Solutions

СЛЕДЫ

- ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ НА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ВЕЩАХ ТОПЛИВА
- ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ СМЕШАННОГО ТИПА
- ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ НА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ
- РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ
- СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ГВС ПОРЯДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
- СИСТЕМЫ ДЛЯ НЕБОЛЬШИХ ТЕРМИНАЛОВ
- СИСТЕМЫ ДЛЯ НЕБОЛЬШИХ ТЕРМИНАЛОВ СМЕШАННОГО ТИПА
- СИСТЕМЫ ДЛЯ НЕБОЛЬШИХ ТЕРМИНАЛОВ НА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

« Previous 1 2 3 4 Next »

<p>30.42 ТП с котлом на биомассе и на традиционных видах топлива (без производства ГВС и ТТ)</p>	<p>30.18 ТП для систем центрального отопления (без производства ГВС и ТТ)</p>	<p>30.15 ТП для систем центрального отопления с производством ГВС</p>	<p>30.29 ТП для систем центрального отопления с производством ГВС и альтернативным топливом</p>
<p>30.46 ТП с котлом на биомассе и производством ГВС и ТТ</p>	<p>30.45 ТП с котлом на биомассе (без производства ГВС и ТТ)</p>	<p>46.49 Распределительные сети ГВС с группами (без коллектора) для регулировки и тепловой дифференциации</p>	<p>46.53 Распределительные сети ГВС с группами (без коллектора) для регулировки и тепловой дифференциации</p>

« Previous 1 2 3 4 Next »

Руководитель проекта:  
Маттиа Томазони

Ответственный Редактор:  
Фабрицио Гуидетти

Над этим номером работали:

- Клаудио Ардиццо
- Элиа Кремона
- Алессандро Кримелла
- Марио Донинелли
- Доменико Маццетти
- Ренцо Планка
- Алессиа Солдарини
- Сергей Турчин

Авторское право журнала  
«Гидравлика» Caleffi.

Все права принадлежат  
издателю.

Никакая часть данной  
публикации не может  
быть воспроизведена  
или распространена без  
письменного разрешения  
Издателя.

CALEFFI S.P.A.  
S.R. 229, N. 25  
28010

Fontaneto d'Agogna (NO)  
TEL. 0322-8491  
FAX 0322-863305  
info@caleffi.com  
www.caleffi.com

Ulitsa Priorova, 30, apt.16  
125130 Moscow - Russia  
Tel. +7 499 1560587  
Fax +7 985 9244237  
Mob. +7 926 5230633  
Email: caleffirussia@gmail.com

## СОДЕРЖАНИЕ

- 3** ОТ РЕДАКЦИИ
- 4** РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ
- 5** РЕШЕНИЯ CALEFFI
- 7** РЕГУЛИРОВКА ДАВЛЕНИЯ В ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЯХ
- 8** НЕМНОГО ИСТОРИИ
- 9** ОПТИМАЛЬНЫЙ ДИАПАЗОН ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ
- 10** СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ
- 12** Гидроаккумуляторы на воздушной подушке
- 15** Мембранные гидроаккумуляторы
- 17** Подробности подбора гидроаккумуляторов
- 19** Станции повышения давления с насосами с инвертером
- 20** СИСТЕМЫ ПОНИЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ
- 20** Мембранные редукторы давления
- 21** Поршневые редукторы давления
- 22** Пилотируемые редукторы давления
- 23** ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
- 25** РАСЧЕТ
- 26** СООТНОШЕНИЕ РЕДУКЦИИ И КАВИТАЦИЯ
- 27** ТИПЫ УСТАНОВКИ
- 27** Редукторы, установленные параллельно
- 29** Редукторы, установленные последовательно
- 30** ЗАЩИТА ОТ РОСТА ДАВЛЕНИЯ НА ВЫХОДЕ ИЗ РЕДУКТОРА
- 30** СЕТЕВОЙ РАСХОД СЛИШКОМ НИЗКИЙ
- 31** Упрощённый аналитический метод
- 32** Графический метод
- 33** РЕЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СЕТЬ И РЕДУКТОРЫ ДАВЛЕНИЯ
- 34** СХЕМЫ УСТАНОВКИ
- 34** Бытовые применения
- 35** Многоэтажные здания
- 39** Распределение горячей санитарной воды
- 43** ЭКОНОМИЯ ВОДЫ
- 47** ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

# РЕГУЛИРОВКА ДАВЛЕНИЯ В ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

*Инженеры Маттеа Томазони и Алессия Солдарини*

Распределительные сети водоснабжения воды должны обеспечивать в каждой точке водоразбора (раковины, душевые кабины и т.д.) правильную подачу горячей и холодной воды пользователям. Хорошее проектирование данных систем проходит через различные этапы, а именно, оценка особых потребностей, расчет сети трубопроводов, контроль и **регулировка давления**.

В этом выпуске журнала «Гидравлика» мы остановимся именно на этом последнем аспекте, проанализировав его важность с различных точек зрения.

Изначально мы рассмотрим методы для **повышения значения давления**, когда оно оказывается недостаточным. С этой целью, обычно применяются специальные **системы**, так называемые **повышающие давление**, характеристики которых мы рассмотрим, а также основные параметры для их правильного расчета.

Далее, мы остановимся на противоположном условии, а именно таком, при котором **имеющееся давление является избыточным** и, поэтому, может легко привести к нарушению режима работы, образованию шума и бесполезным тратам.

В таких ситуациях прибегают к использованию **редукторов давления**, устройств, способных соответствующим образом регулировать и сохранять стабильным давление внутри распределительных сетей санитарной воды. Особое внимание необходимо уделять их основным характеристикам, как с точки зрения режима работы и технических характеристик, так и с точки зрения правильной установки в различных возможных исполнениях.

В последней части этого выпуска, будут представлены некоторые **схемы установки**, применимые к разным типам зданий, с выделением проектных решений, направленных на обеспечение хорошего режима работы.

Наконец, мы рассмотрим тему **экономии воды**, все более актуальную и связанную с перспективой энергосбережения и сохранения природных ресурсов.

В связи с этим, будут рассмотрены, с помощью некоторых примерных случаев, возможные **перерасходы** воды, происходящие от неправильной регулировки давления внутри водопроводных систем.



## НЕМНОГО ИСТОРИИ

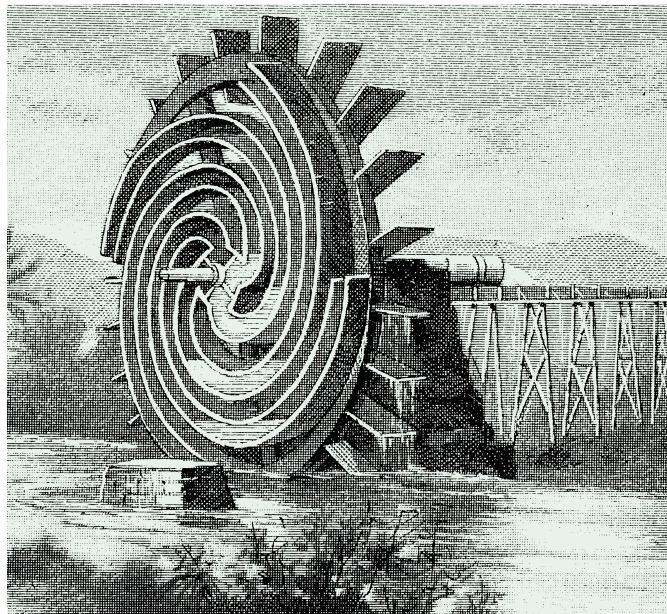
Начиная с древних времен, человек испытывал при необходимости транспортировки воды из одной точки в другую и, прежде всего, забора воды из рек, источников или из недр с целью ирригации полей или водопоя для животных.

Поэтому, достаточно быстро были изобретены системы и устройства для забора воды, которая находилась ниже по отношению к месту использования.

За достаточно продолжительный отрезок времени, начиная с III тысячелетия до н.э. и до промышленной революции, были разработаны и усовершенствованы системы все более усложняемые для подъема воды. Первые элементарные механизмы представляли собой устройства, которые приводил в действие человек, состоящие из балки, ведёрка и противовеса (обычно, камня). Это пример «шадуфа», который использовался в Месопотамии, в III тысячелетии до н.э. с целью ирригации, а также египетским населением во II тысячелетии до н.э. для подъема воды из озер и рек и наполнения каналов, расположенных более высоко. Возможно это одна из самых древних известных систем, она позволяет одному человеку поднимать большие объёмы воды, благодаря принципу рычага и противовеса.

В некоторых странах третьего мира, по настоящее время, можно полюбоваться применением деревянных вёдер или глиняных сосудов, связанных веревками, для подъема больших количеств воды.

Постепенно эти модели преобразовались в сложные устройства и агрегаты, которые приводили в действие, сначала сила животных, а, впоследствии, сила природы, а именно, потоки воды, ветер или приливы.



С течением времени были введены колеса, шестерни, шкивы и зубчатые колеса, от которых произошли все более сложные устройства, достаточно только подумать о многочисленных сооружениях Леонардо да Винчи.

Эволюция привела к возможности применения в настоящее время сложных и электронных подъемных групп, но в некоторых развивающихся странах ещё можно найти работающие колёса, рычаги или Архимедов винт.

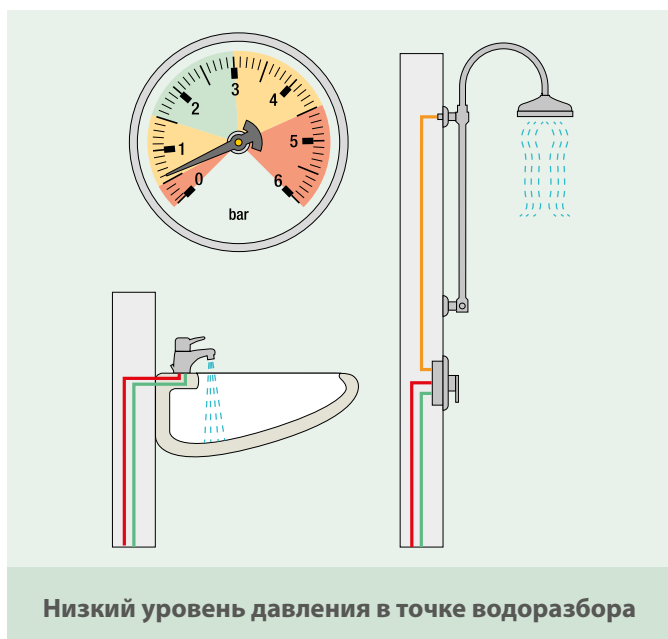


# ОПТИМАЛЬНЫЙ ДИАПАЗОН ДАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

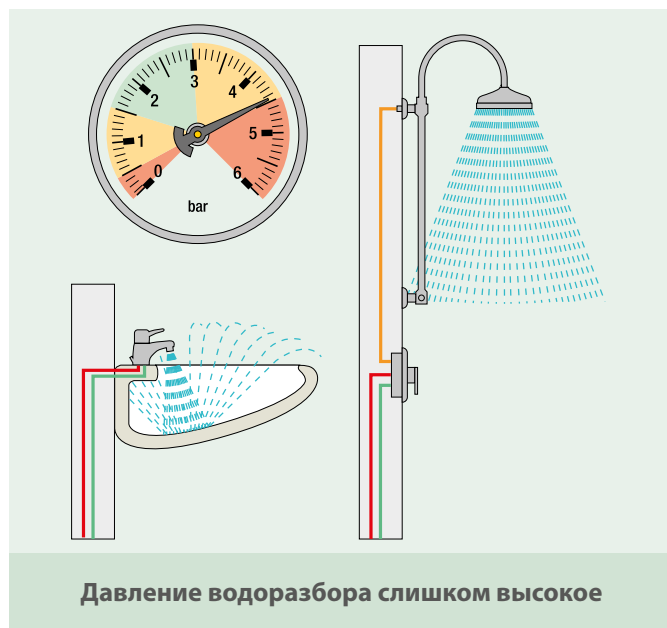
Правильный расчёт водопроводной сети должен обеспечивать номинальный расход, предусмотренный в каждой точке водоразбора, независимо от запросов пользователей и условий эксплуатации. По этой причине, следует сохранять и обеспечивать **давление в точке водоразбора в пределах от 1,5 до 3 бар.**



В том случае, если давление водоразбора будет слишком низким, не будет обеспечен требуемый расход в каждой точке водоразбора.



Напротив, в том случае, при котором давление водоразбора окажется слишком высоким, могут возникнуть шумы и повреждения водоразборных устройств и распределительной сети.



С целью обеспечения правильной подачи в точках водоразбора, сеть подачи санитарной воды должна быть рассчитана таким образом, чтобы обеспечить в каждой точке системы расчётные давление и расход.

## Расчетное давление

Это минимальное рабочее давление, предусмотренное в различных точках водоразбора, и то давление, на основе которого рассчитываются трубопроводы распределительных сетей.

Расчет, кроме этого, должен учитывать имеющееся давление из водопровода и тип протяженности распределительной сети. Поэтому:

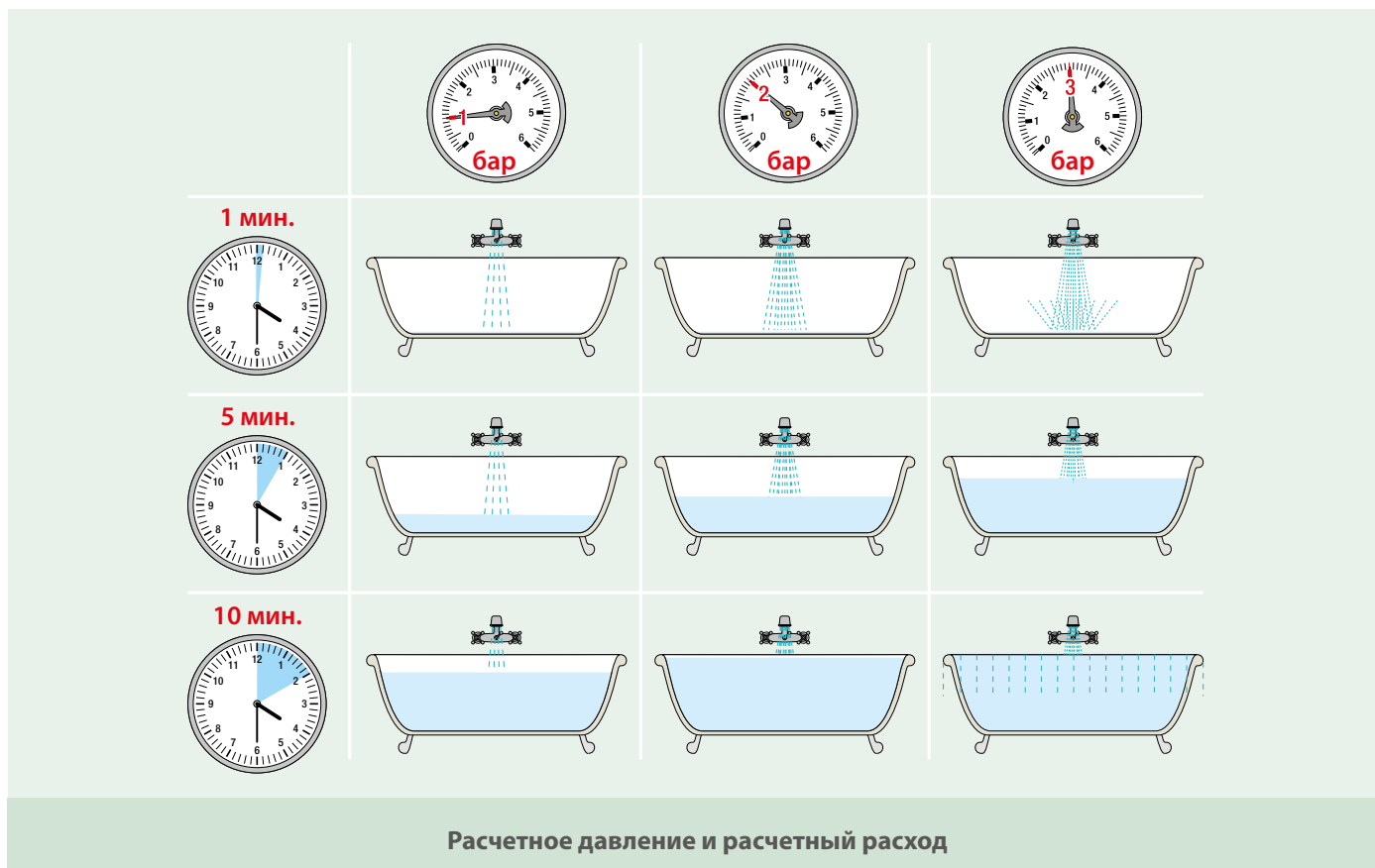
- если имеющееся давление из водопровода не позволяет получить расчетное давление в точке водоразбора, необходимы системы повышения давления для «увеличения» значения давления;
- если же имеющееся давление из водопровода слишком высокое, то необходимо устанавливать соответствующие устройства, а именно, редукторы давления, чтобы снизить его до расчетных значений.

## Расчетный расход

Расход, который необходимо учитывать при расчете распределительной сети санитарной воды, это расчетный расход, который не совпадает с общим расходом, имея в виду, что одновременный водоразбор из всех точек водоразбора является маловероятной ситуацией.

Общий расход, на самом деле, это сумма номинальных расходов отдельных приборов, а расчетный расход должен определяться при введении соответствующего коэффициента уменьшения. Такой коэффициент является коэффициентом одновременности, который учитывает возможность одновременного использования точек водоразбора.

# СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ



У систем повышения давления (или групп для поддержания давления) есть задача:

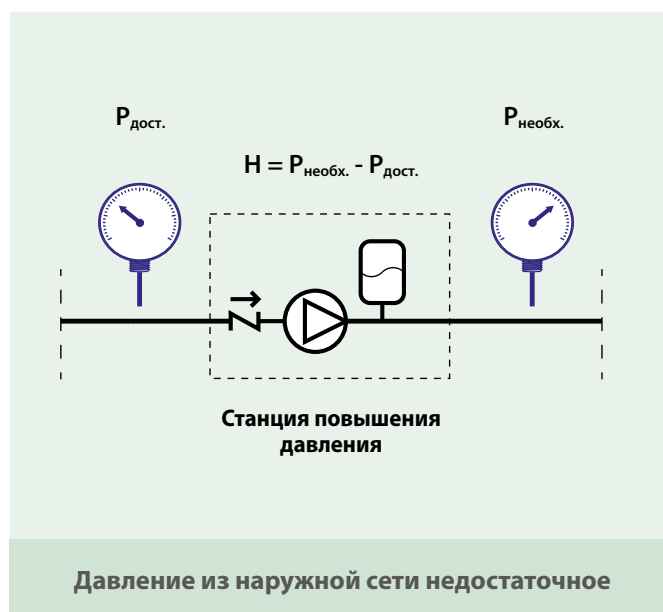
- повышать давление до такого значения, которое обеспечит правильное распределение воды на точках водоразбора;
- обеспечить правильный расход на точки водоразбора при изменении запроса.
- Как правило, эти системы используются, когда:
- питающее давление из наружной сети оказывается недостаточным;
- необходимо создать напор после баков запаса;
- необходимо делать водозабор из скважины.
- Увеличение давления достигается с помощью одно- или многоступенчатых электронасосов, которые должны выбираться на основании следующих характеристик
- $G$  = расчётный расход
- $H$  = разница между максимальным давлением и давлением на входе в станцию повышения давления.

Следовательно, напор насоса ( $H$ ) должен рассчитываться исходя из схемы установки станции повышения давления. Самые распространенные случаи монтажа описаны далее.

## 1. Существующее давление из сети недостаточное.

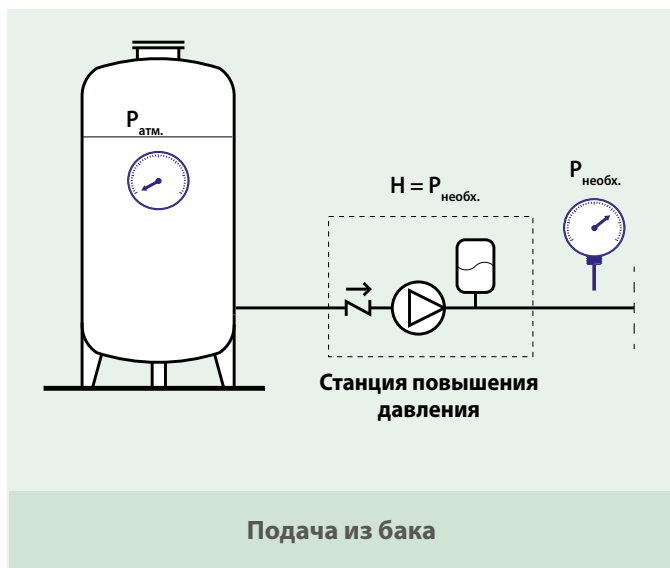
Напор станции для повышения давления должен быть равен разнице между необходимым давлением ( $P_{\text{необх.}}$ ) и давлением доступным в сети ( $P_{\text{дост.}}$ ).

Расчет станции для повышения давления с напором равным необходимому напору может представлять проблемы с избыточным давлением и большие эксплуатационные затраты.



## 2. Подача из бака

Напор станции повышения давления должен быть равен необходимому напору ( $P_{\text{необх.}}$ ) поскольку баки обычно накапливают воду при атмосферном давлении.



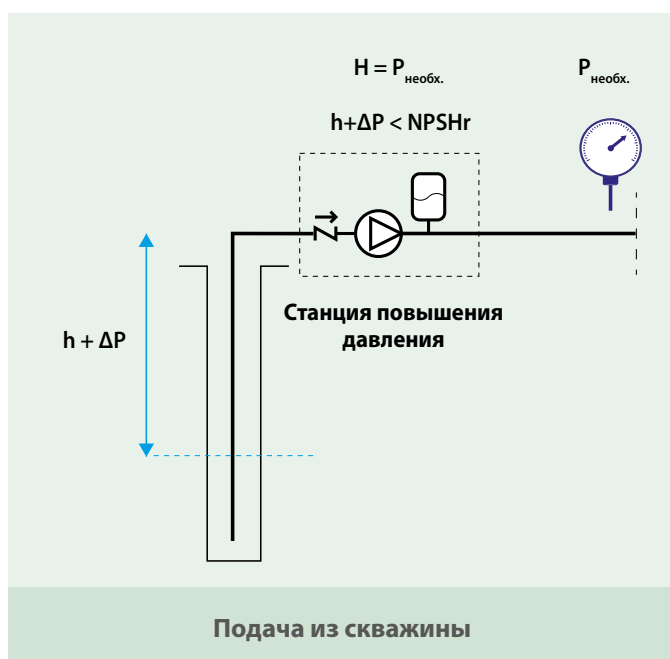
## 3. Подача из скважины

Напор станции повышения давления должен быть равен необходимому напору, но очень важно проверить способность всасывания насоса.

Обычно это значение предоставляется производителями посредством значений NPSHr (английский акроним, который обозначает Необходимый Чистый Положительный Всасывающий Напор).

Кроме этого, необходимо убедиться, чтобы сумма высоты водяного столба на всасывании ( $h$ ) и линейные потери ( $\Delta P$ ) всасывающего трубопровода были ниже (обычно на 15-20%) значения NPSHr, заявленного производителем.

В случае необходимости давления всасывания, превышающем значение NPSHr, можно прибегнуть к использованию погружных насосов, установленных внутри скважин.



Во всех трёх случаях станция повышения давления, которая используется для обеспечения требуемого расхода, очень переменного и непостоянного в распределительных сетях санитарной воды, состоит из:

- одного или нескольких обслуживающих электронасосов;
- возможного резервного электронасоса, в том случае, когда необходимо обеспечить беспереывное водоснабжение, в случае аварии (например, в больницах);
- одного или нескольких баков для воды под давлением;
- всасывающих и подводящих коллекторов, датчиков давления, манометров, гидравлических соединительных аксессуаров и различных компонентов для станин, креплений и электрических шкафов.

Назначением бака для воды под давлением, называемого также гидробаком, является ограничение количества почасовых запусков насосов, благодаря запасу воды, содержащейся внутри данного бака. Этот запас может поддерживаться под давлением с помощью воздуха или диафрагмы из эластичного материала (мембраны).

Следовательно, на основе типа электронасосов и используемого бака, станции повышения давления бывают следующего типа:

1. с одним или несколькими насосами на постоянной скорости и гидробаком на воздушной подушке.
2. с одним или несколькими насосами на постоянной скорости и мембранным гидробаком.
3. с одним или несколькими насосами на переменной скорости.

Первые две системы, называемые также **на переменном давлении**, поскольку включением и отключением насосов управляет реле давления на зафиксированных уровнях давления. В тот момент, когда давление опустится до минимального настроенного значения, реле давления запустит насосы. Насосы будут продолжать работать, пока не будет достигнут порог установленного максимального давления. Давление внутри сети изменяется, следовательно, между двумя этими уровнями и, в целом, этот перепад сохраняется между 0,5 и 1 бар, чтобы не создавать большую разницу подачи во время эксплуатации.

Третья система, напротив, называется **на постоянном давлении**, поскольку включение насосов и их регуляция доверены электронному контроллеру, связанному с датчиком давления. Контроллер адаптирует эксплуатационные характеристики насосов, увеличивая или уменьшая их, при изменении обнаруженного давления, обеспечивая давление на выходе почти постоянным.

## ГИДРОБАКИ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Это традиционная система повышения давления, она состоит из:

### • Гидробака

Он необходим для сохранения необходимого запаса воды. Его объём может определяться по нижеприведённой формуле:

$$V = 30 \cdot \frac{G_{\text{расч.}} \cdot 60}{a} \cdot \left( \frac{P_{\text{макс.}} + 1}{P_{\text{макс.}} - P_{\text{мин}}} \right)$$

где:

- V = Объём гидробака, [л]
- G<sub>расч.</sub> = Расчётный расход, [л/сек.]
- P<sub>мин.</sub> = Мин. давление повышения [бар]
- P<sub>макс.</sub> = Макс. давление повышения [бар]
- a = Максимальное количество почасовых запусков насоса [ч<sup>-1</sup>]

В среднем можно учитывать:

- a = 30 для мощности электронасоса < 3 кВт
- a = 25 для мощности электронасоса 3 – 5 кВт
- a = 20 для мощности электронасоса 5 – 7 кВт
- a = 15 для мощности электронасоса 7 – 10 кВт
- a = 10 для мощности электронасоса > 10 кВт

### • Электронасоса

Мощность электронасоса может рассчитываться по следующей формуле:

$$P = 30 \cdot \frac{G \cdot H}{367 \cdot \eta}$$

где:

- P = потребляемая мощность насоса, [кВт]
- G = расход, [м<sup>3</sup>/ч]
- H = напор, [м вод.ст.]
- η = производительность, безразмерная величина

### • Электронасос

Он служит для повышения давления воды, поступающей из наружной сети. Он должен быть рассчитан в соответствии с критериями, упомянутыми во вступительных примечаниях на стр. 9 и 10.

### • Реле рабочего давления

Оно нужно для включения насоса, когда давление слишком низкое, или для отключения насоса, когда давление слишком высокое по сравнению с заранее установленными значениями.

### • Предохранительное реле давления

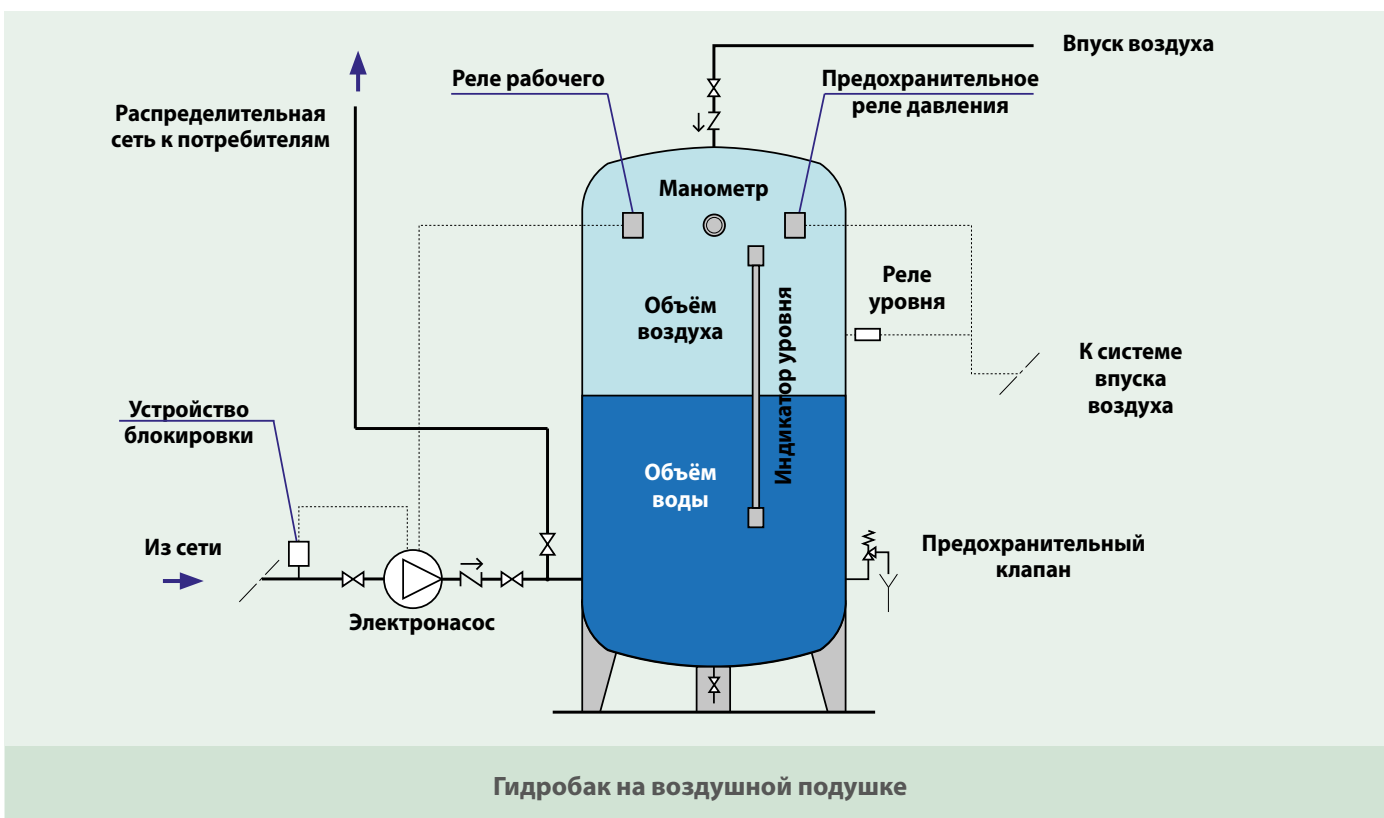
Оно служит для отключения режима работы насоса, когда сохраняется опасность сухого хода (то есть, при отсутствии накачиваемой жидкости).

Если насос всасывает непосредственно из водопровода или из закрытого бака, устройство блокировки может состоять из реле давления, настроенного на низкое давление (например, на 1 бар); если насос всасывает из открытого бака, устройство блокировки может состоять из реле уровня.

### • Система впуска воздуха

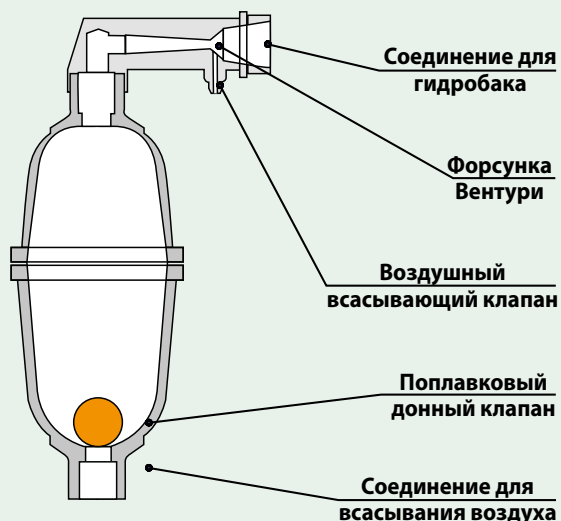
Она подаёт воздух из окружающей среды для сохранения воздушной подушки в верхней части бака и предотвращения её медленного поглощения водой. Впуск воздуха может происходить:

- 1 – с помощью автоматического устройства для подачи воздуха;
- 2 – через компрессор;
- 3 – из сети сжатого воздуха.



## Впуск воздуха с помощью автоматического устройства для подачи воздуха

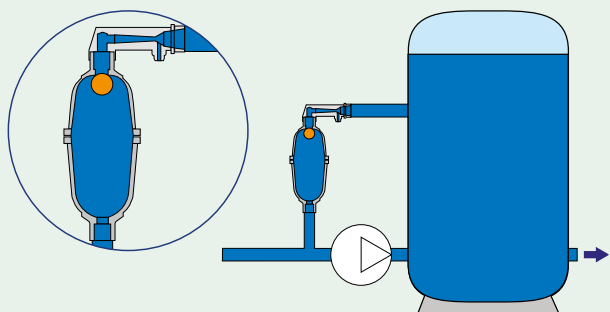
Главным образом, система состоит из устройства, представляющего собой небольшую ёмкость, снабжённую поплавковым донным клапаном и воздушным всасывающим клапаном. Если через него протекает поток воды, то он способен всасывать воздух извне в силу эффекта Вентури. Это устройство необходимо устанавливать в соответствии с уровнем поддержания воздушной подушки, его режим работы схематично показан на приведенных далее рисунках. Автоматическая воздуходувка рекомендована для систем, в которых предусмотрена регулярная эксплуатация электронасосов, учитывая, что она использует их включения для выполнения своей функции. Его правильный режим работы обеспечен, когда есть отрицательный напор на всасывании насоса; в случае же положительного напора, будет хорошо, если он не будет превышать 5 м вод.ст. Его нельзя использовать в сочетании с погружными насосами, где физически невозможно его соединение с всасыванием насоса.



Автоматическая воздуходувка

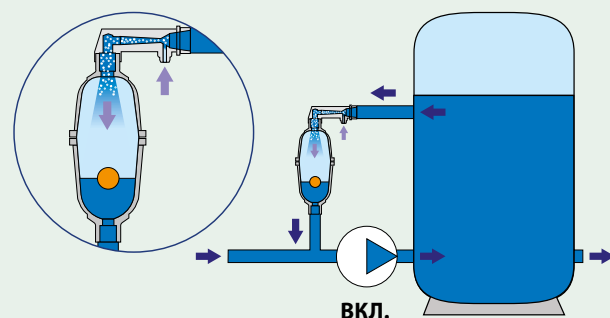
### 1. Исходное состояние

Насос выключен. Уровень воды, содержащейся в гидробаке, выше минимального порога, и, следовательно, автоматическое устройство заполнено водой.



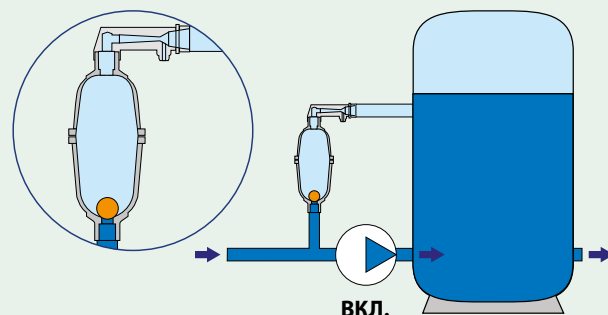
### 2. Запуск насоса

Понижение давления, возникающее после запуска насоса, позволяет направлять воду из гидробака к всасывающей горловине насоса. Таким образом, внутри автоматического устройства образуется поток, который, при прохождении через форсунку Вентури, включает всасывающий клапан. Как следствие, всасываемый воздух постепенно заполняет автоматическое устройство.



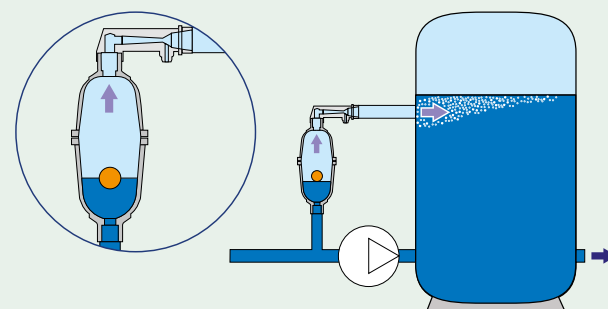
### 3. Обычный режим работы насоса

Как только автоматическое устройство будет заполнено воздухом, поплавок внутри его расположится на дне устройства таким образом, чтобы перекрыть соединение с насосом, предотвращая, следовательно, поступление воздуха в насос.



### 4. Отключение насоса

Когда насос отключится, благодаря принципу сообщающихся сосудов, воздух, содержащийся в автоматической воздуходувке, будучи легче воды, поднимется и заполнит верхнюю часть гидробака. Следовательно, автоматическая воздуходувка готова к новому циклу.



## Подача воздуха с помощью компрессора

Главным образом, система состоит из:

- **Компрессора**

Он нужен для увеличения давления воздуха и направления его внутрь гидробака.

Рекомендуется устанавливать безмаслянный компрессор и с соответствующими фильтрами для воздуха.

- **Реле уровня**

Оно служит для контроля уровня воздушной подушки, включая компрессор (когда уровень воды превышает уровень контроля реле уровня) и отключая его (когда уровень воды находится ниже данного ограничения).

- **Предохранительного реле давления**

Оно нужно для блокировки запуска компрессора (или для его отключения, если он уже был активирован), когда в баке превышает максимальное давление повышения.

Применение компрессора рекомендуется по необходимости бесперебойного снабжения, в системах с нерегулярной эксплуатацией или в системах с постоянным водоразбором.

Поскольку система характеризуется высокой надёжностью, она часто применяется там, где существует такое требование, как для групп повышения давления, обслуживающих крупные жилые комплексы, больницы или производственные процессы.

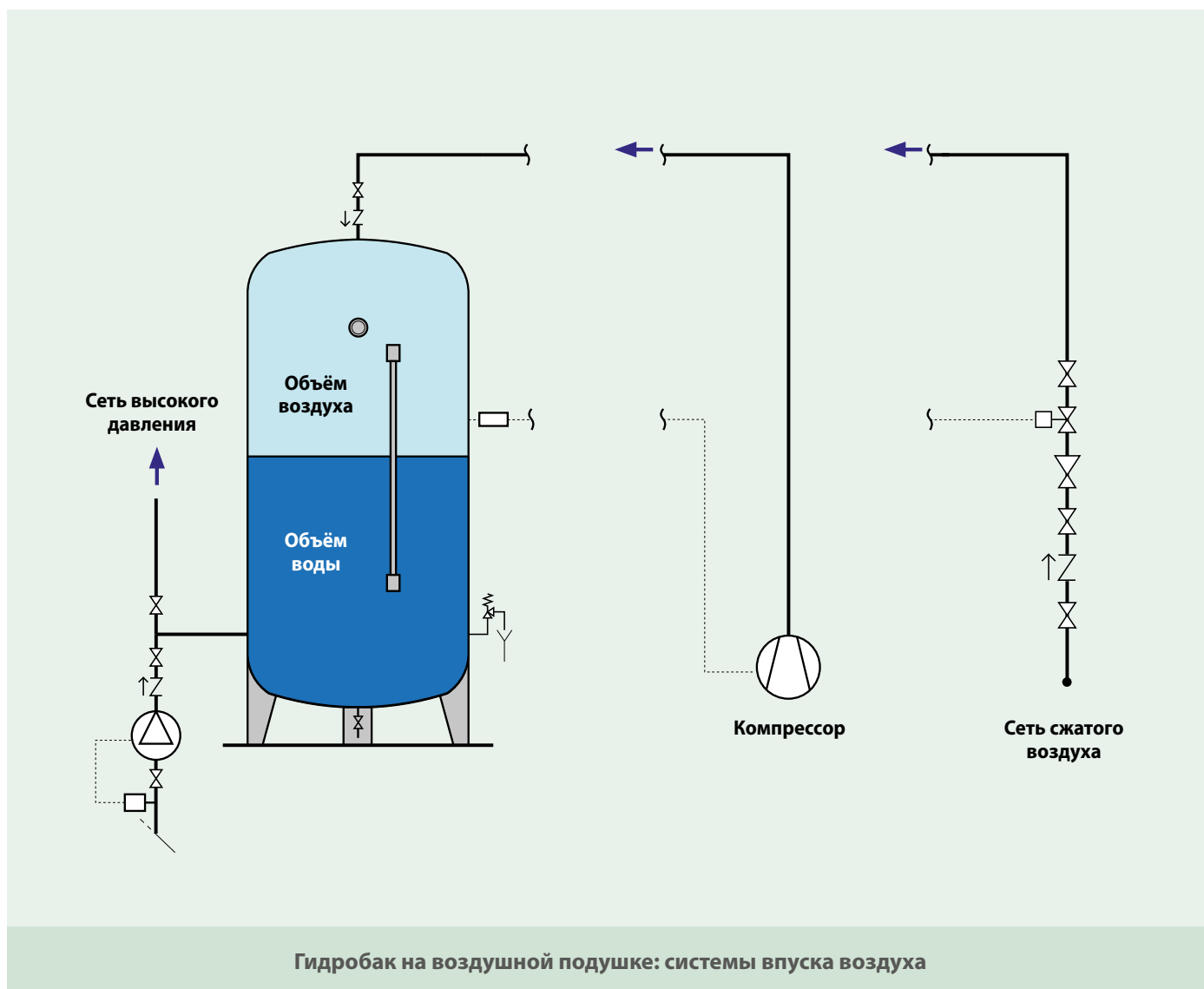
## Впуск воздуха с помощью сети сжатого воздуха

Речь идёт о системе концептуально аналогичной системе с компрессором, но вместо последнего используется соленоидный клапан для подачи воздуха из сети сжатого воздуха.

Использование этих систем обычно применимо на промышленном уровне, где уже существуют сети сжатого воздуха для производственных нужд.

Как правило, если распределительное давление сжатого воздуха высокое, рекомендуется использовать редуктор давления на входе в соленоидный клапан.

Кроме этого, необходимо использование надёжной системы обратных клапанов, поскольку возможное снижение давления в сети может привести к оттоку воды, содержащейся в гидробаке, внутрь сети сжатого воздуха.



## МЕМБРАННЫЕ ГИДРОБАКИ

Данная система сохранения давления состоит из:

- Мембранного бака
- Электронасоса
- Реле рабочего давления
- Устройства блокировки

Это система подобная гидробакам на воздушной подушке, но, в отличие от них, где воздух находится постоянно в соприкосновении с водой, применяются баки с мембранами их натурального или искусственного каучука.

Данное решение позволяет избежать использования воздуха и сопутствующего оборудования.

В баки предварительно закачивается азот для предотвращения явления окисления внутренних поверхностей баков. Начальное давление закачанного газа, называемое также давлением предварительной зарядки, должно быть слегка ниже минимального давления повышения, но, в то же самое время, выше гидростатического давления системы, с целью предотвращения разряжений.

$$P_{\text{гидростатическое}} < P_{\text{предварительной зарядки}} < P_{\text{повышения}}$$

Если давление предварительной зарядки ниже гидростатического давления, помимо поддержания

постоянного расширения мембраны, может возникнуть опасность опорожнения водяного столба на выходе.

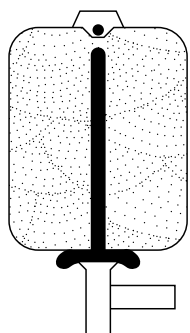
Если же давление предварительной зарядки превышает давление повышения, невозможно воспользоваться расширением мембраны гидробака и есть риск чрезмерного увеличения давления в системе.

При запуске насоса вода сжимает газ до достижения максимального предусмотренного давления. Постепенно, по мере возникновения запроса от точек водоразбора, «сохранённое» давление будет постепенно возвращаться в систему за тот отрезок времени, который пройдёт между отключением и включением насосов.

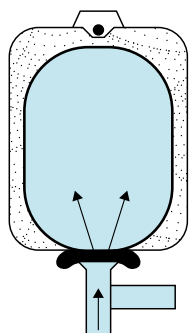
С целью защиты насосов от опасности сухого хода, целесообразно предусмотреть (в дополнение к обычно принятому оборудованию) устройство блокировки. Им может быть реле уровня для насосов, которые всасывают из открытого бака, или реле давления (настроенное на низкое давление) для насосов, которые всасывают из водопровода или из бака под давлением (предварительный гидробак).

Расчёт мембранных гидробаков подобен расчёту гидробаков на воздушной подушке и может производиться по формуле, приведённой далее.

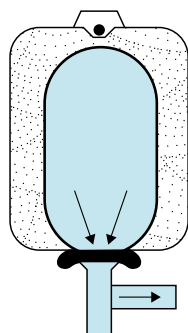
### Обычный режим работы мембранного гидробака



Бак заполнен азотом при давлении предварительной зарядки



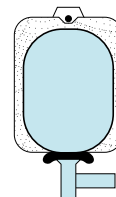
Увеличивающееся давление воды сжимает азотную подушку и расширяет мембрану до сброса давления



Уменьшающееся давление воды компенсируется мембранным баком

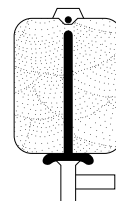
### Неправильное давление предварительной зарядки

$$P_{\text{предварительной зарядки}} < P_{\text{гидростатическое}}$$

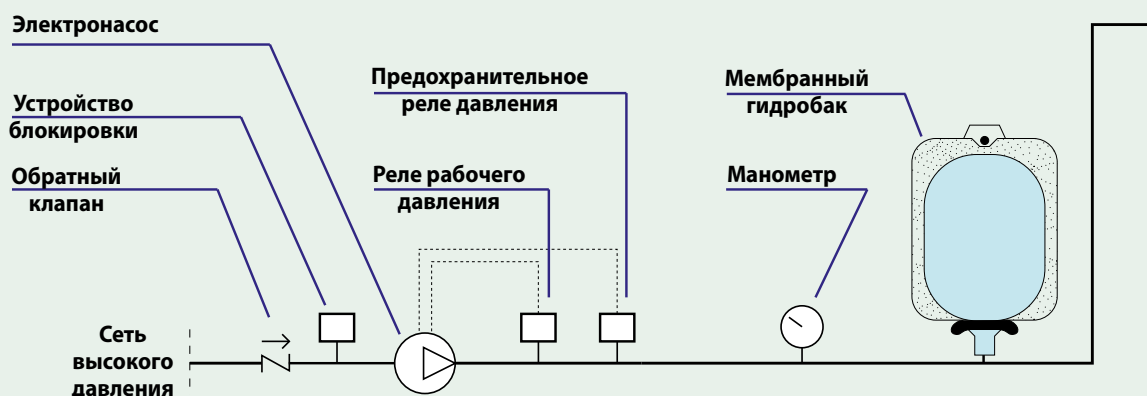


Гидростатическое давление постоянно поддерживает мембрану в расширении

$$P_{\text{предварительной зарядки}} < P_{\text{повышения}}$$



Давление предварительной зарядки не позволяет мембране расширяться



Система водоснабжения

$$V = 6 \cdot \frac{G_{\text{расч.}} \cdot 60}{a} \cdot \left( \frac{P_{\text{макс.}} + 1}{P_{\text{макс.}} - P_{\text{мин}}} \right)$$

где:

- $V$  = Объём гидробака, [л]
- $G_{\text{расч.}}$  = Расчётный расход, [л/сек.]
- $P_{\text{мин.}}$  = Мин. давление повышения [бар]
- $P_{\text{макс.}}$  = Макс. давление повышения [бар]
- $a$  = Максимальное количество почасовых запусков насоса [ч<sup>-1</sup>]

В среднем можно учитывать:

- $a = 30$  для мощности электронасоса < 3 кВт
  - $a = 25$  для мощности электронасоса 3 – 5 кВт
  - $a = 20$  для мощности электронасоса 5 – 7 кВт
  - $a = 15$  для мощности электронасоса 7 – 10 кВт
  - $a = 10$  для мощности электронасоса > 10 кВт
- Мощность электронасоса может рассчитываться по формуле, приведённой на странице 12.

Следовательно, использование мембранных гидробаков приводит к значительному уменьшению объёмов баков по сравнению с гидробаками на воздушной подушке, при равенстве эксплуатационных характеристик. Действительно, в мембранных баках весь внутренний объём можно использовать для расширения и сжатия воздуха. По сравнению с системами на простой воздушной подушке, система с мембранным баком представляет следующие преимущества:

- у неё меньшие габаритные размеры;
- ей не требуется система впуска воздуха;
- она позволяет проводить более упрощённые ревизии и работы по техническому обслуживанию.

## Пример расчёта

Рассчитать гидробак на воздушной подушке для жилого здания на 50 квартир.

Каждая квартира снабжена:

- 1 унитазом
- 1 умывальником
- 1 душем
- 1 биде
- 1 кухонной мойкой

Забор воды осуществляется из бака под атмосферным давлением, которое должно повышаться до давления в 6 бар. Рассчитывается общий расход системы, как сумма расчётных расходов на каждую точку водоразбора:

- 1 унитаз = 0,1 л/сек.
- 1 умывальник = 0,1 л/сек.
- 1 душ = 0,2 л/сек.
- 1 биде = 0,1 л/сек.
- 1 кухонная мойка = 0,2 л/сек.

Общий расход каждой квартиры:

$$G_{\text{квартиры}} = 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,1 + 0,2 = 0,7 \text{ [л/сек.]}$$

Общий расход на 50 квартир:

$$G_{\text{общий}} = 50 \cdot 0,7 = 35 \text{ [л/сек.]}$$

Расчётный расход:

расчётный расход определяется с использованием коэффициента одновременности ( $f$ ), устанавливаемым по графикам или таблицам, приведённым нормативными актами.

$$f = 5,3\%$$

$$G_{\text{расчётный}} = G_{\text{общий}} \cdot f$$

$$G_{\text{расчётный}} = 35 \cdot f = 1,85 \text{ [л/сек.]}$$

Если мы будем рассматривать электронасос станции повышения давления с дополнительным расходом равным  $G$  расчётному, и, следовательно, мощностью менее 3 кВт, то получим примерно 30 почасовых запусков.

Кроме того, учитывая следующие значения давления:

$$P_{\text{мин.}} = 5 \text{ бар}$$

$$P_{\text{макс.}} = 6 \text{ бар}$$

можно рассчитать объём гидробака следующим образом.

$$V = 6 \cdot \frac{1,85 \cdot 60}{30} \cdot \left( \frac{6 + 1}{6 - 5} \right) = 777 \text{ [л]}$$

Поэтому, можно выбрать ближайший больший из номенклатуры производителей гидробак на воздушной подушке на 800 литров.

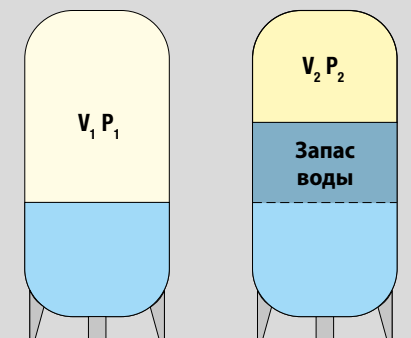
Если для той же системы нам необходимо установить **мембранный гидробак**, то мы получим объём равный:

$$V = 6 \cdot \frac{1,85 \cdot 60}{30} \cdot \left( \frac{6 + 1}{6 - 5} \right) = 155 \text{ [л]}$$

Поэтому, можно выбрать имеющийся в продаже мембранный гидробак на 200 литров.

## СПЕЦИФИКА ПОДБОРА ГИДРОБАКОВ

Повышение давления воды достигается при использовании упругого действия воздуха, заключённого в верхней части гидробака.



Для воздуха справедливо используется формула:

$$P \cdot V = \text{const.}$$

$$V_2 \cdot P_2 = V_1 \cdot P_1$$

Объём  $V_2$  – это объём воздушной подушки при максимальном давлении ( $P_{\text{макс}}$ ) в то время как минимальный объём  $V_1$  соответствует воздушной подушке при минимальном давлении ( $P_{\text{мин}}$ ).

Запас воды ( $R$ ) равен разнице между  $V_1$  и  $V_2$ .

$$R = V_1 - V_2$$

$$R = V_1 \cdot \left(1 - \frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$R = V_1 \cdot \left(1 - \frac{P_1}{P_2}\right) = V_1 \cdot \left(\frac{P_2 - P_1}{P_2}\right)$$

Если мы будем использовать относительное давление, то сможем определить  $P_2$  и  $P_1$  как:

$$P_2 = P_{\text{макс.}} + P_{\text{атм.}}$$

$$P_1 = P_{\text{мин.}} + P_{\text{атм.}}$$

Следовательно:

$$R = V_1 \cdot \left(\frac{P_{\text{макс.}} + P_{\text{атм.}} - P_{\text{мин.}} - P_{\text{атм.}}}{P_{\text{макс.}} + P_{\text{атм.}}}\right)$$

$$R = V_1 \cdot \left(\frac{P_{\text{макс.}} - P_{\text{мин.}}}{P_{\text{макс.}} + P_{\text{атм.}}}\right)$$

Выразив объём воздушной подушки ( $V_1 = V_{\text{воздух}}$ ) в зависимости от запаса воды, получаем:

$$V_{\text{воздух}} = R \cdot \frac{P_{\text{макс.}} + P_{\text{атм.}}}{P_{\text{макс.}} - P_{\text{мин.}}}$$

Запас воды нужен для минимизации количества запусков насоса (или насосов) и предотвращения перегрева.

Учитывая насос с постоянной скоростью, количество запусков зависит от почасового расхода насоса  $G_n$  и от требуемого расхода ( $G_{\text{водоразб.}}$ ).

Необходимый расход сильно варьируется, в зависимости от использования (см. графики на следующей странице): это наихудший случай, при котором происходит наибольшее количество пусков насоса, когда необходимый расход составляет половину от того расхода, который выдаёт насос. Поэтому, в самом худшем случае, почасовые запуски насоса будут:

$$a = \frac{1}{2} \cdot \frac{G_n}{R}$$

где:  $G_n$  = расход насоса [л/ч]  
 $R$  = запас воды [л]

Во всех прочих случаях получим, что:

$$a = F \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{G_n}{R}$$

Где  $F$  – коэффициент уменьшения, который изменяется от 0 до 1. Следовательно:

$$R = F \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{G_n}{a}$$

Обычно используется коэффициент уменьшения на 20%, поскольку крайне редко необходимый расход точно равен расчётному расходу и поскольку редко данный расход остаётся постоянным в течение часа.

Если мы учитываем коэффициент  $F = 0,2$  и выражаем расчётный расход ( $G$ ) в л/сек., то получим, что:

$$R = 6 \cdot \frac{G \cdot 60}{a}$$

Подставив, рассчитанное таким образом значение, в формулу и выразив давление в бар, получим:

$$V_{\text{воздуха}} = 6 \cdot \frac{G \cdot 60}{a} \cdot \left(\frac{P_{\text{макс.}} + 1}{P_{\text{макс.}} - P_{\text{мин.}}}\right)$$

В **мембранных гидробаках** объём воздуха может занимать весь объём бака, поэтому можно допустить:

$$V_{\text{гидробака}} = V_{\text{воздуха}}$$

Напротив, в гидробаках на воздушной подушке объём воздуха – это только часть общего объёма, так как необходимо обеспечить минимальное количество воды (запас воды):

Поэтому:

$$V_{\text{гидробака}} = \alpha \cdot V_{\text{воздуха}}$$

Как правило  $\alpha$  принимают равной:

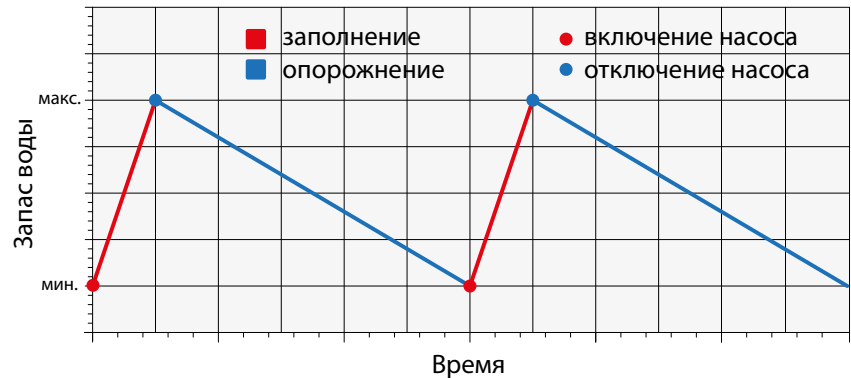
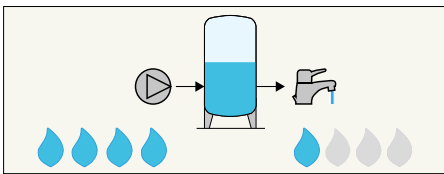
$$\alpha = 5$$

## РЕЖИМЫ РАБОТЫ НАСОСОВ

В качестве примера далее приведена тенденция относительно времени циклов заполнения и опорожнения бака, который питает насос с постоянным расходом. Всякий раз, как запас воды достигает своего минимального значения, насос запускается; отключение происходит, как только достигается максимальный уровень. Для простоты учитывается постоянный расход забора воды в трёх различных ситуациях.

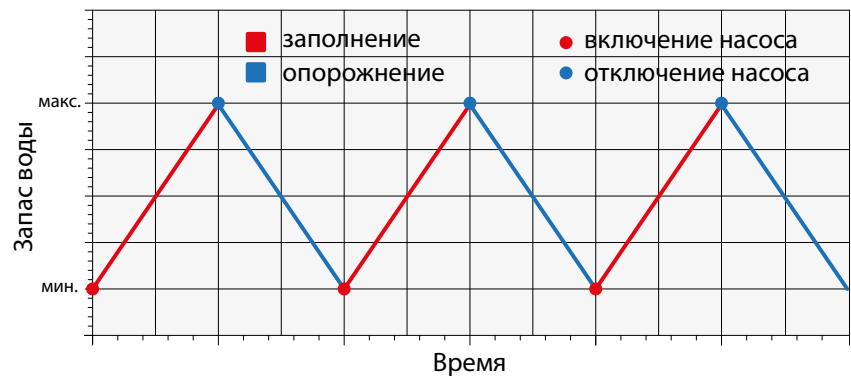
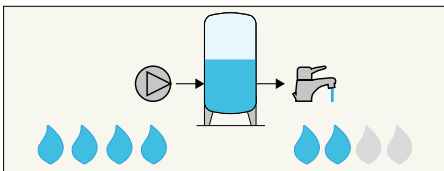
**Случай 1:** предполагается, что средний необходимый расход на точках водоразбора ( $G_{\text{потребителей}}$ ) меньше расхода, который обеспечивается в гидробаке насосом ( $G_{\text{насоса}}$ ). Из этого следует, что среднее время заполнения меньше времени опорожнения и количество почасовых включений остаётся ограниченным.

$$G_{\text{насоса}} > G_{\text{потребителей}}$$



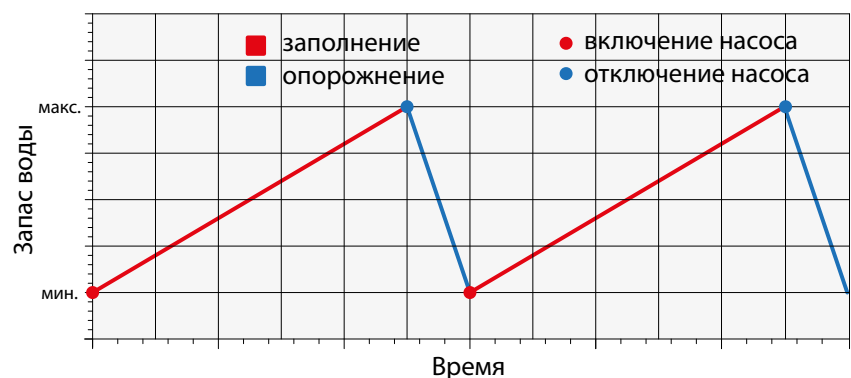
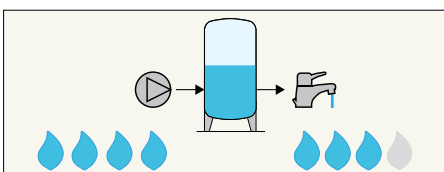
**Случай 2:** предполагается ситуация, которая требует максимального количества почасовых включений. Это происходит, когда средний необходимый расход точек водоразбора ( $G_{\text{потребителей}}$ ) равен половине расхода, который обеспечивается в гидробаке насосом ( $G_{\text{насоса}}$ ). В этой ситуации, на самом деле, среднее время заполнения равно времени опорожнения.

$$G_{\text{насоса}} = 1/2 G_{\text{потребителей}}$$



**Случай 3:** предполагается, что необходимый расход на точках водоразбора ( $G_{\text{потребителей}}$ ) немного ниже расхода, который обеспечивается в гидробак насосом ( $G_{\text{насоса}}$ ). Среднее время заполнения намного дольше, поскольку водозабор очень большой.

$$G_{\text{насоса}} \approx G_{\text{потребителей}}$$



## СТАНЦИИ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ С

### НАСОСАМИ С ИНВЕРТЕРОМ

Это система, главным образом состоящая из:

- одного или нескольких электронасосов с переменной скоростью;
- датчика давления;
- панели управления;
- мембранного гидробака;

Эта система способна самостоятельно настраиваться и поддерживать постоянно давление воды на установленном значении.

Обычно вся станция повышения давления поставляется как совокупный моноблок, предварительно собранный, настроенный и протестированный на заводе.

Главным образом, система состоит из одного или нескольких насосов с переменной скоростью, соединённых параллельно и имеющих одинаковые рабочие характеристики. Только группы с высокой производительностью, состоящие из электронасосов большой мощности, предусматривают в последовательном подключении насос меньшей мощности (так называемый жокей), способный удовлетворить низкие расходы без включения основных электронасосов. Воздействуя на включение насосов и на плавную регулировку их скорости вращения, эти группы могут обеспечивать расходы в очень широком интервале времени.

Максимальный расход, учитывая включение всех насосов в на самой высокой скорости, должен быть равен расчётному расходу.

А минимальная скорость потока будет равна скорости самого маленького насоса в минимальном режиме вращения.

Также для обеспечения расходов ниже минимального расхода (капание или маленький водоразбор) группы обычно поставляются с мембранным гидробаком. Расчёт этого гидробака обычно выполняет производитель, в соответствии с правилами, аналогичными тем, которые были описаны на предыдущих страницах, но, помимо этого, учитывающими минимальный расход, который группа должна быть в состоянии обеспечить. По этой причине, гидробаки станций повышения давления очень маленькие.

Кроме этого, они могут гасить повторяющиеся изменения давления.

Для насосных групп с инвертером также целесообразно принимать меры предосторожности от риска сухого хода, предусмотрев устройство блокировки. В случае насосов, которые всасывают из открытого бака, можно использовать реле уровня, а в случае насосов, которые всасывают из наружной сети или из бака под давлением, можно воспользоваться реле давления, настроенного на низкое давление.

Преимуществами этого типа систем являются:

- Поддержание практически постоянного давления
- Компактность системы и, следовательно, очень небольшие габаритные размеры



# СИСТЕМЫ СНИЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

Иногда распределение воды осуществляется при высоком и часто переменном давлении; по этой причине необходимо снижать и стабилизировать давление до оптимального уровня, который устанавливается приборами системы водоснабжения на точки водоразбора частной сети, с помощью устройств, называемых редукторами давления. Они, главным образом, могут подразделяться на:

- редукторы давления прямого действия, которые могут быть мембранного или поршневого типа;
- редукторы стабилизаторы давления с управляющим контуром. Редукторы прямого действия обычно применяются в гражданских жилых комплексах и в средних или небольших промышленных системах.

Как мы рассмотрим далее более подробно, эти устройства используют действие мембраны (или поршня) и пружины, которые соединяются с затвором.

Редукторы стабилизаторы давления с управляющим контуром обеспечивают более точный контроль давления (особенно при больших объёмах и высоких расходах), но применяются, главным образом, на промышленных объектах, по причине их габаритных размеров, сложности и затрат.

## МЕМБРАННЫЕ РЕДУКТОРЫ ДАВЛЕНИЯ

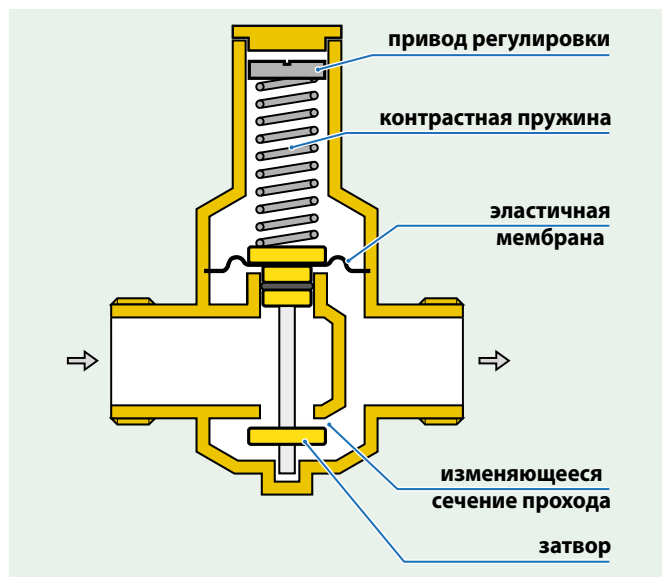
Как и было предварительно сказано, цель редукторов давления – снизить давление на входе из распределительных сетей до значения, которое можно настроить вручную с помощью самого этого устройства. Кроме этого, их действие позволяет устранить колебания давления, которые могут проявляться внутри трубопроводов; данные изменения происходят обычно в промежутке между дневными и ночными часами, по причине меньшего потребления воды.

Возможность обслуживания точек водоразбора с почти постоянным давлением обеспечивает сохранение функциональности компонентов с течением времени, предотвращает образование шума на них и, кроме всего, позволяет добиться существенной экономии воды. Обратите внимание, в связи с этим, на рассуждение на стр. 43 и последующих страницах.

Главным образом, они состоят из:

- привода регулировки,
- контрастной пружины,
- эластичной мембраны,
- затвора, соединённого с мембраной посредством штока.

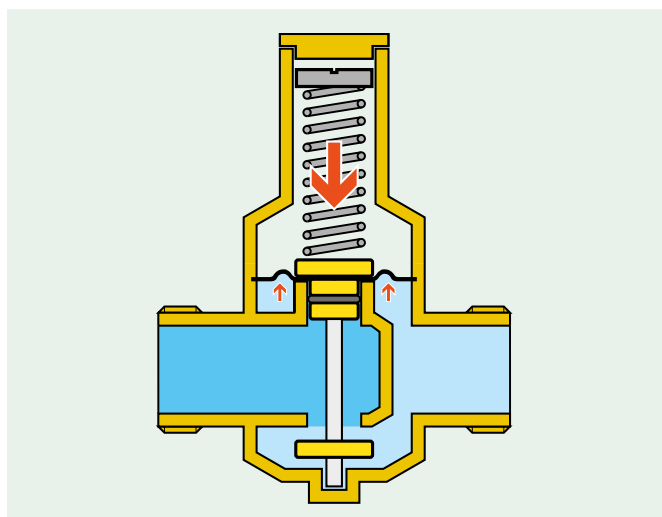
Мембрана чувствительна к изменениям давления и очень реактивна в стабилизации.



## Принцип работы

Принцип работы редуктора основан на балансе между двумя противоположно направленными силами.

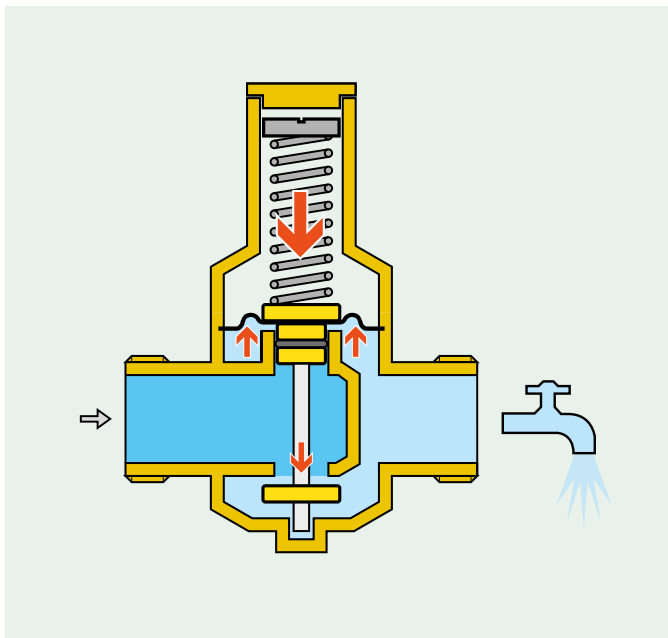
Пружина толкает затвор вниз, в направлении открытия редуктора. Давление на выходе, которое воздействует на мембрану, напротив, создаёт противоположно направленную силу, которая, следовательно, стремится заново направить вверх затвор, в направлении закрытия.



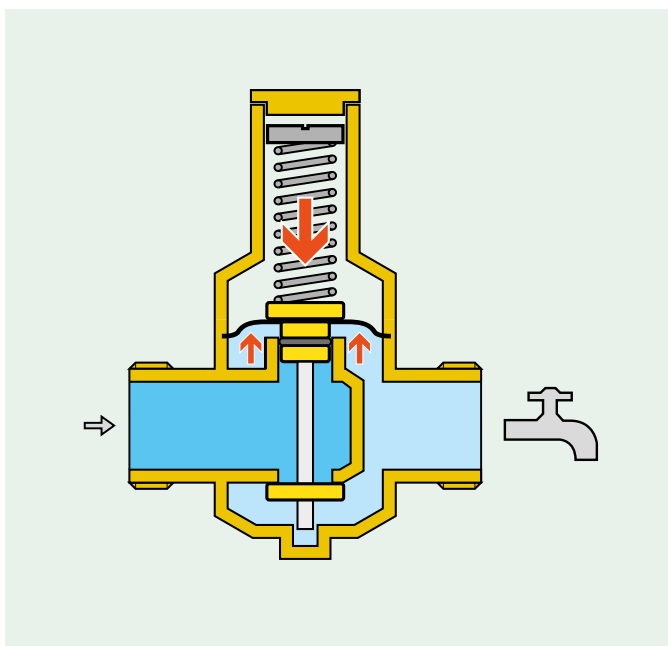
Редуктор работает как во время водоразбора, так и при его отсутствии.

С помощью привода регулировки можно изменить начальное сжатие пружины (иными словами, изменить предварительное напряжение), следовательно, задав её иную силу давления. Таким образом, данная конструктивная особенность позволяет осуществлять настройку редуктора на необходимое значение давления.

**Открыв кран** на линии после редуктора, проявляется снижение давления под мембраной. Сила пружины становится преобладающей по отношению к силе, оказываемой водой под мембраной: пружина толкает затвор вниз, открывая проход для воды. Открытие затвора будет настолько больше, насколько увеличится водоразбор, то есть, чем больше будет снижение давления под мембраной.

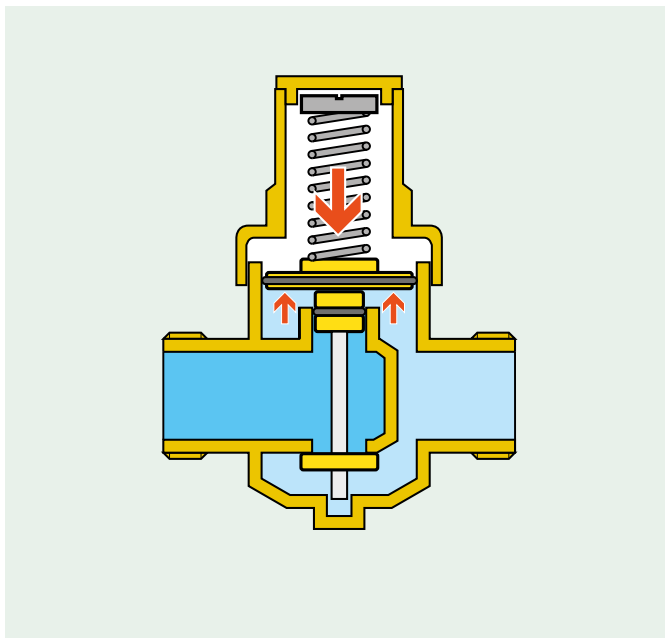


**Закрыв все краны** на выходе из редуктора давления, давление под мембраной придёт в равновесие с силой давления (настройки) пружины. Затвор закроется, сохранив на выходе значение давления равное давлению настройки.



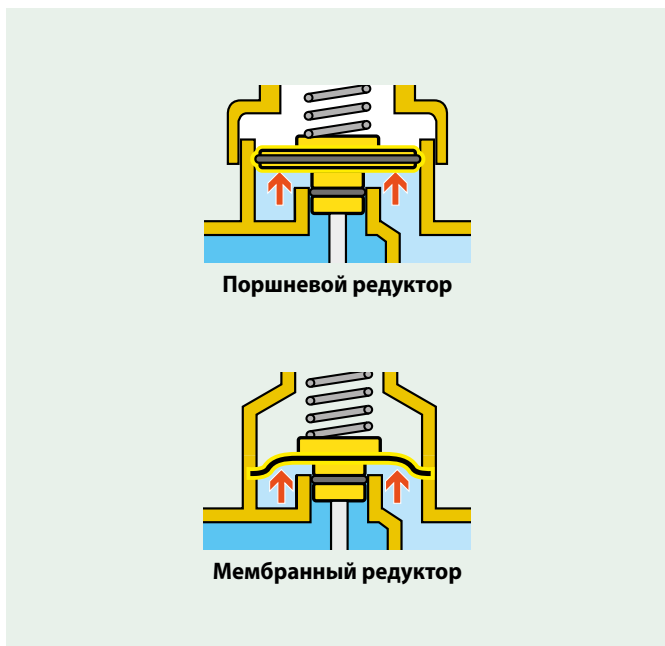
## ПОРШНЕВЫЕ РЕДУКТОРЫ ДАВЛЕНИЯ

Режим работы поршневых редукторов давления во многом подобен режиму работы мембранных редукторов. В этих устройствах именно сила давления на выходе, действующая на поверхность поршня, компенсируется и уравнивается силой пружины, которая предварительно нагружена, в соответствии с требуемой настройкой.



Наличие поршня обеспечивает большую устойчивость к нагрузкам, вызванным повторяющимися перепадами давления и возможными гидравлическими ударами. Однако, поршень менее чувствителен к изменению давления и, следовательно, менее «реактивен» при действии стабилизации давления: время реагирования более длительное по сравнению с реагированием мембраны.

По этой причине такие устройства редко используются в качестве регуляторов конечного давления.



## ПИЛОТНЫЕ РЕДУКТОРЫ ДАВЛЕНИЯ

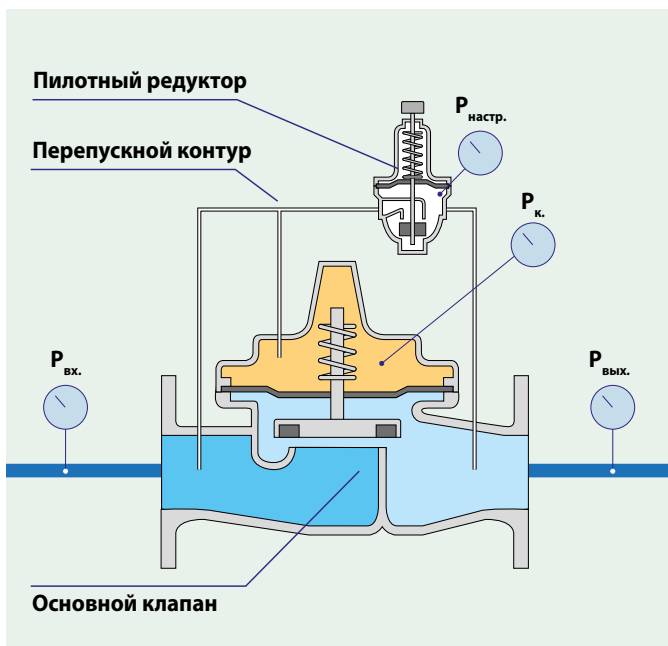
В обычном редукторе давления, когда увеличивается требуемый расход, давление на выходе уменьшается по отношению к давлению настройки. Это происходит, поскольку увеличивается внутреннее гидравлическое сопротивление устройства. По сути, чем больше будет требуемый расход, тем большей будет разница между давлением настройки и давлением, фактически настроенным на выходе.

Чтобы противостоять этому явлению, можно использовать, так называемые, пилотные редукторы давления (или редукторы стабилизаторы давления). Благодаря их конструктивным особенностям, они позволяют обеспечивать постоянное значение давления на выходе, независимо ни от изменений расхода, ни от изменений давления на входе..

Такие устройства находят применение в больших распределительных системах и состоят из:

1. **основного клапана**, внутри которого находится затвор, соединённый с мембраной с помощью специального штока;
2. **перепускного контура**;
3. **пилотного редуктора давления**, или редуктора давления прямого действия, установленного на перепускном контуре.

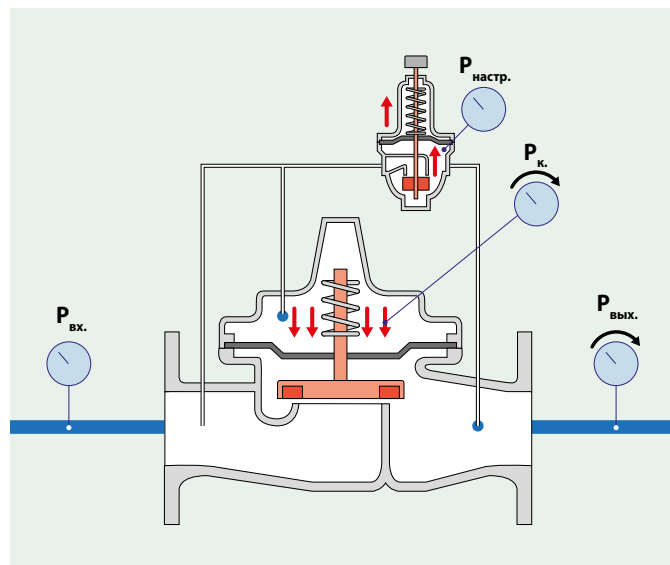
Режимом работы управляет пилотный редуктор давления, а основной клапан действует как «множитель» того, что на нём происходит.



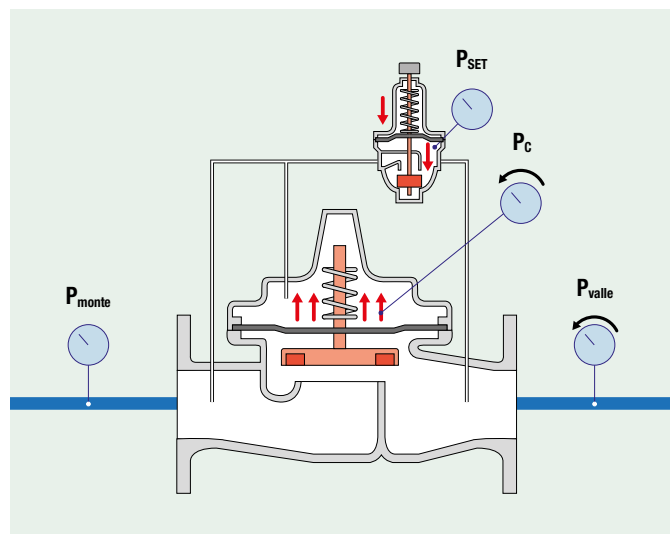
Основной клапан снабжён верхней камерой, которая имеет тестовый стакан для отбора проб давления и соединяет его с перепускным контуром. Следовательно, на верхнюю часть мембраны воздействует давление на входе в пилотный редуктор, которое для простоты мы будем называть «контрольное давление» (P<sub>к.</sub>). А на нижнюю часть мембраны воздействует давление на выходе. По этой причине, следовательно, смещение затвора основного клапана зависит от разницы между давлением P<sub>к.</sub> и P<sub>вых.</sub>.

На пилотном редукторе давления, установленном на перепускном контуре, можно произвести настройку необходимого давления на выходе (P<sub>настр.</sub>). Сам по себе его режим работы аналогичен режиму работы традиционного редуктора, но обладает дополнительным эффектом «управления» основным клапаном.

Когда **давление на выходе увеличивается**, внутри пилотного редуктора затвор перемещается к положению закрытия (как в традиционном редукторе давления). Как следствие, расход внутри перепускного контура снижается и контрольное давление (P<sub>к.</sub>) стремится, по этой причине, увеличиваться, оказывая, следовательно, усилие на основной клапан, который перемещает свой затвор вниз в положение закрытия.



Когда же **давление на выходе снижается**, возникает противоположное поведение: пилотный редуктор давления открывается больше, расход внутри перепускного контура увеличивается и, как следствие, снижается контрольное давление (P<sub>к.</sub>), которое воздействует на верхнюю часть основной мембраны. По этой причине, затвор основного клапана «пилотируется» вверх, в направлении открытия.



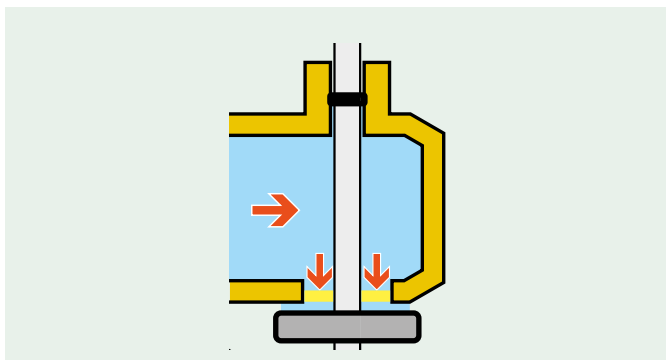
Именно эти постоянные изменения позволяют контролировать давление на выходе, поддерживая его в установленных пределах.

# ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Как уже было сказано, режим работы редуктора давления и его основные характеристики являются теми же самыми, независимо от типа (поршневой или мембранный). Далее мы поговорим более подробно о мембранном редукторе который обеспечивает более точную регулировку, объяснив в следующих параграфах не только основные характеристики, а также и расчет, и примеры использования..

## Обычное седло

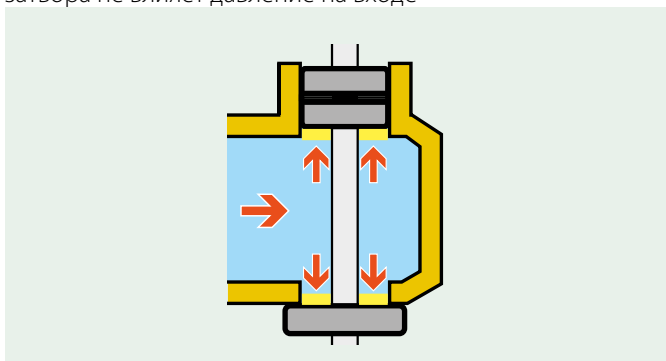
Рост давления на входе воздействует только на затвор. При увеличении давления на входе, увеличивается усилие пружины, воздействующей на затвор, который, поэтому, стремится опуститься, открывая проход. Поэтому, на движение затвора, влияет давление на входе.



## Компенсированное седло

Седло затвора изготовлено таким образом, что имеет одинаковую площадь верхней и нижней тарелки. Таким образом, рост давления на входе, воздействующий на затвор «обнуляется».

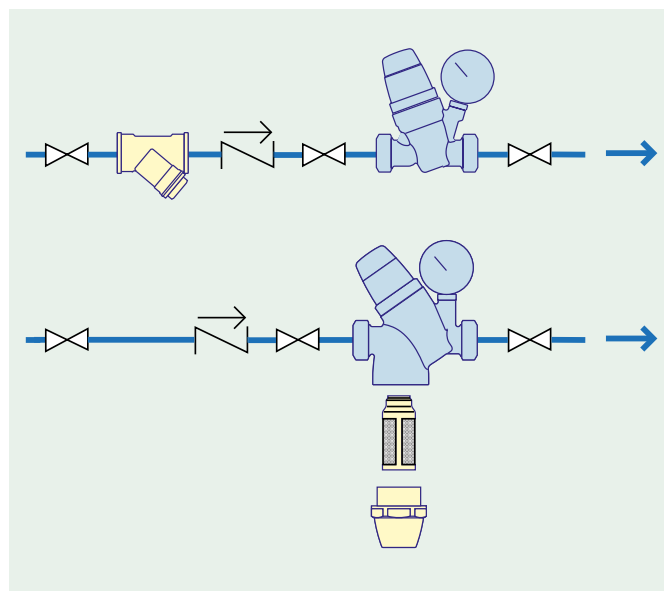
Редуктор с компенсированным седлом обеспечивает наилучшие рабочие характеристики, прежде всего, касательно точности и стабильности режима работы, так как на перемещение затвора не влияет давление на входе



## Фильтр

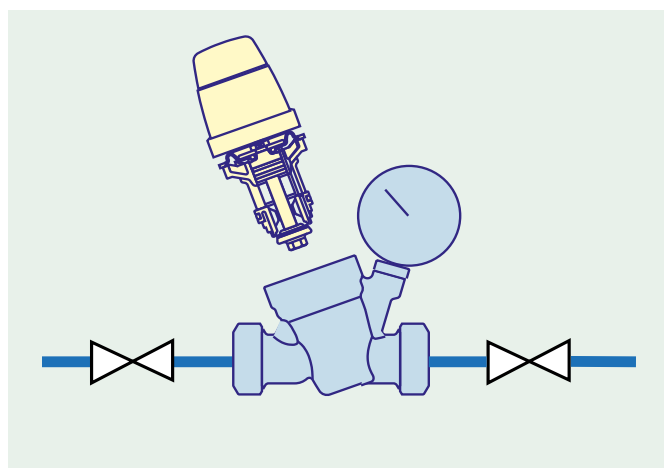
Наличие **фильтра на входе** в редуктор может предотвратить неисправности, которые часто ошибочно списывают на заводской брак редуктора давления. Действительно, иногда может показаться, что редуктор не поддерживает установленную настройку; в большинстве случаев эта проблема происходит по причине наличия шлама, который оседает на герметичном седле, приводя к протечкам с последующим увеличением давления на выходе.

Также встречается **редуктор давления с фильтром с возможностью очистки**, обычно размещённый в специальном прозрачном контейнере; таким образом, обеспечивается надёжная защита редуктора и системы от возможного шлама присутствующего в водопроводной воде.



## Съёмный и заменяемый картридж

Картридж содержит мембрану, фильтр, седло, затвор и компенсационный поршень, и обычно предварительно собран в единый съёмный моноблок для облегчения операций ревизии и технического обслуживания.



## Настройка редуктора

Редуктор может быть:

- регулируемым
- с предварительной регулировкой.

**Регулируемый редуктор** должен быть настроен после его установки в систему. Необходимо воздействовать на гайку, прижимающую пружину: при её вращении по часовой стрелке, увеличивается давление настройки, против часовой стрелки – оно уменьшается.

Необходимо всегда устанавливать манометр на выходе для проверки значения настройки.

**Редуктор с предварительной регулировкой** может быть настроен на необходимое давление до установки, с помощью специального маховика с индикатором значения настройки. Для увеличения настройки достаточно повернуть маховик по часовой стрелке. После установки давление системы автоматически подстроится к установленному значению.

## Устойчивость к высокому давлению

В областях, где присутствует высокое давление, к компонентам редуктора давления предъявляются дополнительные требования.

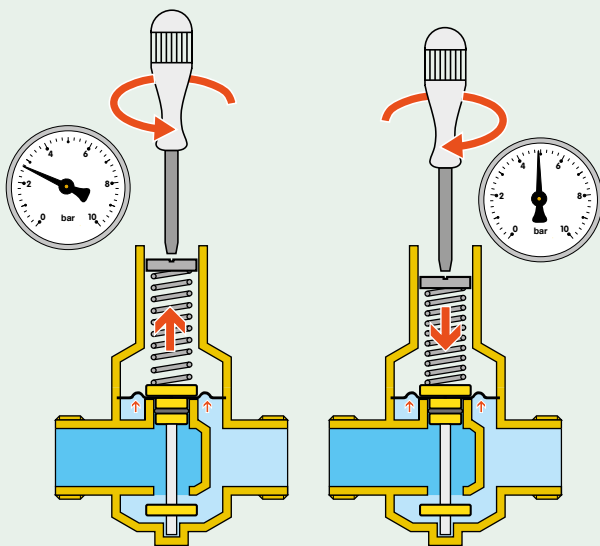
В таких ситуациях, внутри редуктора, зона, подверженная входному давлению, должна быть изготовлена так, чтобы все компоненты работали также и при высоком давлении, предотвращая возможные неисправности или выход из строя устройства.

Этот тип редукторов может применяться для постоянной эксплуатации при давлении на входе до 40 бар.

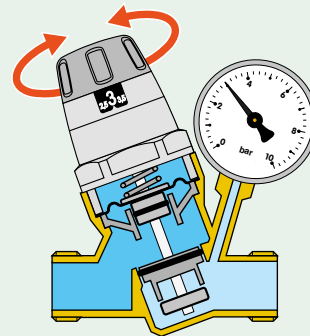
## Устойчивость к высокой температуре

Редукторы давления могут использоваться также в распределительных сетях горячей санитарной воды, где, следовательно, могут подвергаться более высокой температуре, по сравнению с обычным применением.

Для таких областей применения, на рынке имеются изделия, специально изготовленные из компонентов способных выдерживать температуры до 80°C.



Регулируемый редуктор



Редуктор с предварительной регулировкой

# РАСЧЁТ

- Расчёт редукторов давления, главным образом, предусматривает следующие этапы:
- определение расчётного расхода;** расход, фактически востребованный точками водоразбора, непостоянный, в зависимости от количества приборов и, в частности, от типа здания. Поэтому, необходимо внимательно оценить это значение для правильного расчёта;
- расчёт скорости;** на основании определённого расчётного расхода, целесообразно, чтобы скорость воды оставалась в пределах оптимальных значений (как мы увидим далее), для обеспечения точного и бесшумного режима работы редуктора.

## Определение расчётного расхода

Расчётный расход, как было сказано выше, должен быть получен, исходя из общего расхода, с соответствующим коэффициентом одновременности. Однако не существует никаких норм или особых критериев для расчёта редукторов давления, хотя рекомендуется учитывать коэффициент одновременности также и для этих устройств, с целью предотвращения расчётов с избытком и обеспечения оптимального режима работы. Выбор коэффициента одновременности зависит от различных факторов, а именно, в частности:

- типа точки водоразбора;
- количества и типа приборов.

По причине того, что могут существовать различия между разными методами расчёта критериев одновременности, они могут быть более или менее точными или приблизительными, в зависимости от конкретного случая.

На основании типа приборов и удельного расхода (смотри таблицу), получаем общий расход:

$$G_{\text{общий}} = n \cdot G_{\text{раковина}} + n \cdot G_{\text{биде}} + \dots$$

где  $n$  – количество приборов по каждому типу.

Тип прибора	Удельный расход (л/мин.)	Тип прибора	Удельный расход (л/мин.)
кухонная мойка	12	ванна	24
умывальник	6	унитаз	6
биде	6	стиральная машина	12
душ	12	посудомоечная машина	12

Удельный расход приборов

Расчётный расход, при известном коэффициенте одновременности, получается следующим:

$$G_{\text{расчётный}} = G_{\text{одновременности}} \cdot G_{\text{общий}}$$

Обычно, при известном значении общего расхода, расчётный расход вычисляется из графиков или таблиц, приведённых в технической литературе или указанных нормативными актами.

## Расчёт скорости

Во избежание явления образования шума и быстрого износа водоразборных приборов, рекомендуется, чтобы **скорость потока в трубопроводах не превышала предельное значение в 2 м/сек.**

Как известно, значение скорости потока зависит от проходящего расхода и от сечения трубопровода, в соответствии с отношением:

$$v = \frac{10^3 \cdot 4}{60 \cdot \pi} \cdot \frac{G_{\text{расчётный}}}{DN^2}$$

где:

$v$  = скорость потока [м/сек.]  
 $G_{\text{расчётный}}$  = расход жидкости [л/мин.]  
 $DN$  = номинальный диаметр [мм]

Рекомендуемый интервал скорости потока, если не указаны иные более или менее ограничительные характеристики изделия, может быть:

**1 м/сек. <  $v$  < 2 м/сек.**

Следовательно, выбираем размер редуктора давления, чтобы получить скорость потока, не выходящую за рамки указанного интервала. В качестве альтернативы аналитическому расчёту зачастую можно использовать диаграммы того типа, который приведён далее.

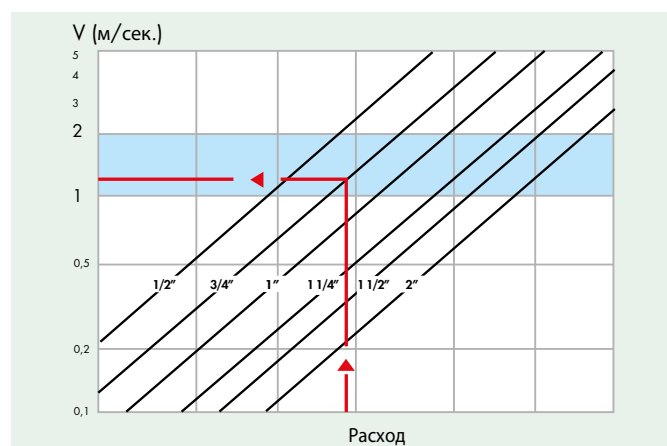


Диаграмма скорости

# СООТНОШЕНИЕ РЕДУКЦИИ И КАВИТАЦИЯ

## Соотношение редукции

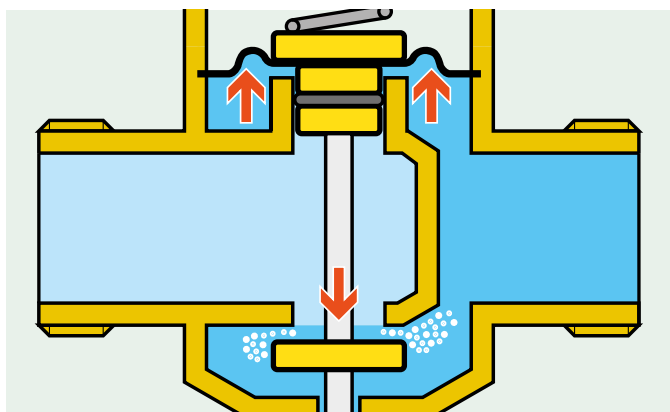
Соотношение редукции редуктора давления определяется, как отношение между давлением на входе ( $P_{вх.}$ ) и давлением на выходе ( $P_{вых.}$ ) или пониженным давлением.

Пример:

давление на входе  $P_{вх.} = 15$  бар  
давление на выходе  $P_{вых.} = 3$  бар  
соотношение редукции  $15:3 = 5:1$ .

## Кавитация

Явление кавитации, типичное в гидравлических системах, проявляется при образовании небольших пузырьков пара, быстрый разрыв которых может привести к повреждениям трубопроводов и компонентов.



Если **соотношение редукции** между давлением на входе ( $P_{вх.}$ ) и пониженным давлением ( $P_{вых.}$ ) слишком высокое, внутри редуктора, между затвором и его седлом, вода развивает высокую скорость, которая приводит к местному снижению давления ниже давления насыщенных паров этой жидкости. Это условие приводит к изменению состояния жидкости, которая переходит непосредственно в газообразное состояние с образованием пузырей (пустот) содержащих пар; явление усиливается от наличия воздуха, растворённого в воде. Взрыв этих пузырей вызывает колебания давления, высвобождение большого количества энергии, которые, вместе с высокой скоростью воды в промежутке между седлом и затвором, может привести к преждевременному нарушению внутренних компонентов редуктора давления.

## Диаграмма кавитации

Для сведения к минимуму риска кавитации внутри редуктора, который может привести к поломкам с опасностью эрозии на участке уплотнения, вибрациям и шуму, настоятельно рекомендуется делать ссылку на рабочие условия, приведённые на диаграмме кавитации.

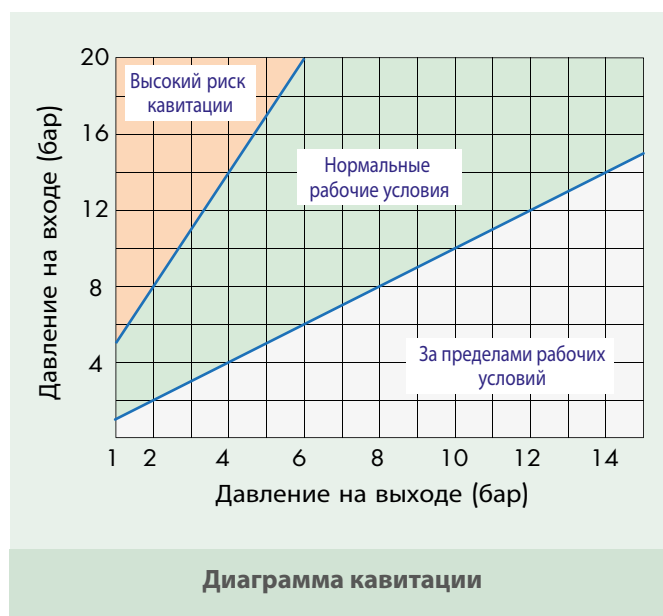


Диаграмма кавитации

- Красная зона: соотношение редукции между входом и выходом оказывается слишком большим и, поэтому, велика вероятность возникновения явления кавитации.
- Зелёная зона: редуктор работает с правильным соотношением редукции и, поэтому, при отсутствии кавитации.
- Серая зона: область, где режим работы редуктора невозможен, поскольку давление на входе оказывается ниже давления на выходе (пониженного).

По причине многочисленных факторов и различных условий, проверенных испытаниями, а именно:

- давление системы
- температура
- наличие воздуха
- расход и скорость,

которые смогли бы повлиять на работу редуктора давления, рекомендуется, чтобы соотношение между давлением на входе и давлением на выходе идеально поддерживалось между значением 2:1 и 3:1 (**предельное соотношение редукции**).

Пример:

давление на входе  $P_{вх.} = 10$  бар  
давление на выходе  $P_{вых.} = 5$  бар  
соотношение редукции  $10:5 = 2:1$ .

При этих условиях риск кавитации сведён к минимуму.

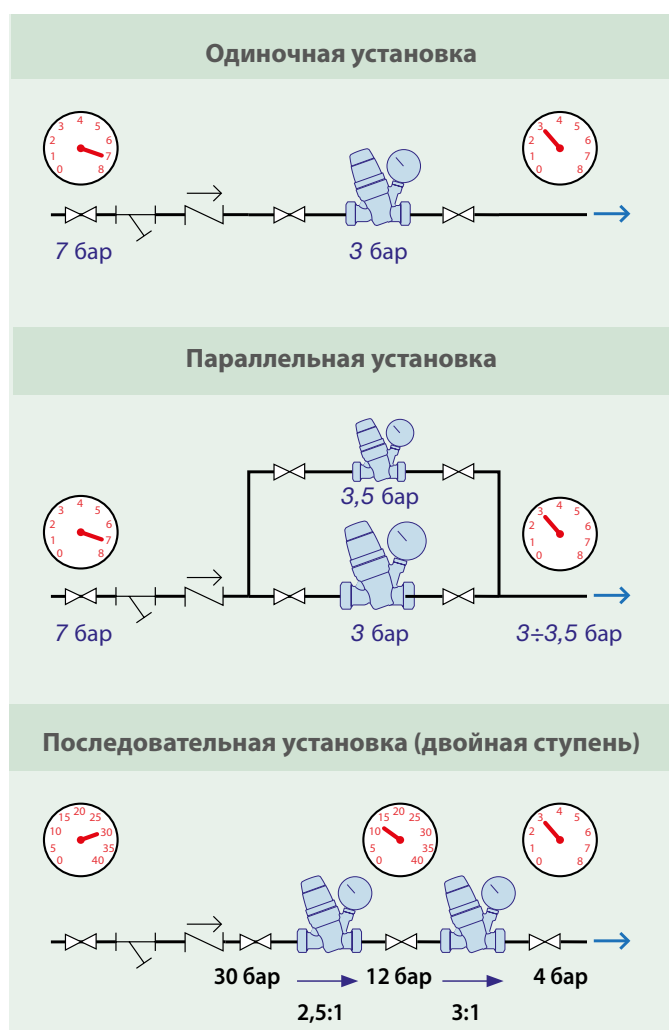
# ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Редукторы давления обычно устанавливаются на входе сети, для снижения давления воды, поступающей из водопровода, сразу же после объёмного счётчика воды пользователя.

Если внутренняя сеть достаточно протяжённая, недостаточно только одного редуктора на входе и необходимо прибегнуть к установке нескольких редукторов в распределительной сети для обеспечения правильного давления во всех точках водоразбора.

Самыми распространёнными конфигурациями являются:

- **одиначная установка.** Она используется, когда соотношение редукции меньше, чем 3:1, рекомендуемое условие для предотвращения возникновения проблем кавитации;
- **параллельная установка.** Она используется, когда фактический расход очень непостоянный и может достигать значений намного ниже расчётных; данная конфигурация позволяет обеспечить стабильное значение давления на выходе даже при низких расходах;
- **последовательная установка (двойная ступень).** Она используется, когда начальное давление высокое, когда соотношение редукции больше, чем 3:1 или когда давление на входе значительно колеблется.



## РЕДУКТОРЫ, УСТАНОВЛЕННЫЕ

### ПАРАЛЛЕЛЬНО

Расчёт редуктора на основании его максимального расхода иногда приводит к проблемам режима работы, в случае низкого запроса расхода.

В такой ситуации, на самом деле, редуктор будет работать за пределами оптимального рабочего поля, в положении почти полного закрытия затвора и может быть не способен правильно стабилизировать давление на выходе, приводя к колебаниям этого давления.

Чтобы устранить данную проблему, можно установить два редуктора давления параллельно, в соответствии со следующей логикой:

- основной редуктор, подобранный на основании расчётного расхода;
- редуктор на перепускной линии, настроенный примерно на 0,5 – 0,7 бар выше настройки основного редуктора и подобранный на основании минимального расхода, востребованного потребителями.

Как уже было сказано, для определения **расчётного расхода** можно делать ссылку на журнал «Гидравлика» №50, в котором приведены этапы расчёта и соответствующие эталонные стандарты

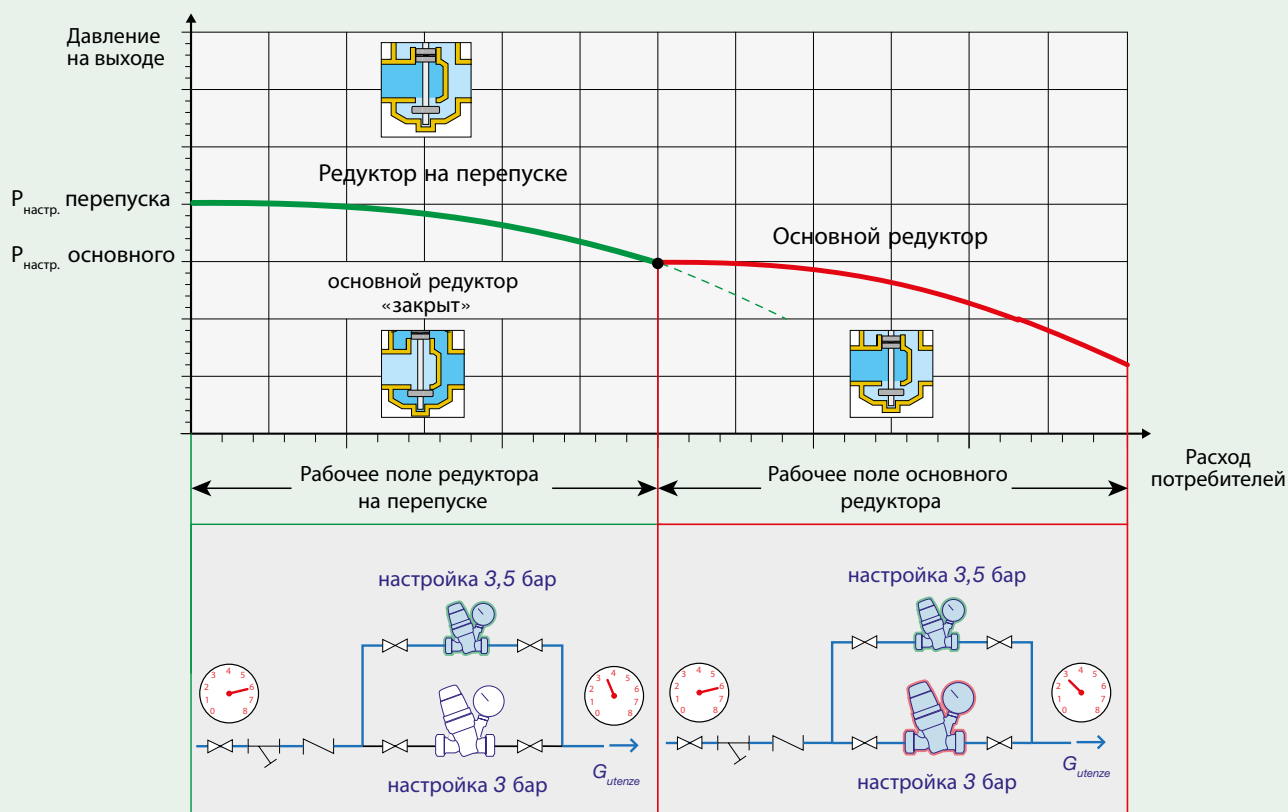
Минимально необходимый расход может быть разумно принят равным 20 – 30% расчётного расхода.

На следующей схеме графически представлен режим работы двух редукторов, установленных параллельно.

Когда в сети **маленькое потребление**, включается только редуктор на перепускной линии, поскольку его давление настройки выше, чем давление настройки основного редуктора. Когда **водопотребление возрастает**, превышая определённое значение, включается также основной редуктор, в соответствии со следующей логикой:

- при увеличении расхода, давление на выходе уменьшается, вследствие увеличения внутреннего гидравлического сопротивления редуктора на перепускной линии;
- основной редуктор начинает работать (то есть, затвор начинает открываться), когда давление на выходе достигает своего значения настройки.

## Режим работы редукторов, установленных параллельно



### Пример расчёта

Рассчитать редуктор давления этажа со следующими характеристиками:

- он должен обслуживать 4 квартиры (точки водоразбора которых обозначены в следующей таблице);
- давление настройки необходимое потребителям равно 3 бар.

Тип устройства расход	К-во	Единичный расход
кухонная мойка	4	12 л/мин.
умывальник	4	6 л/мин.
биде	4	6 л/мин.
душ	4	12 л/мин.
унитаз со сливным бачком	4	6 л/мин.
стиральная машина	4	12 л/мин.
посудомоечная машина	4	12 л/мин.
<b>Общий расход</b>		<b>264 л/мин.</b>
<b>Расчётный расход определённый, в соответствии с UNI EN 806</b>		<b>44 л/мин.</b>

С полученным расчётным расходом рассчитывается скорость потока, согласно формуле, приведённой на стр.25: для получения скорости в пределах между 1 и 2 м/сек., размер первичного редуктора принимаем DN 25.

$$V = \frac{10^3 \cdot 4}{60 \cdot \pi} \cdot \frac{44,4}{25^2} = 1,5 \text{ м/сек.}$$

В случаях небольшого водоразбора, можно разумно принять, что минимальный расход достигнет значений, равных 20 – 30% расчётного расхода, следовательно, составляющий:

$$G_{мин.} = 30\% \cdot G_{расчётный} = 13,3 \text{ л/ мин.}$$

При таком значении можно рассчитать редуктор на перепускной линии по такой же формуле: чтобы получить скорость в пределах от 1 до 2 м/сек., размер редуктора принимаем DN 15.

$$V = \frac{10^3 \cdot 4}{60 \cdot \pi} \cdot \frac{13,3}{15^2} = 1,25 \text{ м/сек.}$$

Для обеспечения режима работы редуктора на перепускной линии логично настроить его на давление, превышающее на 0,5 – 0,7 бар давление настройки основного редуктора.

$$P_{настр. основного} = 3 \text{ бар}$$

$$P_{настр. перепуска} = 3,5 \text{ бар}$$

## РЕДУКТОРЫ, УСТАНОВЛЕННЫЕ

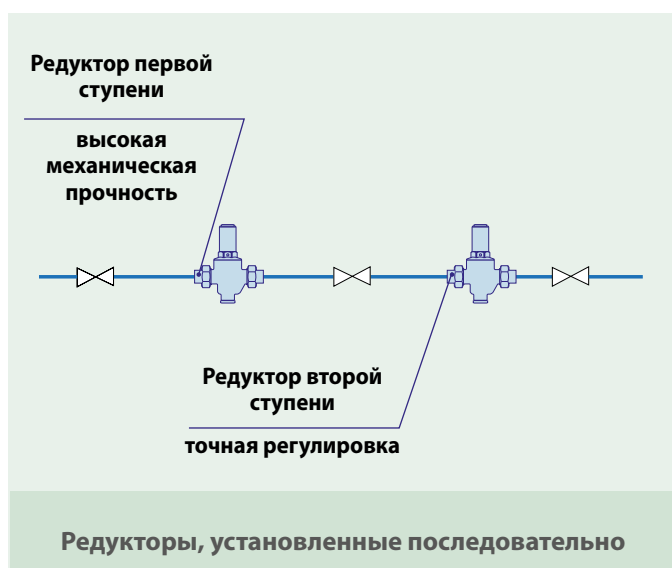
### ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО

Если соотношение редукции превысит рекомендованный предел или расчётное давление системы, правильно будет использовать:

- редуктора первой ступени для выполнения первого снижения давления;
- редуктора второй ступени, установленный последовательно с первым, для достижения необходимого давления.

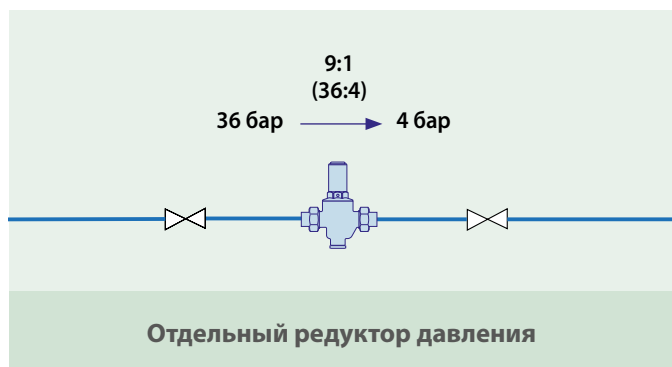
Редуктором первой ступени обычно может быть устройство менее точное в регулировке, но рассчитанное на более высокое давление и большие перепады.

Редуктор второй ступени, напротив, менее подвержен пикам и колебаниям давления, так как редуктор первой ступени сглаживает все эти перепады, однако он должен быть способен обеспечивать точное поддержание давления у потребителей.

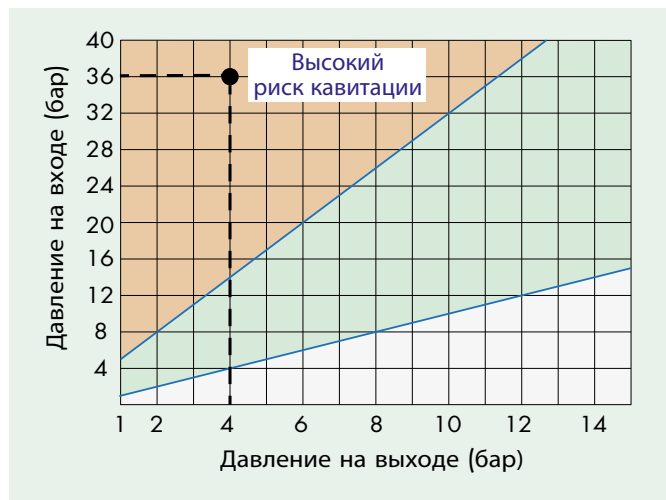


### Пример расчёта

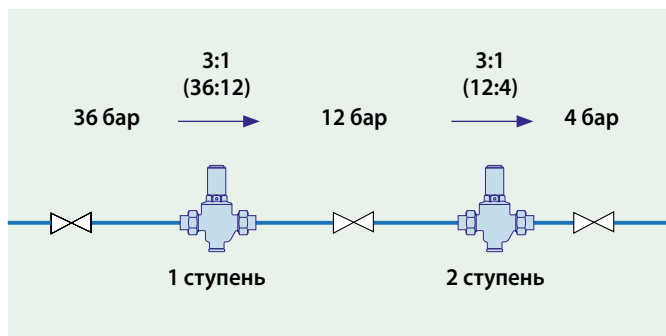
Если имеющееся на входе давление оказывается на значении 36 бар и имеется необходимость подачи воды при давлении 4 бар, то последующее соотношение редукции, следовательно, будет примерно 9:1, намного выше предельного значения 3:1.



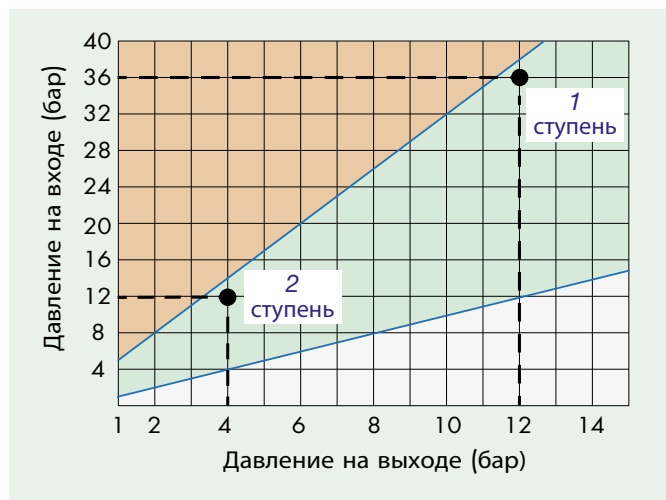
Как видно на приведённой далее диаграмме, использование одного редуктора давления, настроенного на 4 бар, неправильно, поскольку редуктор будет работать в красной зоне и, поэтому, в условиях кавитации.



Правильный расчёт предполагает использование двух редукторов давления, установленных последовательно. Редуктор первой ступени может быть настроен на 12 бар при соотношении редукции 3:1 (36:12). Последовательно установленный с ним редуктор второй ступени с настройкой на 4 бар может работать при соотношении редукции 3:1 (12:4).

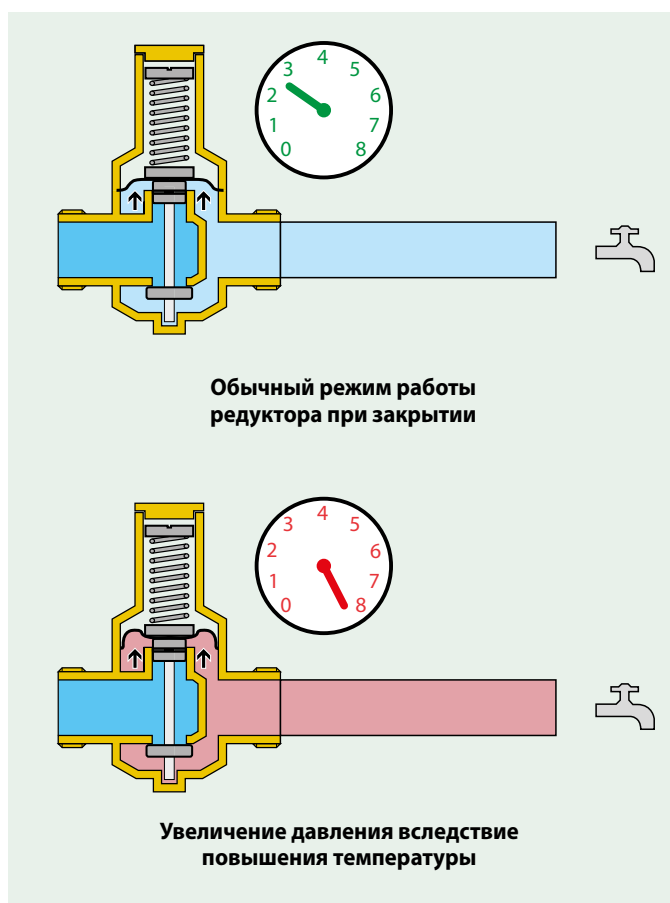


Таким образом, оба редуктора работают внутри оптимального рабочего поля.

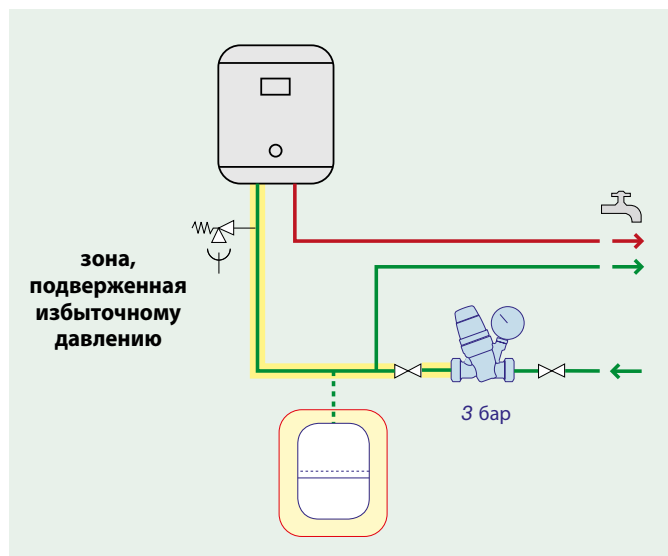


# ЗАЩИТА ОТ РОСТА ДАВЛЕНИЯ НА ВЫХОДЕ ИЗ РЕДУКТОРА

В том случае, когда давление на выходе из редуктора увеличится, данный компонент представит режим работы аналогичный работе обратного клапана. Чтобы лучше понять данный режим работы, можно сделать ссылку на приведённый далее рисунок, где можно заметить, что повышенное давление на выходе, оказывая усилие на мембрану, приводит к закрытию затвора редуктора давления. Таким образом, вода между краном потребителя и редуктором остаётся идеально отсеченной. Поэтому, возможные увеличения объёма воды, вызванные повышением температуры, приведут к значительным увеличениям давления, которые, в свою очередь, могут вызывать зачастую разрывы мембран самих редукторов.



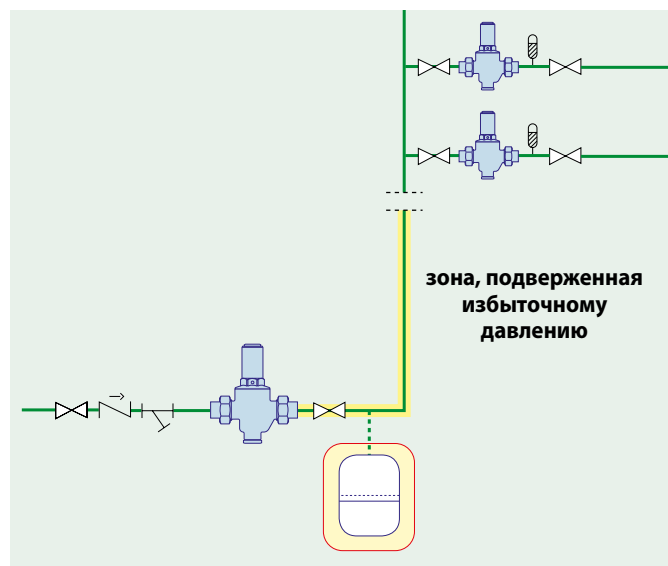
Увеличение давления на выходе из редуктора при наличии бойлера, например для **небольших систем**, обычно вызвано нагревом воды, к которому приводит сам бойлер. Давление увеличивается, поскольку, при отсутствии запроса потребителей, редуктор закрыт. Решение состоит в установке расширительного бака (между редуктором и бойлером), который способен компенсировать увеличение давления.



Также рост давления может возникать в больших системах с последовательной установкой редукторов. В такой ситуации, если два редуктора находятся рядом, то есть объём воды в промежуточном трубопроводе небольшой, расширения могут поглощаться и удерживаться трубопроводами. Напротив, если расстояние между двумя редукторами становится значительным (это случай крупных распределительных систем), то рост давления может привести к разрыву мембран.

В **средних и крупных системах** увеличение давления может возникнуть, кроме как рядом с теплогенератором, также вдоль сети, благодаря эффекту нагрева воды, содержащейся в трубопроводах.

Это случай, например, протяжённых сетей, снабжённых двойным редуктором и с трубопроводами, на которые может воздействовать прямое тепло от солнца и от других источников. По аналогии с небольшими установками, эту проблему можно решить с помощью установки соответствующих расширительных баков.



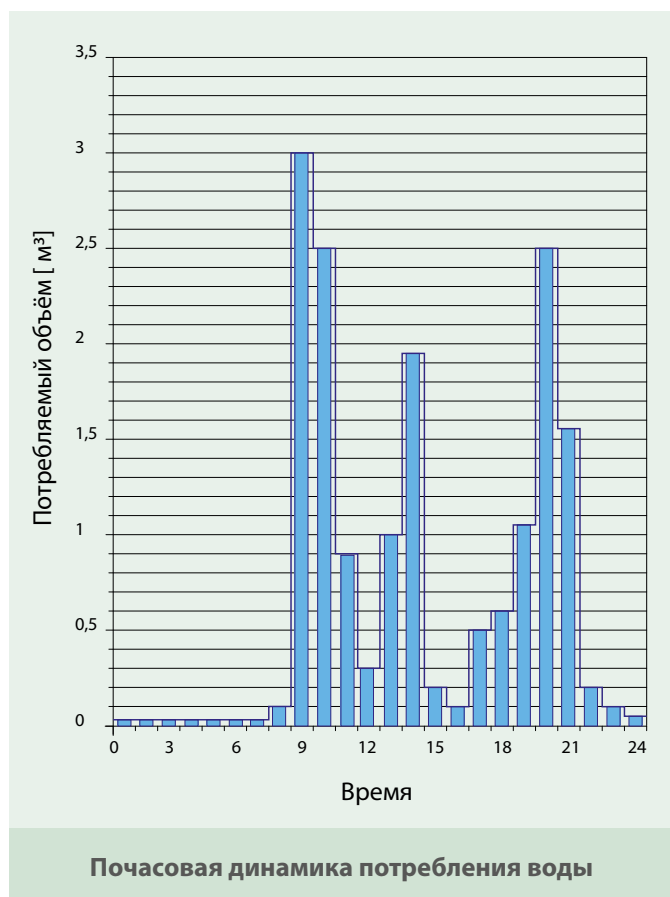
# СЕТЕВОЙ РАСХОД СЛИШКОМ НИЗКИЙ

Системы водоснабжения не представляют только нарушения режима работы, связанные с поддержанием давления; в некоторых случаях сети не способны достичь расчётных рабочих характеристик по причине недостаточных расходов. Эти проблемы возникают, главным образом, по причине неправильного расчёта водопотребления в точке водоразбора или по причине снижения запасов воды.

В обоих случаях необходимо предусматривать соответствующий накопительный бак, способный удовлетворить фактический расход даже и тогда, когда расход, поступающий из питающей сети, окажется недостаточным.

Назначением **накопительного бака или запаса воды** является хранение воды во время периодов небольшого водоразбора и подача её в периоды пикового спроса.

Точный расчёт бака запаса воды может быть выполнен, начиная с изучения почасовой динамики потребления воды (профиля использования). На размещённой далее диаграмме приведён её пример относящийся к зданию жилого типа.



Однако не всегда возможно найти или предположить данные, относящиеся к фактическим потреблением в различные периоды суток, и расчёты иногда оказываются сложными или специфичными только для конкретной анализируемой ситуации.

Расчёт бака, следовательно, может быть выполнен с помощью:

- **упрощённого аналитического метода**, когда нет в наличии данных относящихся к профилю использования;
- **графического метода**, когда известны данные относящиеся к профилю использования.

## Упрощённый аналитический метод

Это приближённый метод расчёта и основывается он, главным образом, на двух предположениях:

- максимальный запрос расчётного расхода ( $G_{расч.}$ ) сконцентрирован в одном или нескольких пиковых периодах ( $t_n$ );
- имеется большой промежуток времени между пиковыми расходами, так называемом, времени зарядки ( $t_{зар.}$ ) накопительного бака при доступном расходе ( $G_{дост.}$ ).

В том случае, если эти предположения оправдываются, и принимая во внимание, что расчётный расход ( $G_{расч.}$ ) уже учитывает одновременность использования воды, объём накопительного бака можно рассчитать по формуле:

$$V = t_n \cdot (G_{расч.} - G_{дост.})$$

Убедившись, что

$$t_{зар.} > \left( \frac{V}{G_{дост.}} \right)$$

где

- $V$  = теоретический объём накопительного бака (л)
- $G_{расч.}$  = расчётный расход (л/ч)
- $G_{дост.}$  = доступный расход (л/ч)
- $t_n$  = пиковый период (ч)
- $t_{зар.}$  = время зарядки (ч)

Теоретический объём обычно увеличивается на коэффициент безопасности ( $F_6$ ) для возможности удовлетворения иногда более высокого расхода.

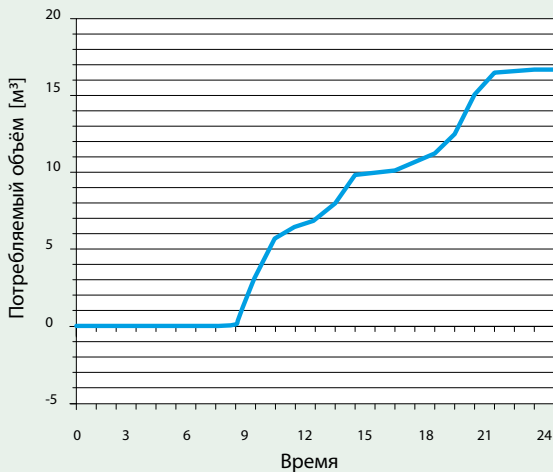
$$V_{бака} = F_6 \cdot V$$

На выходе из накопительного бака необходимо заново установить станцию повышения давления сети водоснабжения, как было рассмотрено на стр.4.

## Графический метод

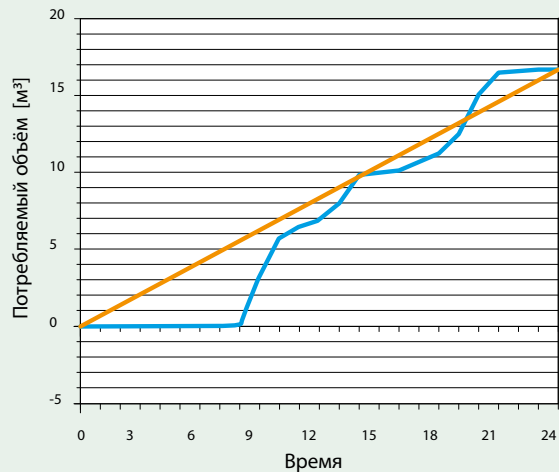
Это метод расчёта более точный, поскольку учитывает данные относящиеся к профилю использования. С целью избежать длинных и сложных расчётов, можно составить кривую

водопотребления по времени использования и, начиная с неё, получить, графически, объём накопительного бака, как показано в следующем разделе.



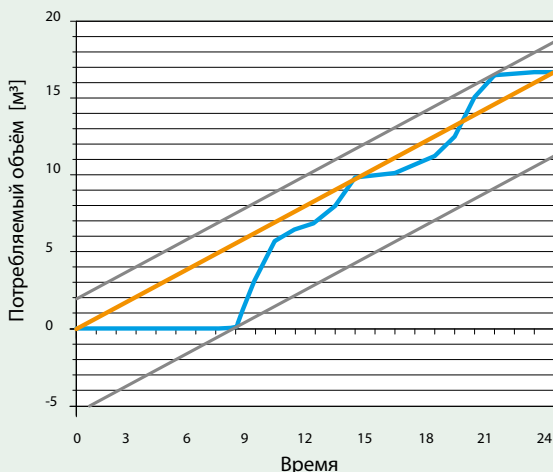
### 1. Кривая водопотребления по времени использования

Кривая представляет динамику общего использованного объёма воды в течение суток. Она получается при постепенном добавлении данных почасовой динамики использования воды.



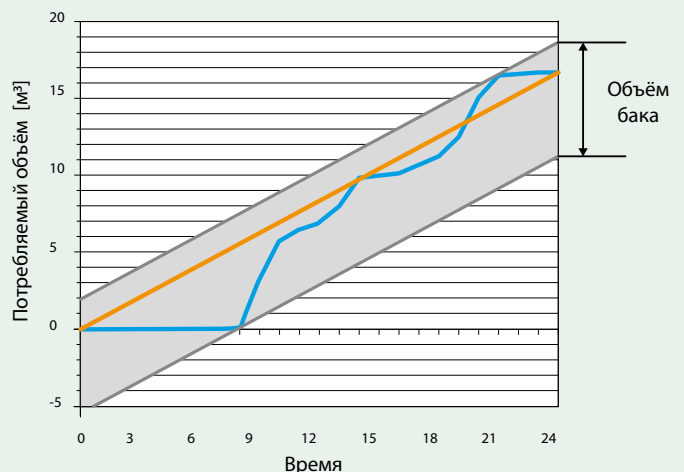
### 2. Ограничивающие прямые

Это параллели к прямой среднего использования, которые полностью содержат кривую использования.



### 3. Прямая среднего использования

Наклон прямой, которая соединяет начальную точку (точку 0) с конечной точкой кривой водопотребления по времени использования, представляет средний расход, запрашиваемый потребителями в течение суток.



### 4. Теоретический объём бака

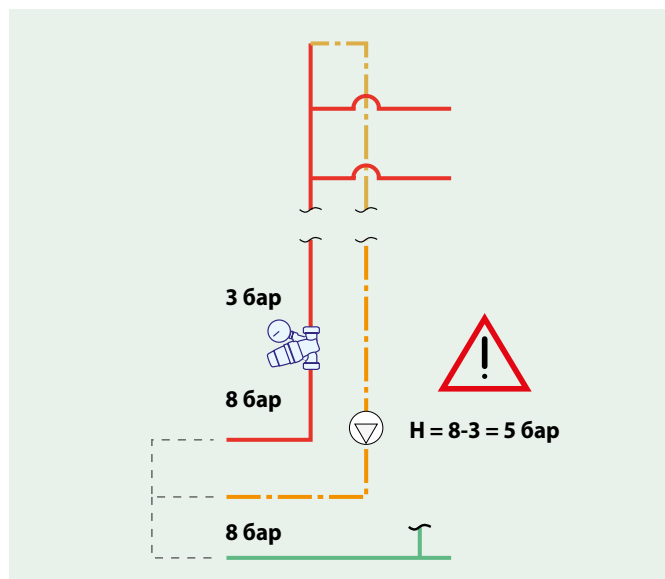
Его можно получить, измерив расстояние по оси Y, между ограничивающими прямыми.

# РЕЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СЕТЬ И РЕДУКТОРЫ ДАВЛЕНИЯ

Системы распределения санитарной воды, обслуживающие многоэтажные здания или башни, за счёт высоты имеют большой перепад давления между различными этажами. Поэтому имеет место при необходимости устанавливать больше редукторов давления вдоль сети.

Кроме этого, с целью предотвращения избыточного охлаждения распределяемой горячей санитарной воды, они снабжены рециркуляционными системами. Для обеспечения их правильного режима работы, редукторы давления, обслуживающие сеть горячей воды, не должны устанавливаться внутри тех участков сети, на которых рециркулируется вода. Механизм работы редуктора не допускает такой установки, поскольку, когда все водоразборные краны перекрыты, давление на выходе будет равно сетевому давлению, и затвор закроется, отключив, таким образом, рециркуляцию.

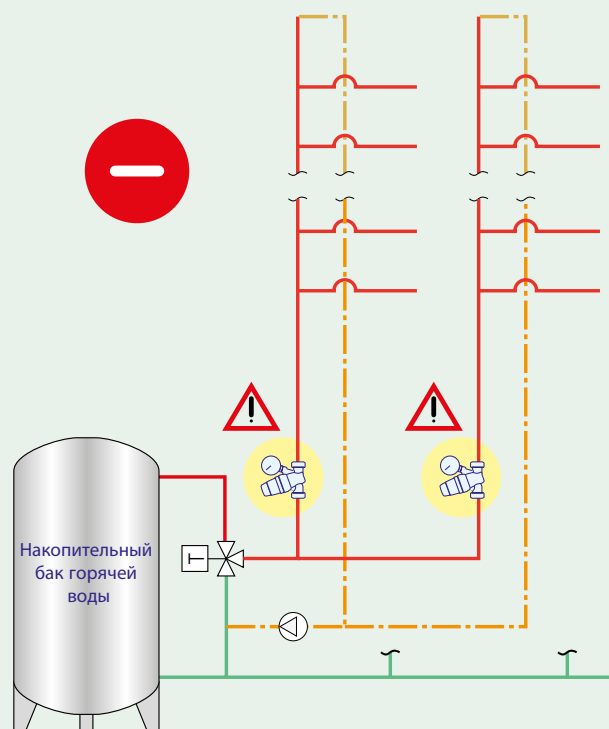
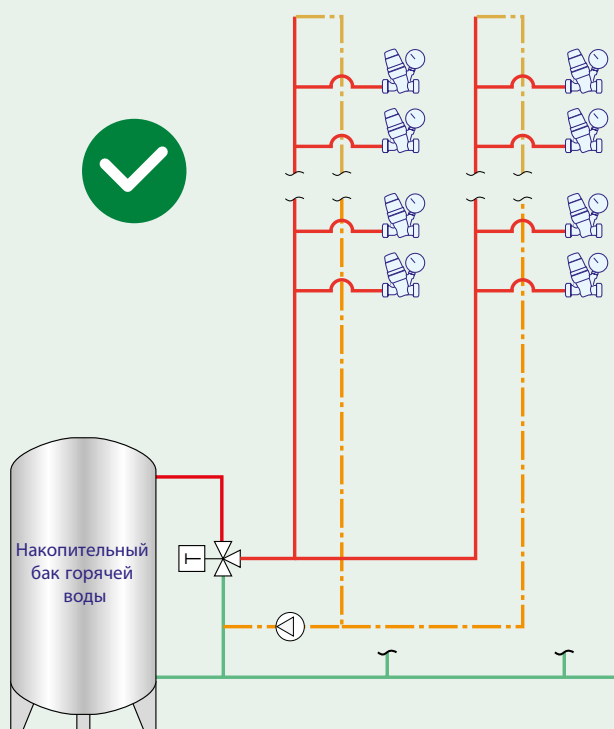
Единственным способом открыть затвор будет создание с помощью рециркуляционного насоса напора, превышающего разницу между сетевым давлением и давлением, на которое настроены редукторы: эта разница обычно составляет порядка 1-6 бар, и едва ли имеется у традиционных циркуляционных насосов, отвечающих за рециркуляцию.



Кроме этого, допустив, что у циркуляционного насоса есть необходимый напор, тогда эта система имела бы высокую энергопотребляемость

## ПРАВИЛЬНАЯ УСТАНОВКА

## ОШИБОЧНАЯ УСТАНОВКА



# СХЕМЫ УСТАНОВКИ

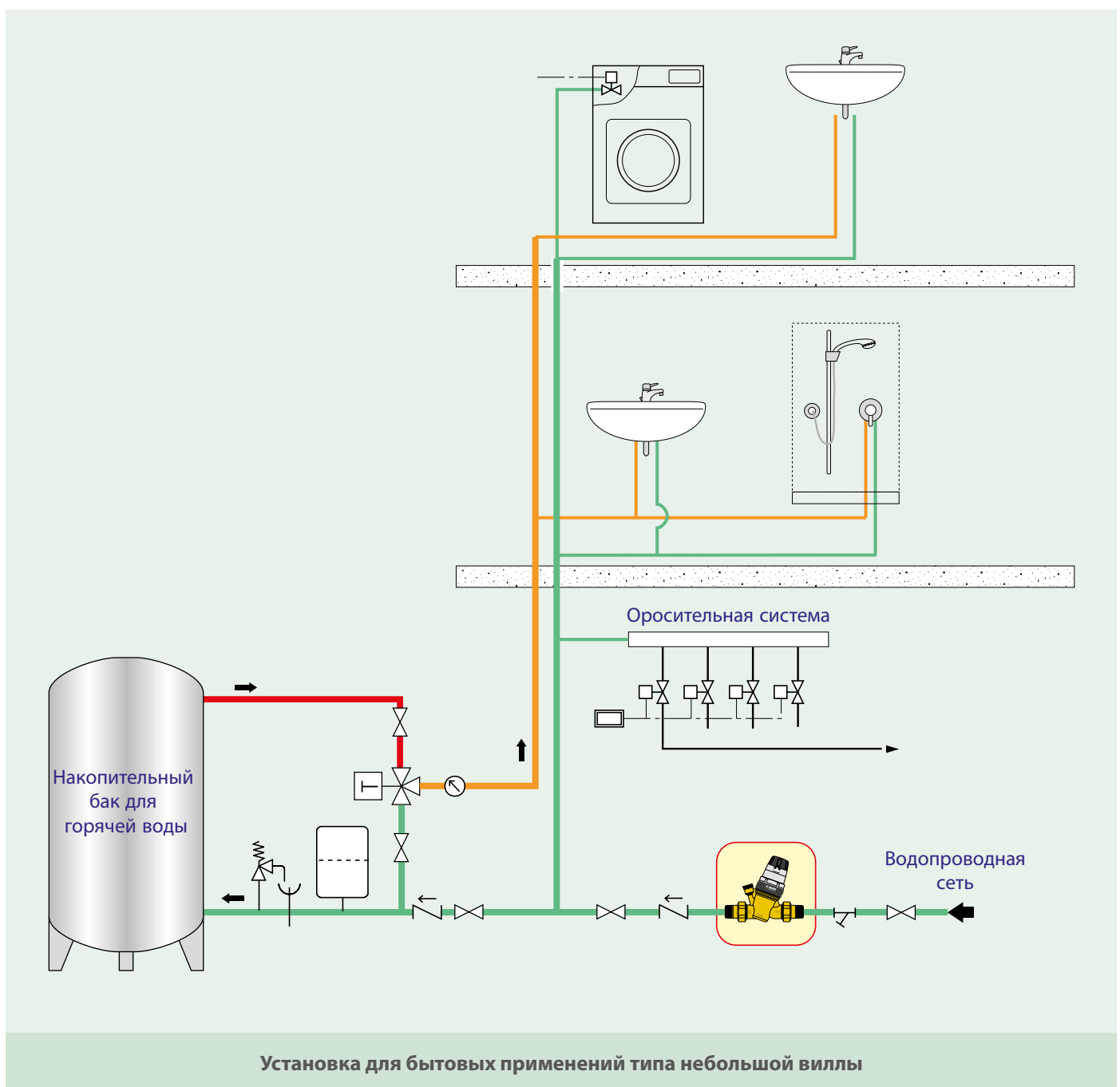
На последующих страницах приведены некоторые схемы типовых установок редукторов давления. Изначально мы проанализируем распределительные сети холодной санитарной воды на небольших объектах бытового назначения; далее, мы проанализируем распределительные системы, обслуживающие многоэтажные здания, которым, как мы увидим, требуется правильная регулировка давления. Наконец, мы также рассмотрим схемы для правильного распределения горячей санитарной воды.

## БЫТОВЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Эти схемы применений обычно характеризуются не слишком протяжёнными распределительными системами, обслуживающими 2 или 3 этажа. В этих системах опасность может представлять избыточное давление питающей сети, как постоянное по времени, так и сконцентрированное в определенных промежутках времени в течение суток, что может негативно повлиять на потребителей.

Для защиты этих сетей устанавливается общий редуктор давления на линии подсоединения потребителя.

Настройка давления обычно поддерживается от 1,5 до 3 бар.



## МНОГОЭТАЖНЫЕ ЗДАНИЯ

В распределительных системах для многоэтажных зданий существующее давление потребителей падает при увеличении высоты этажей: можно учитывать **падение давления примерно 0,3 – 0,4 бар на каждом этаже**.

Можно представить два типовых случая:

- **существующее давление достаточно** для обеспечения самого неблагоприятного потребителя (обычно находящегося на самом высоком этаже); при этом условии нижние этажи подвержены более высокому давлению;
- **существующее давление недостаточное** для обеспечения самого неблагоприятного потребителя; когда давление на вводе в дом оказывается слишком низким, нижние этажи не могут обеспечиваться соответствующим образом.

В обеих таких ситуациях, следовательно, сложно правильно обслуживать более 4 или 5 этажей.

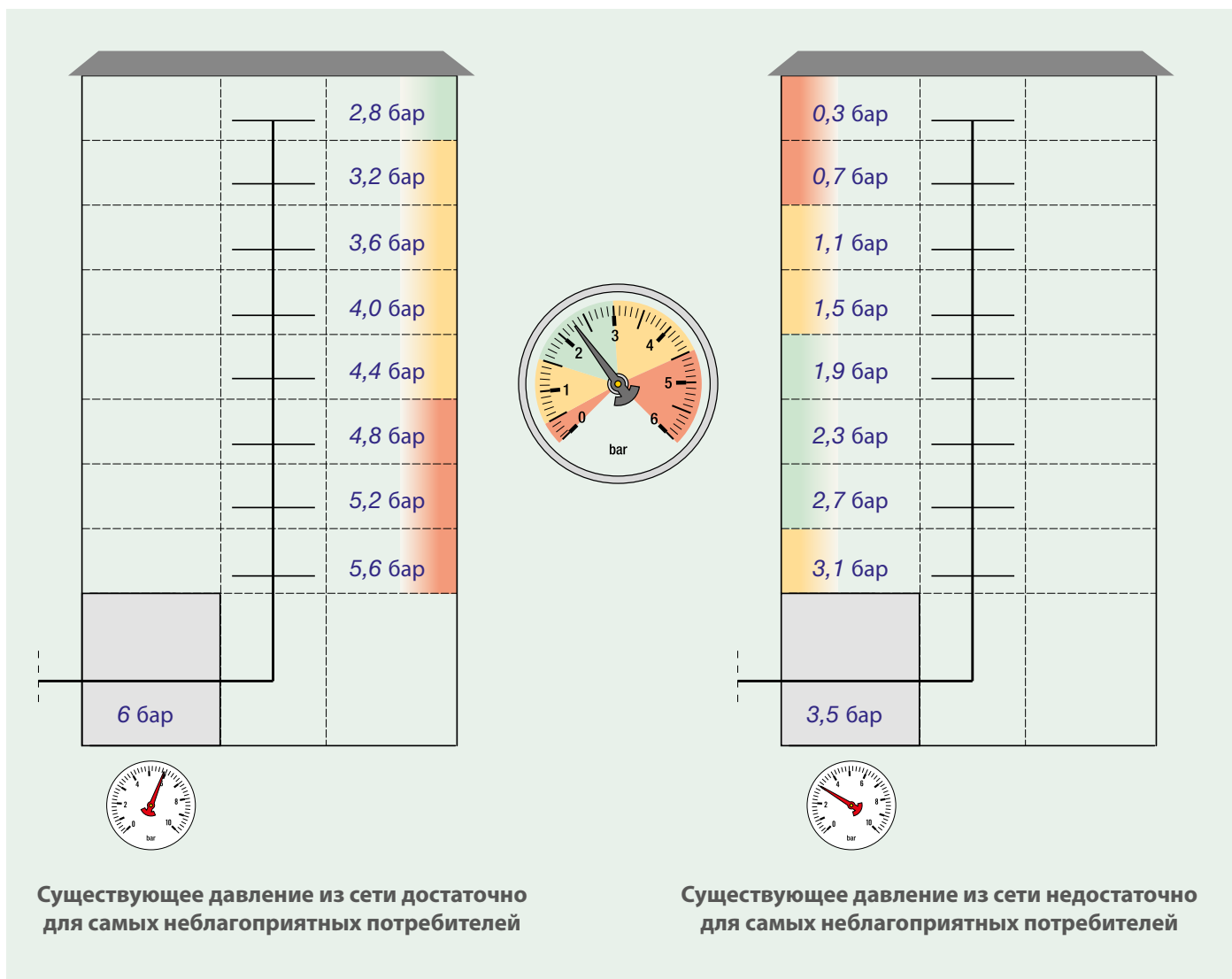
## Существующее давление достаточно

В **случае 1**, существующее давление достаточно для обеспечения самого неблагоприятного потребителя и, следовательно, оказывается возможным подразделить основное водоснабжение на несколько стояков. Каждый стояк обслуживает 4 или 5 этажей; с помощью редуктора давления возможно отрегулировать давление в трубопроводах на нижних этажах.

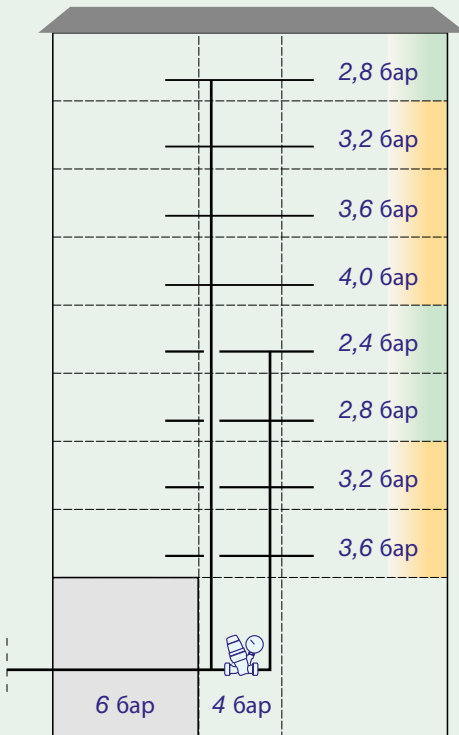
В **случае 2**, стояки могут **соединяться параллельно**, а редукторы давления будут рассчитанными на расход соответствующего стояка. Соотношение редукции будет более высоким на редукторах давления, установленных на нижних этажах.

В **случае 3**, стояки могут **соединяться последовательно**, начиная с того из них, который обслуживает верхние этажи. В этом случае, первый редуктор должен быть рассчитан на основании общего расхода, а последующий редуктор, поскольку он второй ступени, окажется в преимущественном положении и будет работать с меньшим соотношением редукции.

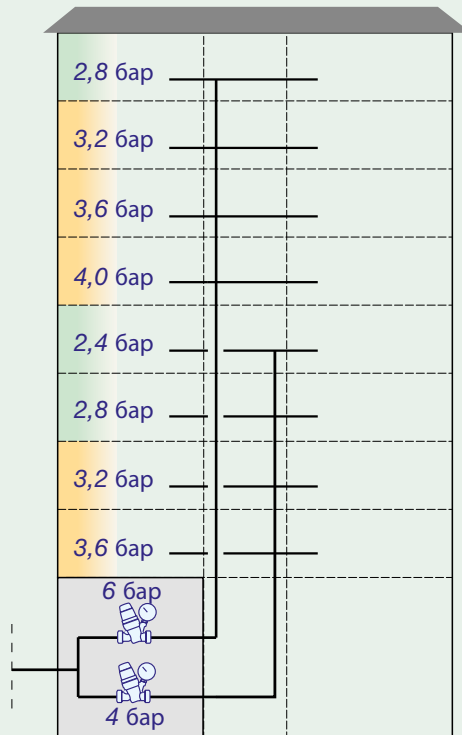
Когда неосуществимо или невыгодно подразделять стояки водоснабжения, как в **случае 4**, можно делать разводку одним стояком, снабжая каждый этаж или потребителя редуктором давления. Это решение позволяет достичь оптимального регулирования давления у потребителя, но может использоваться для стояков, обслуживающих максимально 15 или 16 этажей, чтобы не столкнуться с слишком высокими соотношениями редукции.



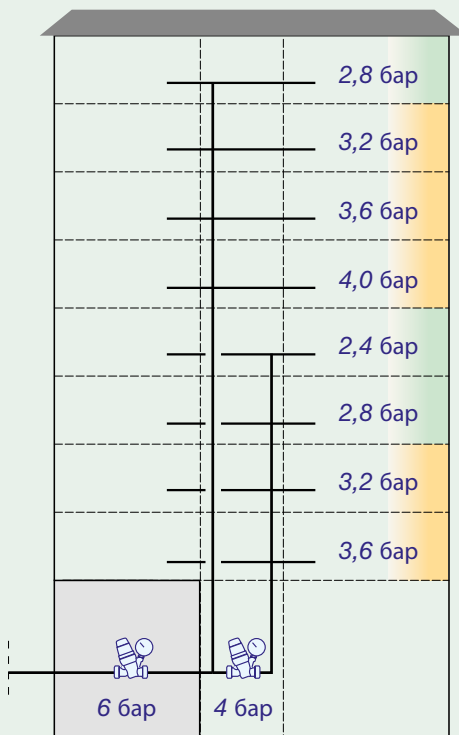
Случай 1



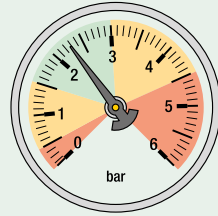
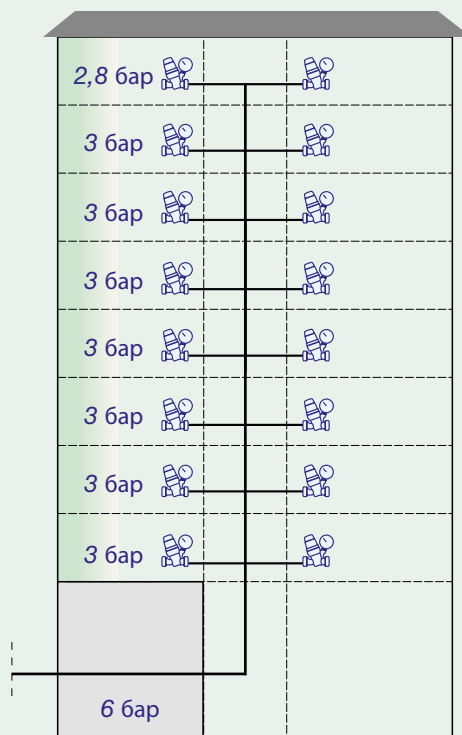
Случай 2



Случай 3



Случай 4



Регулирование давления в многоэтажных зданиях при нормальном входном давлении

## Существующее давление недостаточное

В большей части многоэтажных зданий встречается существующее давление недостаточное для обеспечения правильного режима работы самых неблагоприятных потребителей, то есть потребителей на самых верхних этажах. В этих случаях нужно прибегать с одной или несколькими станциями повышения давления, предотвращая, по аналогии с ранее рассмотренными ситуациями, обслуживания потребителей на нижних этажах давлением слишком высоким.

Когда существующее давление достаточно для обслуживания только нижних этажей (случай 1), можно разделить стояки водоснабжения, и, следовательно:

- непосредственно обслуживать первые этажи;
- использовать Станция повышения давления для обслуживания верхних этажей.

станцию повышения давления должна быть рассчитана, принимая во внимание расчётный расход, относящийся только к самым верхним этажам, а не общий расход, относящийся ко всему зданию.

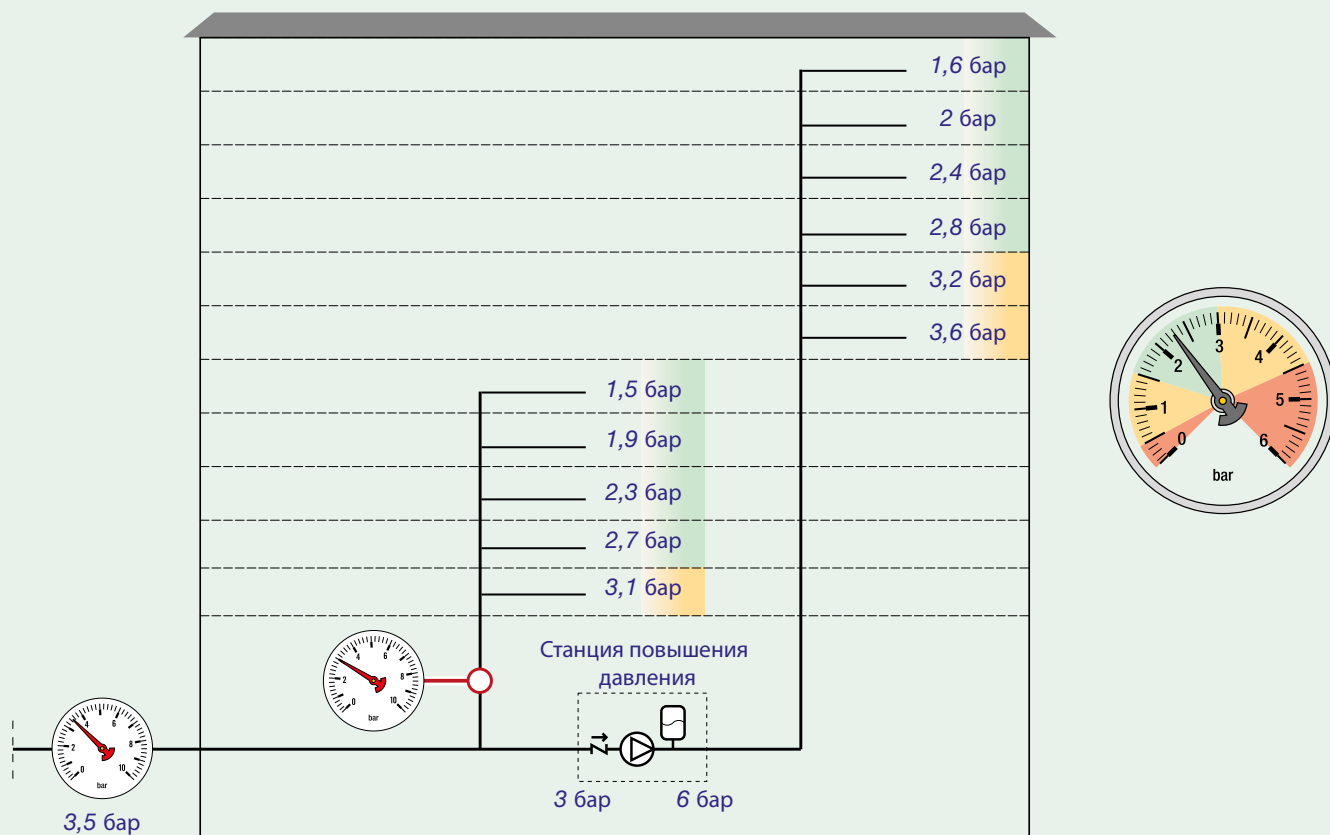
Если же существующее давление недостаточно для распределения на первых этажах, тогда нужно применять станцию повышения давления для всей сети (случай 2,3 и 4).

Можно предусмотреть станцию повышения давления на каждом стояке водоснабжения (случай 2) и рассчитать её с соответствующим расчётным расходом.

В качестве альтернативы, можно установить одну станцию повышения давления на магистральной линии, совместив её с редуктором давления на стояке, обслуживающем первые этажи (случай 3). Для этого применения станцию повышения давления необходимо рассчитать, принимая во внимание расчётный расход всего здания и давление необходимое для обслуживания самого неблагоприятного стояка.

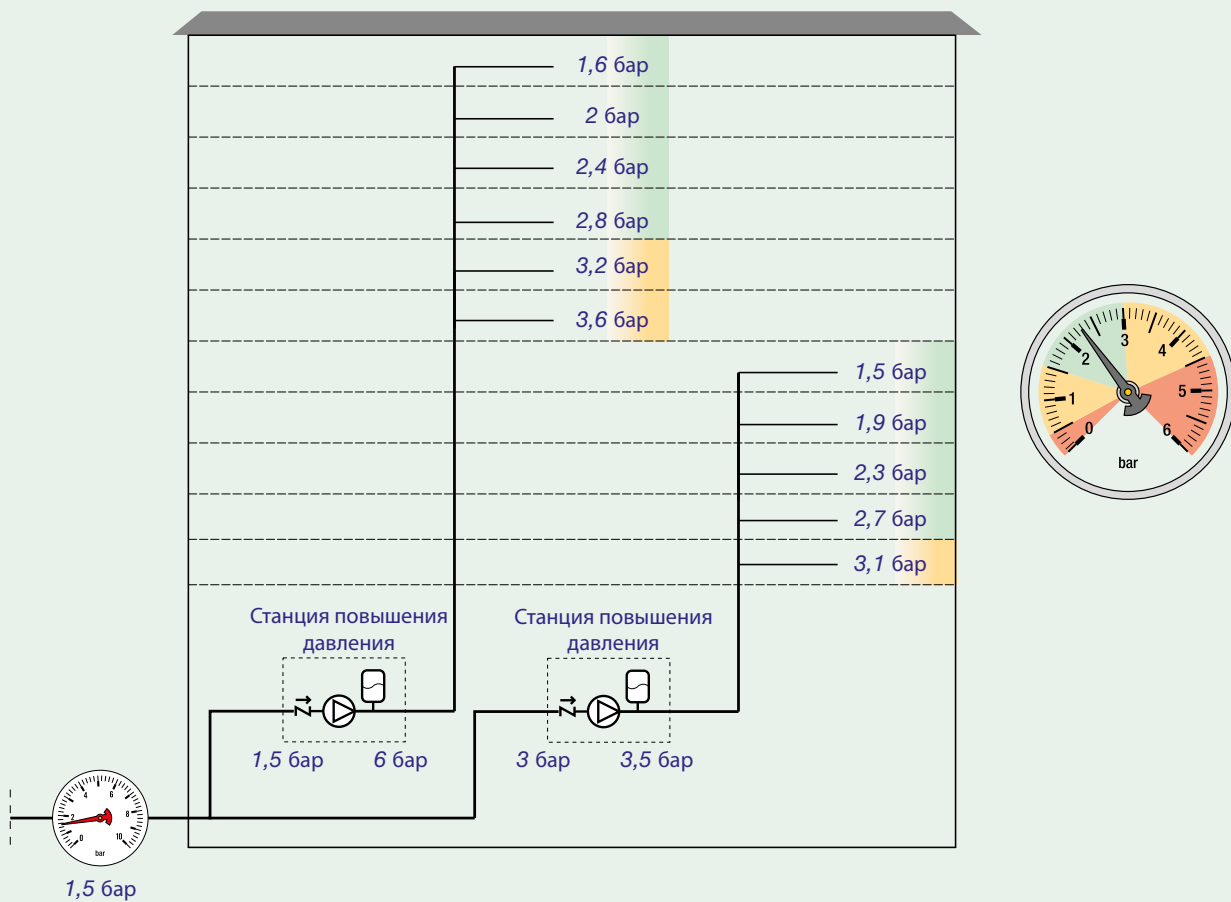
Наконец, можно также не подразделять на несколько стояков водоснабжения, использовать только одну станцию повышения давления и локально снизить давление на каждом этаже (случай 4) или на каждом потребителе. Как было предварительно сказано, это решение позволит добиться наилучшего распределения давления на потребителей, избегая деления сети на несколько стояков водоснабжения. В особо высотных зданиях, соотношение редукции на нижних этажах может быть слишком высоким; в этих случаях необходима установка редукторов последовательно.

Случай 1

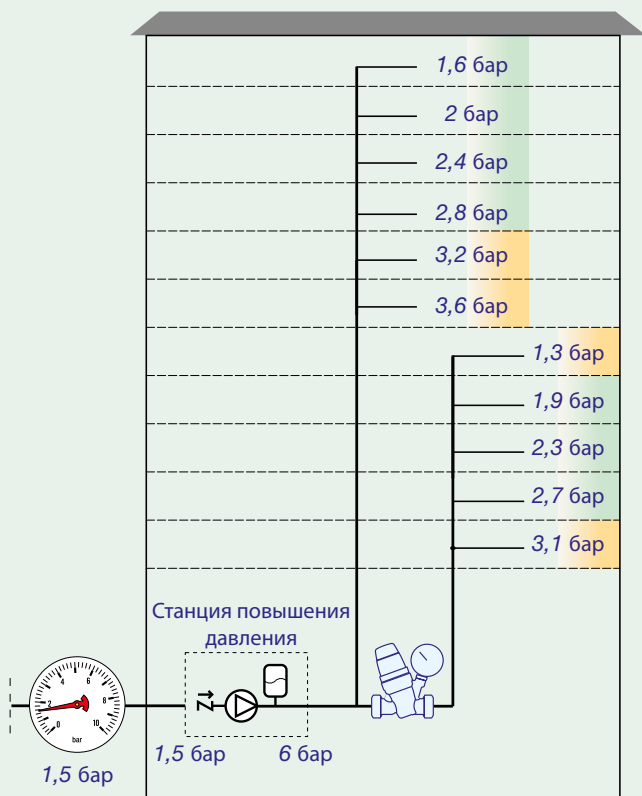


Распределение в многоэтажных зданиях с недостаточным существующим давлением

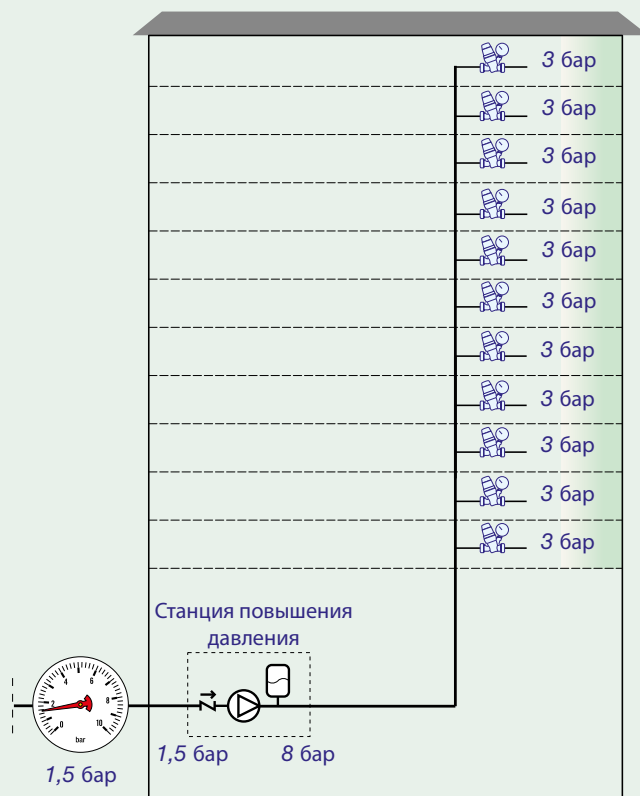
### Случай 2



### Случай 3



### Случай 4



Распределение в многоэтажных зданиях с недостаточным существующим давлением

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРЯЧЕЙ САНИТАРНОЙ ВОДЫ

Производство ГВС может выполняться посредством:

- центрального производства, с накопительным баком в тепловом пункте и соответствующей распределительной сетью;
- автономного производства, обычно с помощью сапутеллитной группы потребителя, настенного котла или водоподогревателя.

### Центральное производство

Сейчас мы остановимся на анализе аспектов, касающихся регулирования давления горячей санитарной воды в многоэтажных зданиях с центральным производством.

Помимо проблем, уже обозначенных, относящихся к регулированию холодной санитарной воды, необходимо также учитывать следующие аспекты:

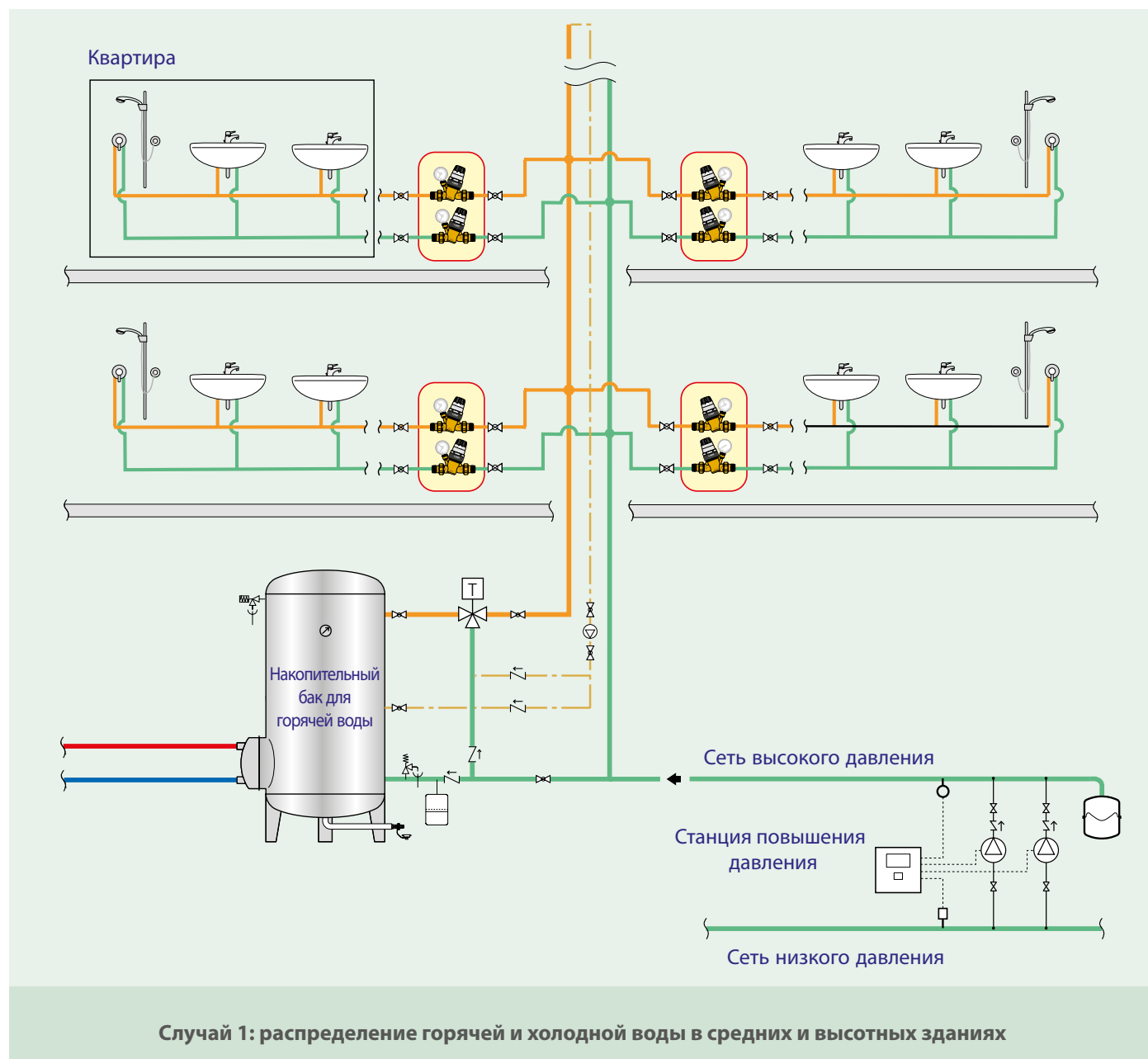
- возникновение кавитации, которой благоприятствует высокая температура;

- воздействие высокой температуры на материалы, из которых изготовлены особые компоненты;
- возможное нарушение режима работы рециркуляционной сети, в случае неправильной установки редукторов давления (см. стр. 32).

**В средних и высотных зданиях** (Случай 1), примерно до 10 или 15 этажей по высоте, целесообразно предусмотреть один стояк водоснабжения и два редуктора давления на каждый этаж или квартиру: один из них – на регулирование холодной воды, другой – на горячую санитарную воду. Как было ранее сказано, необходимо учитывать, что редукторы, установленные на сеть ГВС, должны выдерживать высокую температуру.

**В зданиях башенного типа** (Случай 2) желательно избегать, исходя из их высоты, деления на несколько стояков водоснабжения, в отличие от того, о чём упоминалось на предыдущих страницах, касательно сетей ХВС.

В этом случае, это не оказывается удобным, так как, кроме трубопровода, отвечающего за распределение холодной и горячей воды, необходимо предусмотреть столько рециркуляционных колец, сколько имеется стояков водоснабжения.



Такая сеть является экономически невыгодной. Большая длина сетей горячей воды (и линий рециркуляции) приводит, кроме этого, к большим теплотерям, которые выливаются в дополнительный экономический ущерб.

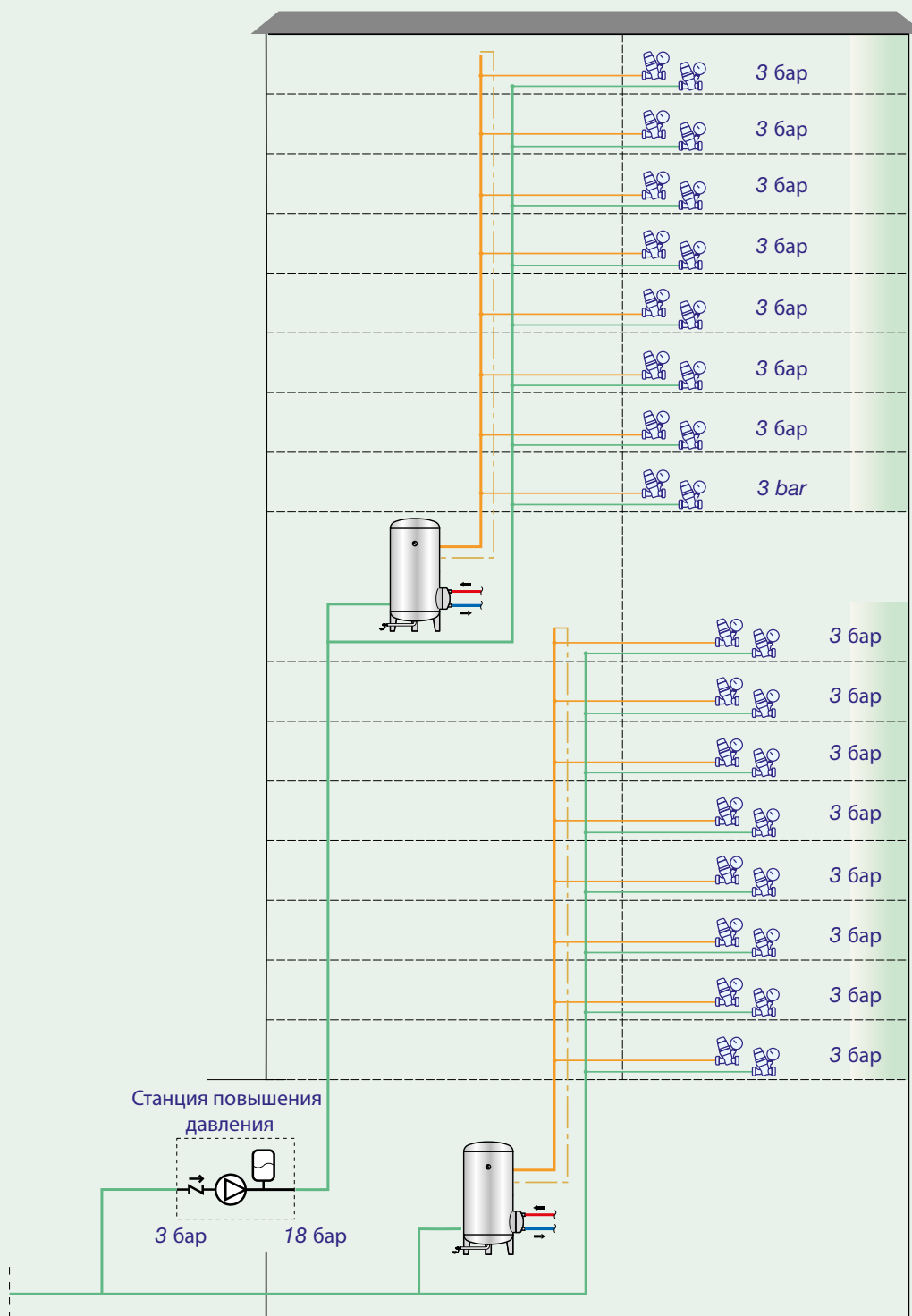
По этим причинам, можно разделить только сеть ХВС и организовать производство ГВС на промежуточных этажах, называемых также, техническими этажами.

Таким образом, длина сети будет значительно уменьшена и компоненты системы (бойлеры и редукторы) не будут подвержены слишком высокому давлению. При установке

редуктора давления на каждом этаже или квартире, как на линии горячей воды, так и на линии холодной воды, обеспечивается правильная регулировка.

Альтернативное решение предусматривает установку теплообменника вместо бойлера, так как этот компонент рассчитан на более высокое давление.

Различные возможности необходимо оценить на этапе проектирования, в плане технико-экономического обоснования и затрат.



Случай 2: распределение горячей и холодной воды в зданиях башенного типа

## Автономное производство

В тех случаях, когда технически и экономически удобно выполнить распределительную сеть ГВС, можно применить локальное производство ГВС с помощью, например, «спутниковых групп».

Просим вас обратиться к журналу «Гидравлика» № 42, в котором имеется описание данных устройств, способных производить горячую воду с помощью проточного теплообменника, при получении тепловой энергии из сети отопления.

Таким образом, необходимо только обеспечить нужное давление в распределительной сети холодной воды, так, как представлено на предыдущих страницах.

Преимуществами этого типа установки являются:

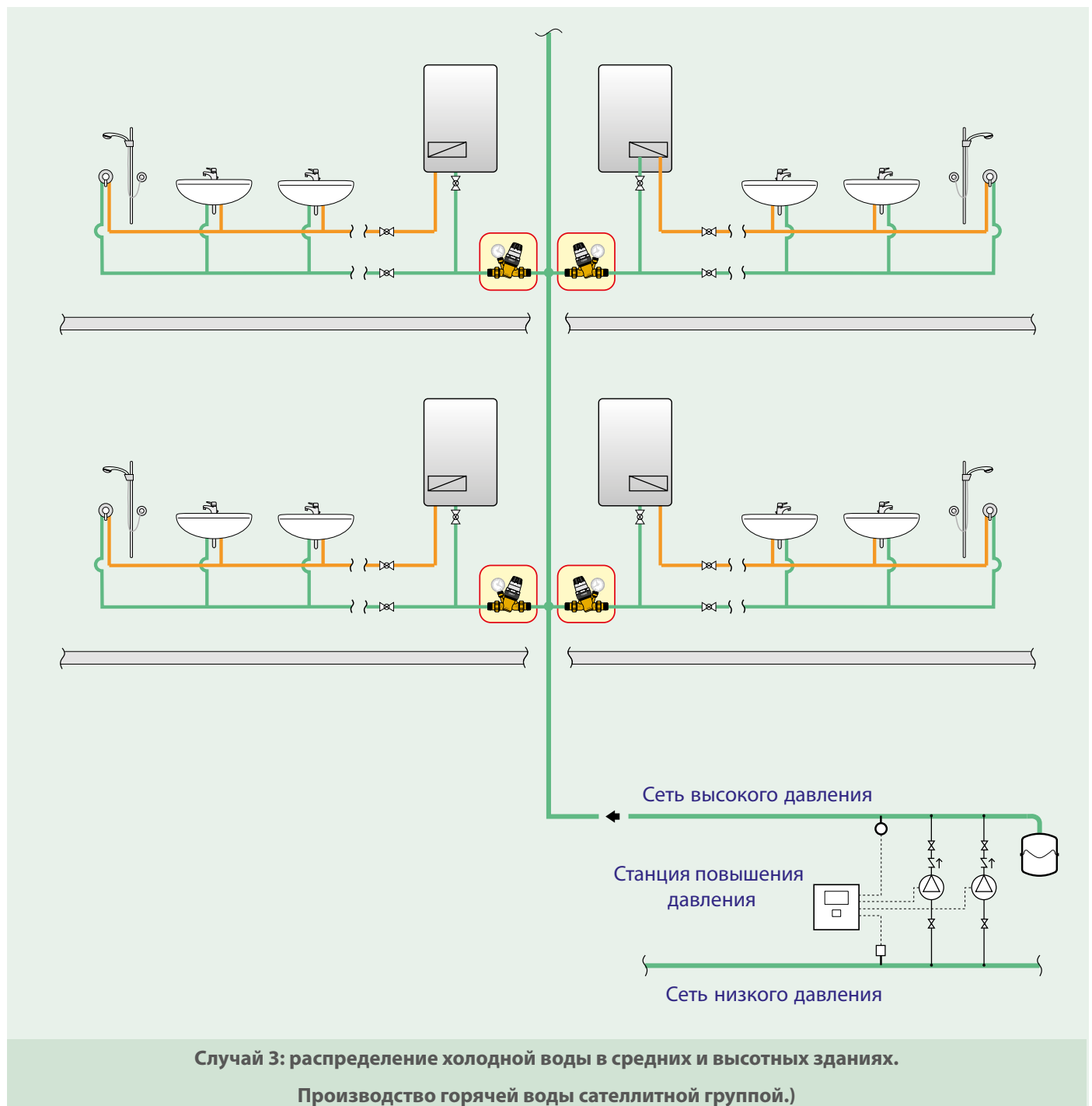
- меньшие затраты на установку сетей водоснабжения;

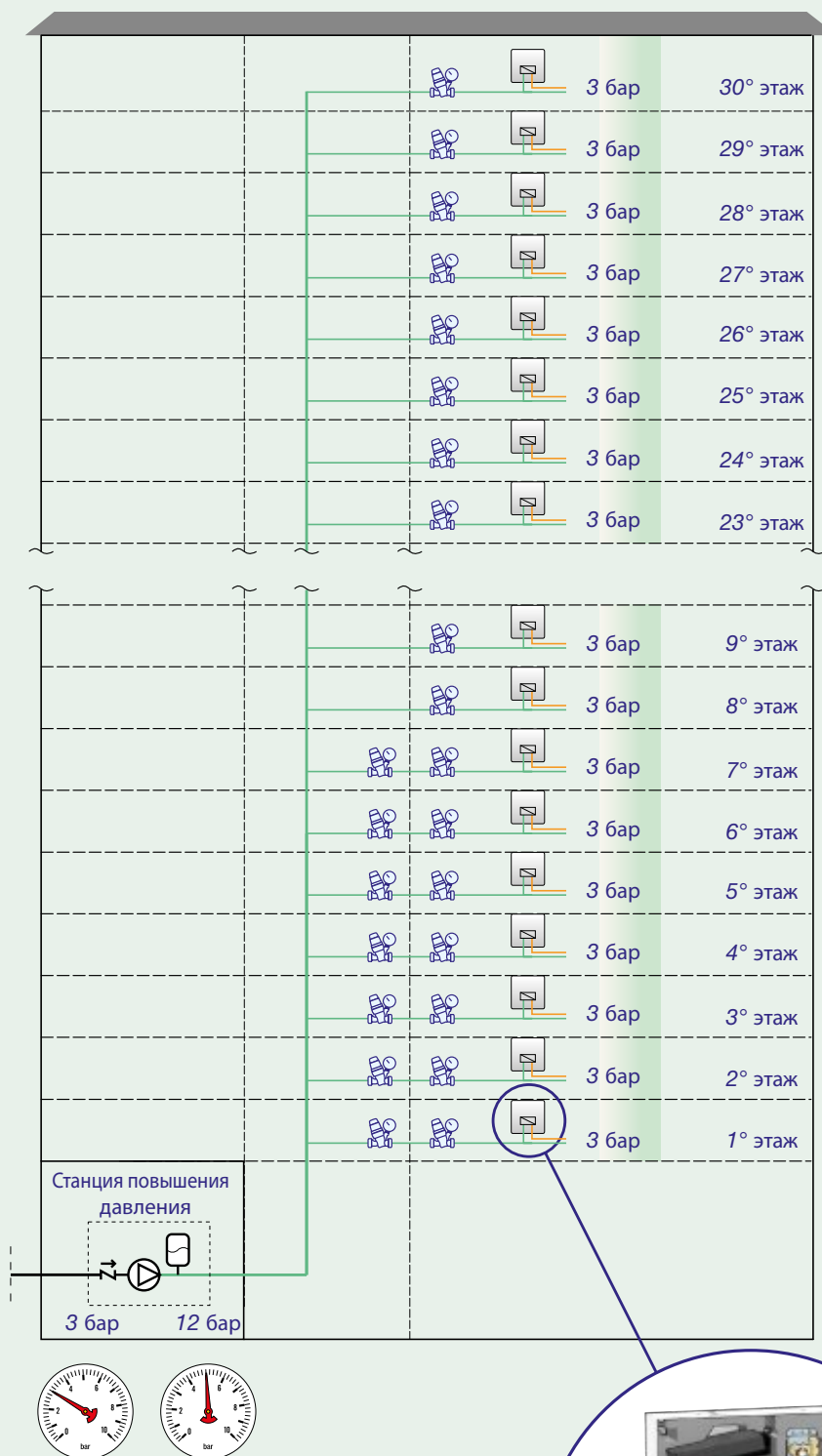
- меньшие теплотери, благодаря поддержанию на необходимой температуре сети водоснабжения горячей санитарной воды и соответствующей рециркуляционной сети;
- меньше вероятность распространения бактерий через распределительную сеть горячей санитарной воды.

Автономное производство ГВС возможно как в средних и высотных зданиях, так и в зданиях башенного типа.

В первом случае (Случай 3) будет достаточно предусмотреть установку редуктора давления на каждом этаже или квартире на сети холодной воды.

Во втором же случае (Случай 4), необходимо установить два редуктора последовательно, на первых этажах, для предотвращения избыточного давления и режимов работы при слишком высоком соотношении редукции.



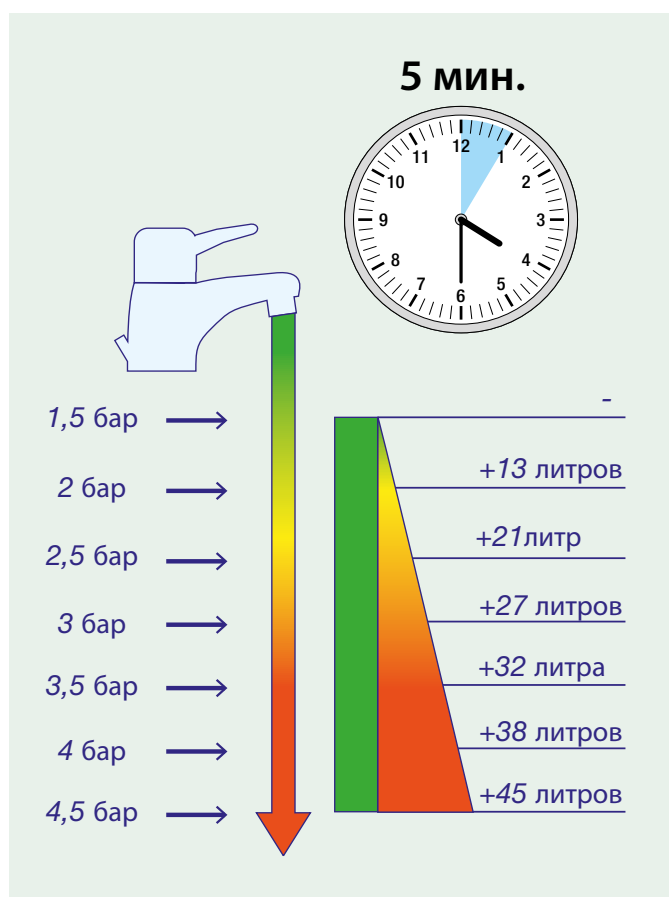


Случай 4: распределение холодной воды в зданиях башенного типа.  
 (Производство горячей воды сателлитной группой.)

# ЭКОНОМИЯ ВОДЫ

Правильное распределение давления в сетях водоснабжения санитарной воды необходимо для регулировки предоставляемого давления и для предотвращения проблем образования шума и гидравлических ударов в трубопроводах. Действительно, высокое давление приводит к расходам, превышающим фактическую потребность, с последующими перерасходом воды, что влечёт за собой увеличение энергопотребления.

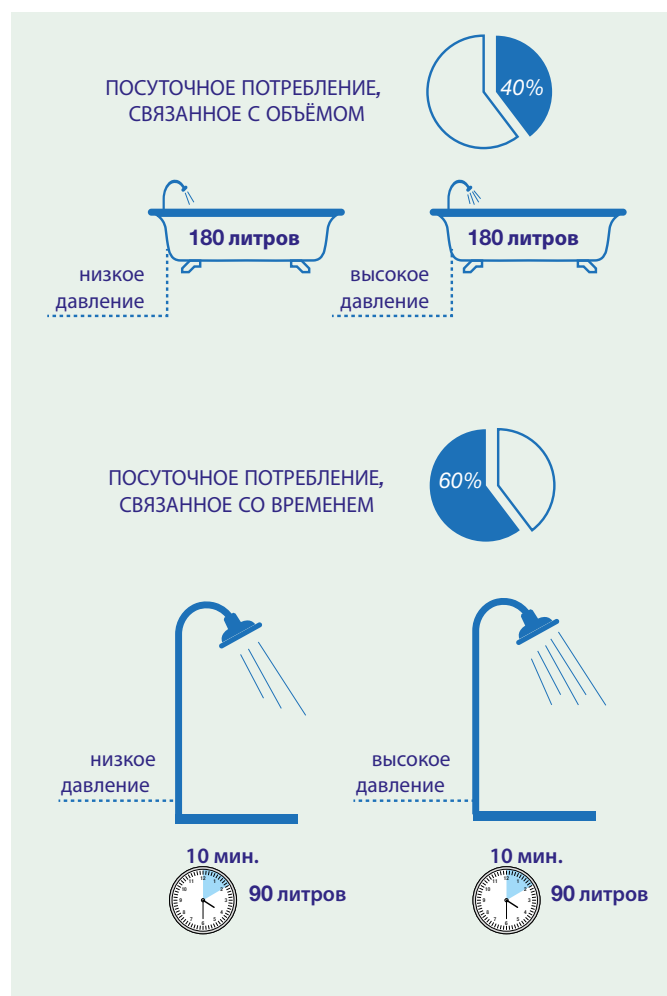
Большее использование воды связано, главным образом, с тем, что обычный кран, если он не снабжён устройствами ограничения потока, будет пропускать больше воды при возрастании давления на входе. Пример этой динамики представлен на приведенном далее рисунке.



Высокое рабочее давление на входе кранов может, следовательно, привести также к расходам, превышающим в полтора раза расчётные расходы.

Однако, с целью экономии воды, нужно учесть, что увеличение расхода на кранах не имеет тот же эффект на всех типах использования. Например, чтобы заполнить ванну или наполнить сливной бачок унитаза нужен всегда тот же расход воды, как в том случае, если сеть водоснабжения правильно поддерживает давление, так и в том случае, если давление в ней высокое. В последней ситуации, при наличии увеличенных расходов на потребителей, потребуется меньше времени для заполнения ванны или сливного бачка, но количество воды будет одинаковым.

Данные ситуации являются **водопотреблением, связанным с объёмом**. Существуют также **водопотребления, зависящие от времени**, для которых увеличение расхода на кранах, напротив, является причиной большого перерасхода. Например, вымыть руки, помыться в душе или помыть посуду, это всё потребления, которые, главным образом, предполагают открытие крана на предварительно установленное время. В этих случаях, там, где краны обслуживаются сетями с более высоким давлением, и, следовательно, выдают более высокие расходы, будет более высокое потребление воды. Увеличение потребления на обслуживаемого потребителя при высоком давлении, как можно увидеть на приведённом графике, может также быть в два раза большим по сравнению с потребителем, обслуживаемым правильным давлением. Для среднего **бытового пользователя потребления, зависящие от времени, могут оцениваться в процентном отношении, которое изменяется от 50% до 60% от общего потребления**.



Как пример, это могут быть водопроводные сети многоэтажных зданий, где гидростатическая высота здания влияет на снижения существующего давления на кранах.

## Пример

Для лучшего понимания влияния давления на потребление питьевой воды, рассмотрена, в качестве примера, распределительная сеть, обслуживающая 9-этажное здание. В данном примере рассматриваются три стояка, каждый из которых способен обслуживать два санузла на каждом этаже. Для простоты расчёта учитывалось одинаковое давление у основания стояков.

Схема распределения и соответствующая динамика давления приведена на рисунке ниже. Как можно заметить, для обеспечения правильного давления на самом верхнем этаже, необходимо постепенное увеличение давления, по мере снижения уровня.

Касательно суточного потребления, учитывались следующие данные:

- человек на этаже: 8
- общее потребление воды на человека: 240 л
- 45% потребления зависит от объёма: 110 л
- 55% потребления зависит от времени: 130 л

Общая потребность воды для здания оказывается равной 17,3 м<sup>3</sup>.

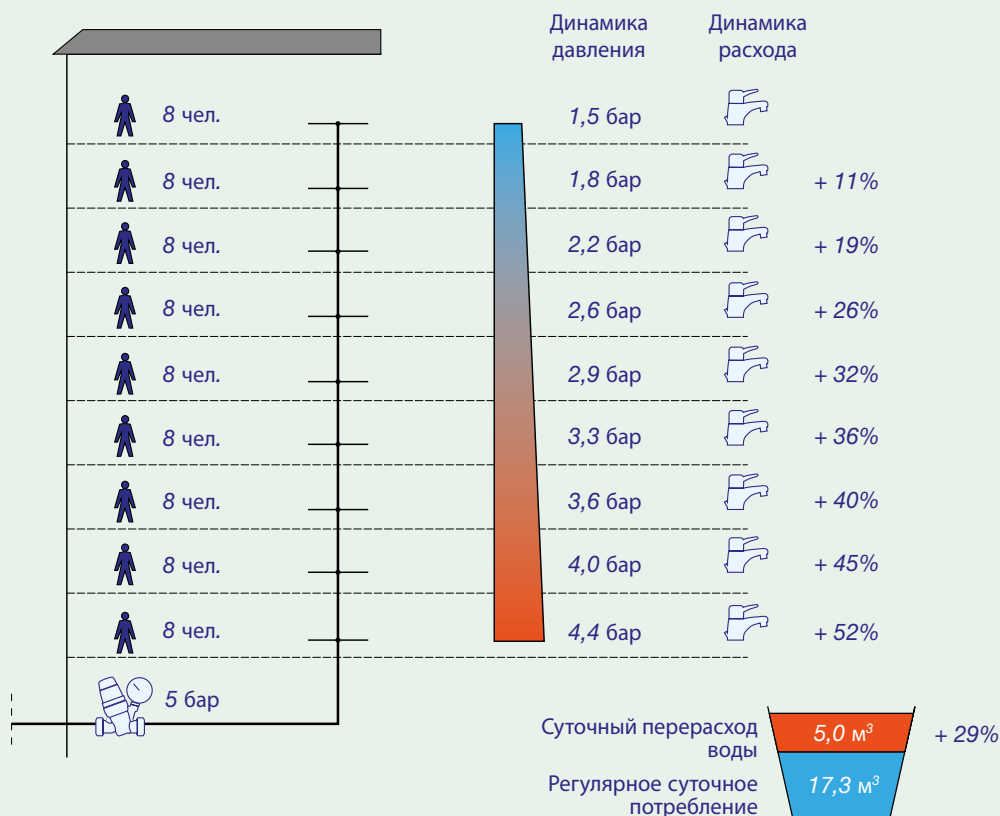
## Среднее суточное потребление воды на человека [литры]

санузел и душ	100
туалет	50
прачечная	30
мытьё посуды	25
варка еды	15
прочее (уборка)	20
<b>Итого в сутки</b>	<b>240</b>

Как мы видели на предыдущей странице, перерасход воды определяются потребностями, зависящими от времени, на которые, в свою очередь, влияет давление водоснабжения. В следующих случаях рассчитывается перерасход воды для разных типов установок.

В случае 1 представлен один распределительный стояк без редукторов давления и без устройств снижения потока на краны. В этой ситуации, по причине более высокого давления на нижних этажах, наблюдается среднее потребление питьевой воды на 29% больше, по сравнению с идеальным случаем, при котором все краны выдают расчётный расход.

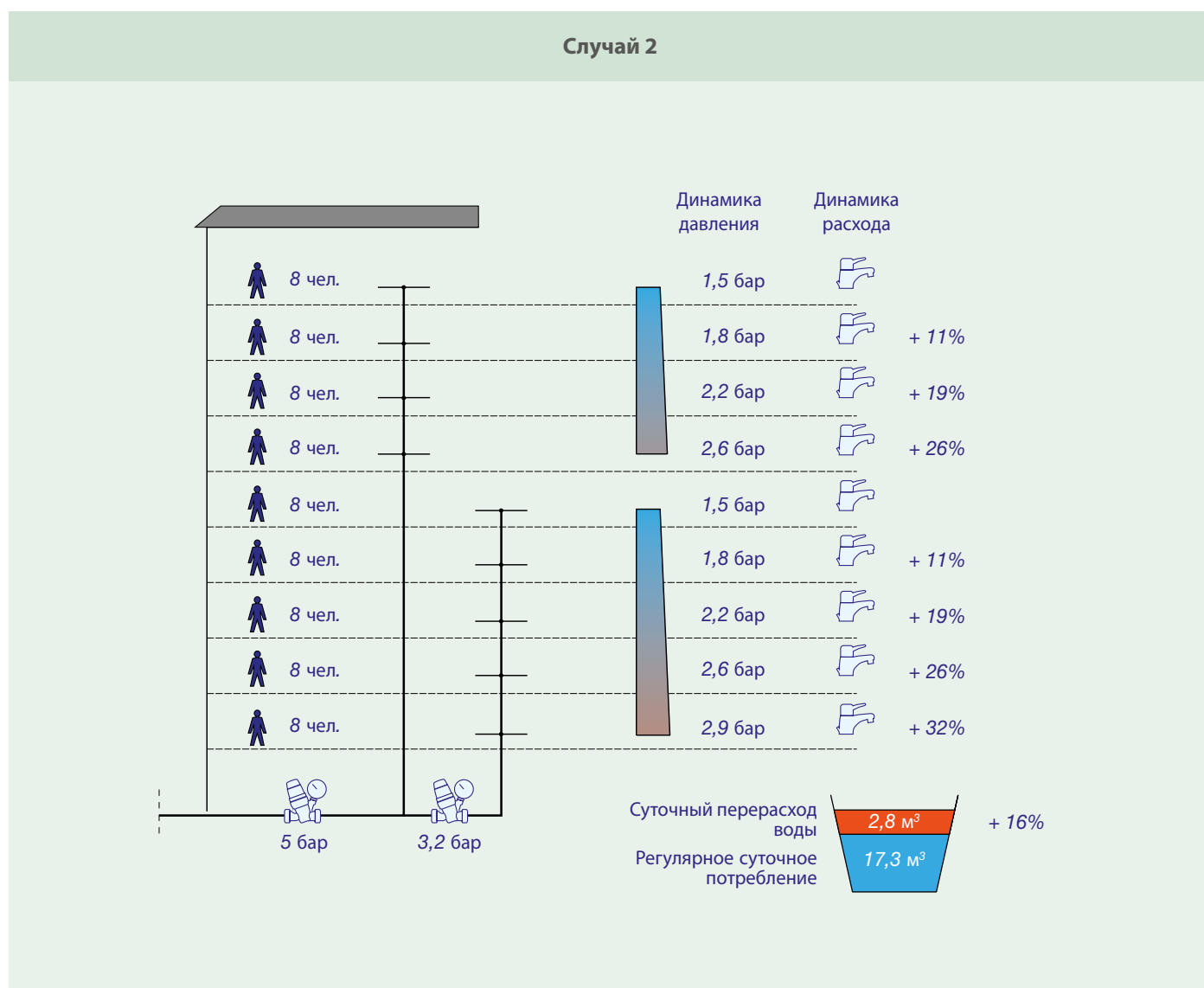
### Случай 1



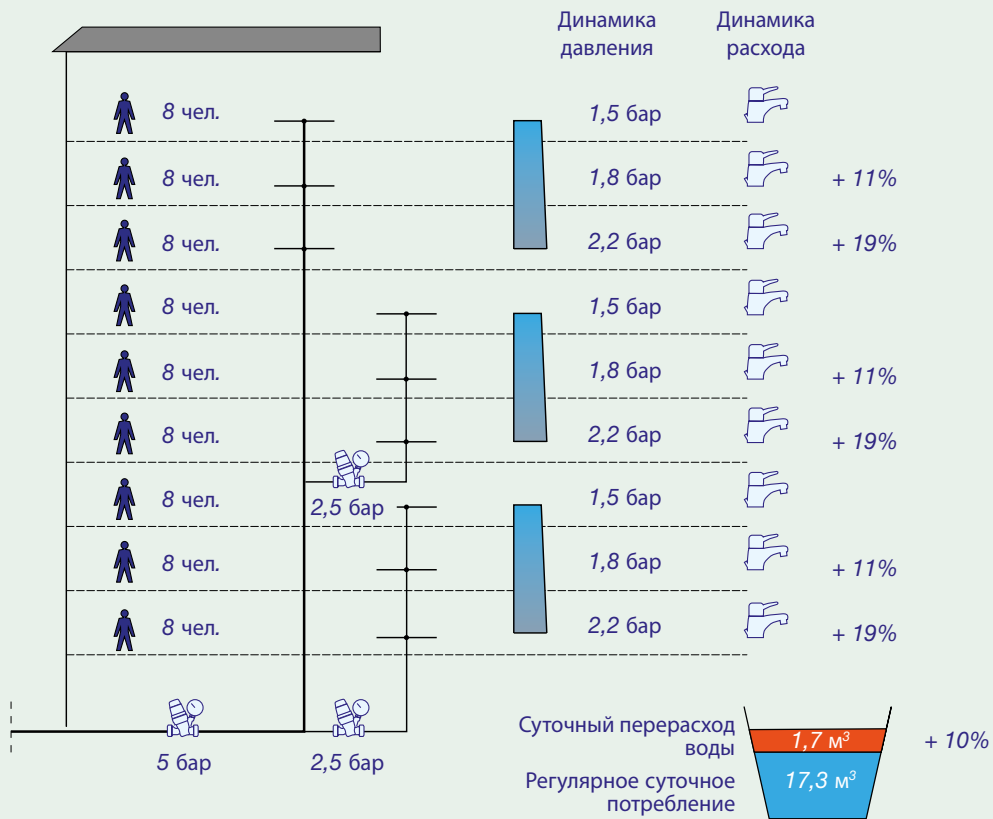
В случаях 2 и 3 рассматриваются две ситуации, где нужное давление поддерживается более постоянным, посредством использования нескольких стояков, с разным давлением. В **случае 2** приведена распределительная система на двух стояках: один из них обслуживает пять верхних этажей, а другой обслуживает остальные этажи. Как можно заметить по данным, приведённым на рисунке, лучшая регулировка давления по сравнению со случаем с одним стояком приводит к меньшим потребностям воды, но, в любом случае, превышающим на 16% идеальный случай.

В **случае 3** рассмотрена распределительная система на трёх стояках: в этом случае также можно заметить, как одинаковое давление в сети приводит к снижению увеличения потребления воды по сравнению с исходной ситуацией, где все краны работают на правильном расчётном расходе.

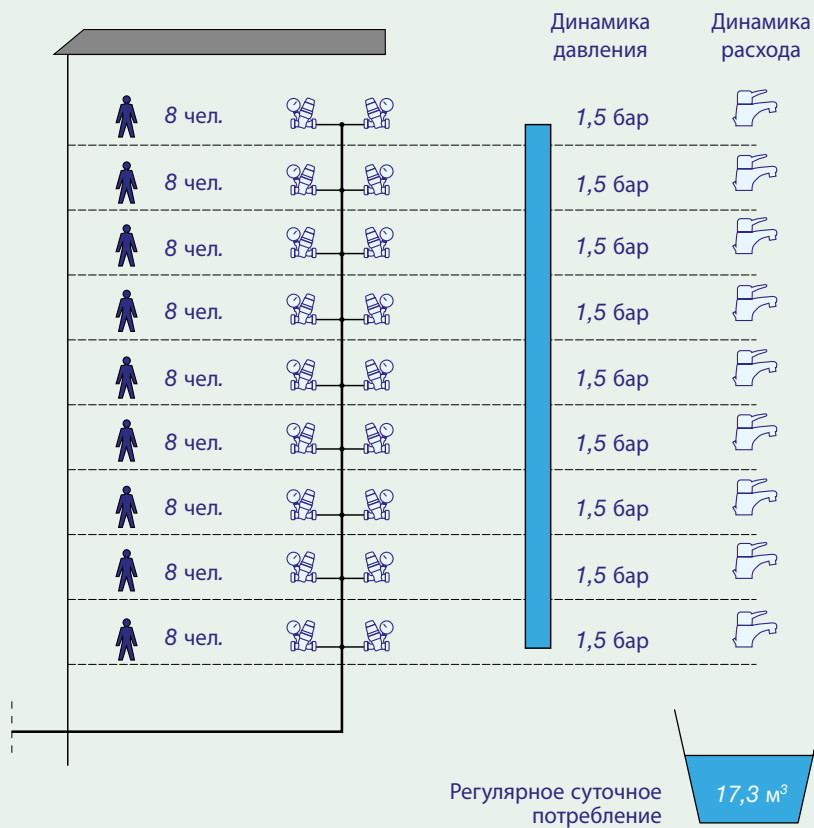
Наконец, в **случае 4** представлена распределительная система, состоящая из одного стояка и редукторов давления на каждом этаже. Это инженерное решение обеспечивает на каждом кране давление очень близкое к расчётному давлению и, следовательно, правильную скорость потока. Аналогичных результатов можно добиться с помощью клапанов для контроля потока, установленных на краны; необходимо, однако, учитывать, что контроль на входе расчётного давления оказывается более эффективным и безопасным по времени. Действительно, терминалы подачи воды могут быть заменены потребителями на другие, без регуляторов потока. Как мы кратко пытались проанализировать, проектирование сетей водоснабжения с **равномерным регулированием давления**, даже помимо обычных погрешностей хорошего режима работы, может привести к **существенной экономии потреблений питьевой воды**.



### Случай 3



### Случай 4



# Вспомогательное программное обеспечение для проектирования

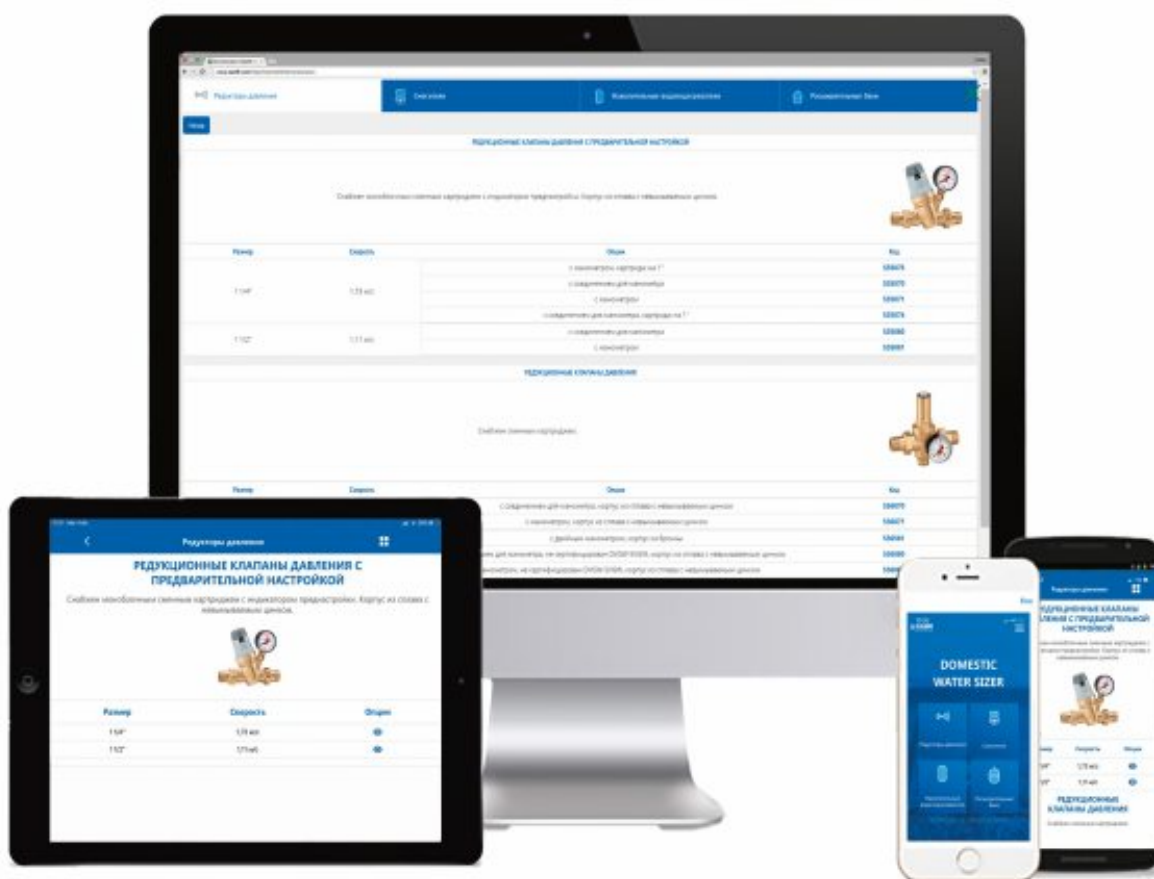
Caleffi всегда внимательное к требованиям проектировщиков, предлагает программное обеспечение для расчёта быстрым и правильным способом основных компонентов для систем водоснабжения.

При внесении соответствующих расчётных параметров, предлагаются изделия, совместимые с условиями использования. Приложение позволяет, кроме этого, сохранять отчёт проекта в формате PDF, содержащем внесённые данные, вычисленные данные и техническую документацию.

DOMESTIC WATER SIZER (КЛАССИФИКАТОР БЫТОВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ) позволяет рассчитывать быстрым и правильным способом основные компоненты для систем водоснабжения.

Можно рассчитать следующие компоненты: Редукторы давления, Смесители, Накопительные водоподогреватели и Расширительные баки.

Его можно использовать, как WEBAPP на нашем сайте или как мобильное приложение из APP STORE и GOOGLE PLAY.



Кроме этого, доступно программное обеспечение PIPE SIZER (КЛАССИФИКАТОР ТРУБ), оцифровка ТАБЛИЦ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУХА И ВОДЫ. Можно рассчитать трубопроводы для воздуха и воды или вычислить гидравлическое сопротивление уже известной сети.



Программное обеспечение расчёта доступно на **HYPERLINK "http://www.caleffi.com"** **www.caleffi.com, Apple Store и Google play.**



# РЕДУКТОР ДАВЛЕНИЯ ИМЯ СОВЕРШЕНСТВА



РЕДУКТОР ДАВЛЕНИЯ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ НАСТРОЙКОЙ, СО СЪЕМНЫМ КАРТРИДЖЕМ И КОРПУСОМ ИЗ СПЛАВА С НЕВЫМЫВАЕМОМ ЦИНКОМ «LOW LEAD», КОТОРЫЙ МОЖЕТ РАБОТАТЬ С ПОТОКАМИ ВОДЫ ДО 80° С С МАКСИМАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТЬЮ. CALEFFI СЕРИЯ 5350Н. ГАРАНТИРОВАНО CALEFFI.

