



ПОВЫШЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В КОММЕРЧЕСКИХ ЗДАНИЯХ

## ЭКОНОМЬТЕ ДО 33 % ЭНЕРГИИ

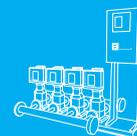
УЗНАЙТЕ, КАК МОЖНО СОКРАТИТЬ ЗАТРАТЫ ЭНЕРГИИ И ИЗДЕРЖКИ, ЭКСПЛУАТИРУЯ УСТАНОВКИ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В РЕЖИМЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗУЯ НЕСКОЛЬКО ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ В ОДНОЙ СИСТЕМЕ.



ПОЛНЫЙ  
КОНТРОЛЬ



СОКРАЩЕНИЕ  
ИЗДЕРЖЕК



33 %  
ЭКОНОМИИ  
ЭНЕРГИИ

**GRUNDFOS**  
**iSOLUTIONS** | A SMART SOLUTION  
FOR YOU

Возможность многозонного регулирования систем водоснабжения позволяет реализовать эффективную работу в условиях различных сценариев переменной нагрузки. В больших системах водоснабжения зачастую конечные потребители имеют различные требования в количестве воды и уровне давления. Возможно ли удовлетворить этим требованиям с помощью одной и той же установки повышения давления? Для достижения именно этой цели компания Grundfos разработала новое решение для многозонного регулирования давления.

*Подготовлено: Йенс Норгаард, руководитель направления, и Деннис Синдхольдт, специалист Grundfos по инженерным системам зданий, Решения для холодного водоснабжения.*

## Содержание

Дистанционные датчики в системе повышения давления воды .....	2
Общее понятие о пропорциональном давлении ..	5
Режим пропорционального давления в установке Hydro MPC .....	6
Интеграция установки Hydro MPC в систему управления зданием (BMS) .....	7

## **Вступление**

С помощью функции многозонного регулирования, внедрённой компанией Grundfos, можно осуществлять контроль одновременно за несколькими точками водоразбора. Данная функция позволяет установке обеспечивать достаточное давление для всех потребителей независимо от изменяющихся условий потребления в различных точках системы. Кроме того, компания Grundfos внедрила режим пропорционального давления для систем повышения давления воды. Пропорциональное регулирование давления фактически стало стандартом управления насосом в системах ОВК и имеет такие же преимущества для систем повышения давления воды. Эксплуатация установок в режиме пропорционального давления означает существенную экономию воды и энергии, а также более стабильное поддержание постоянного давления независимо от водопотребления.



*Система водоснабжения в здании.*

### **1. Дистанционные датчики в системе повышения давления воды**

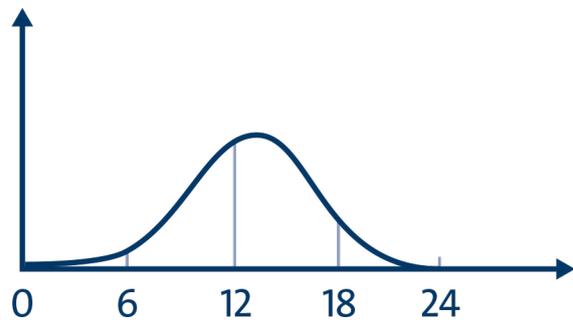
С помощью многозонного регулирования, можно контролировать водопотребление одного или одновременно нескольких потребителей. Данная функция позволяет установке адаптировать свою работу для создания требуемого уровня давления в соответствии с изменениями характера потребления.

#### **Смещение контрольной точки**

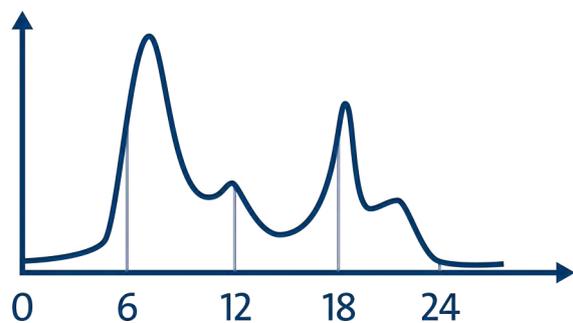
В зданиях с разветвленными системами водоснабжения, таких как аэропорт, сильно различаются профили потребления в различных точках.

- 1) Пиковое потребление для градирни приходится на периоды высокой температуры окружающей среды и работы систем кондиционирования с максимальной нагрузкой.
- 2) Пиковое водопотребление в гостинице аэропорта наблюдается в утреннее время.
- 3) Потребление воды для мойки самолётов непредсказуемо и может быть пиковым в любое время суток.
- 4) Обычное водопотребление в санузлах и ресторанах аэропорта относительно стабильно.

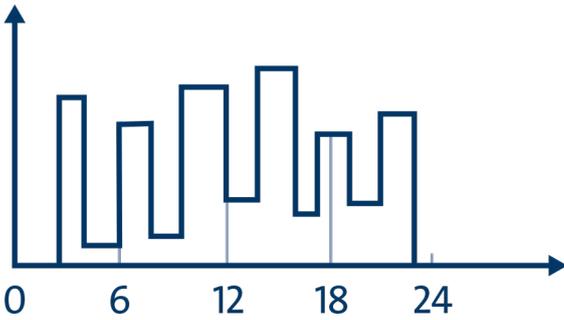
Установив отдельные дистанционные датчики давления для каждой зоны с потенциально высоким потреблением, можно отрегулировать давление воды в соответствии с потребностью независимо от её возможного местоположения.



1) Профиль потребления градирней



2) Профиль потребления гостиницей аэропорта



3) Профиль потребления воды для мойки самолётов

Контроллер установки отслеживает входные сигналы и регулирует производительность насосов в соответствии с тем датчиком, в зоне которого требуется повышение давления. Таким образом установка повышения давления отслеживает пиковое потребление, где бы оно ни возникло в любое время. А когда пиковое давление не требуется ввиду низкого потребления, установка повышения давления снизит производительность до уровня, необходимого для обеспечения минимального требуемого давления в контрольной точке.

#### Где находится контрольная точка

Во время проектирования крупных систем водоснабжения необходимо определить контрольную точку для корректного подбора установки повышения давления воды. Для этого требуется расчёт суммарных потерь давления системы, для которой учитываются статические и динамические потери в изгибах и на прямых участках трубопроводов, а так же других узлах системы. При наличии в системе нескольких мест, которые могут являться контрольной точкой, то во избежание выполнения множества расчётов возможно установить несколько дистанционных датчиков. Допустимо установить до шести датчиков в контрольных точках, которые могут быть расположены, например, в наивысших точках системы, у крупного потребителя или просто в самой дальней точке системы.



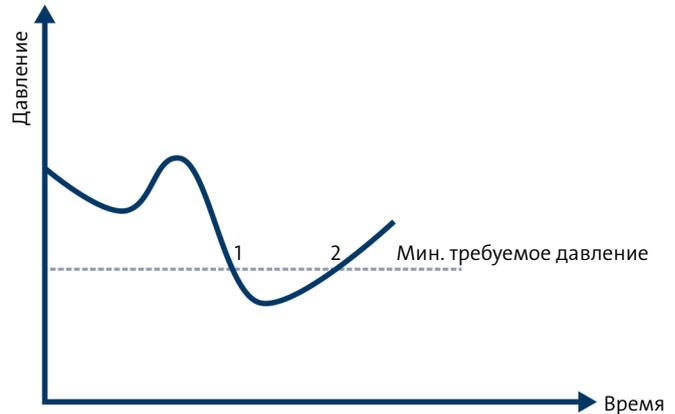
Пример коммерческого здания с широко разветвлённой системой водоснабжения. Может возникнуть трудность с определением контрольной точки, поэтому достаточно будет установить до шести датчиков давления, чтобы охватить всю систему.

#### Поддержание давления с помощью установки Hydro MPC

Перед запуском системы важно учитывать требования по поддержанию давления. Необходимо ли поддерживать минимальное и максимальное давление или требуется только поддержание минимального давления?

#### Поддержание минимального давления

В данном режиме установка поддерживает минимальное давление независимо от потребления воды. Если давление на одном или нескольких датчиках ниже требуемого заданного значения, установка повышения давления увеличивает производительность до тех пор, пока не будет превышено предельное минимальное значение на всех датчиках. Режим поддержания минимального давления также может применяться в системах с одним дистанционным датчиком или если датчик расположен на коллекторе установки.

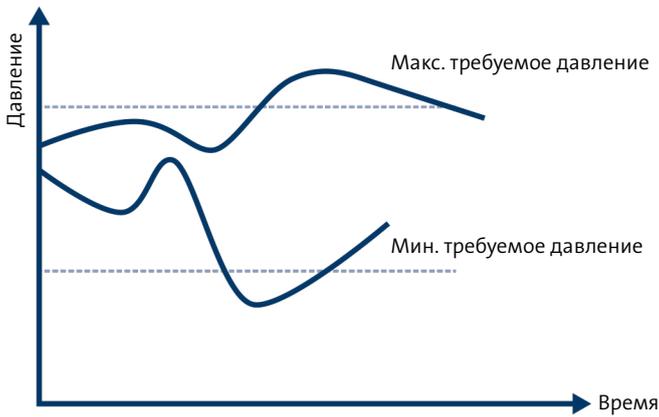


Если давление на одном или нескольких датчиках ниже требуемого заданного значения, установка повышения давления увеличивает производительность до тех пор, пока не будет превышено предельное значение на всех датчиках.

#### Поддержание минимального и максимального давления

Режим, в котором установка поддерживает минимальный и максимальный уровень давления независимо от потребления воды, называется «Режим приоритета». Данный режим управления применяется в системах с несколькими дистанционными датчиками и при необходимости поддержания минимального и максимального значений давления.

В этом случае может возникнуть ситуация, когда один датчик пытается увеличить производительность установки повышения давления, а другой датчик пытается уменьшить её. Поэтому необходимо определить приоритет датчиков во время ввода в эксплуатацию в зависимости от важности водопотребителей.



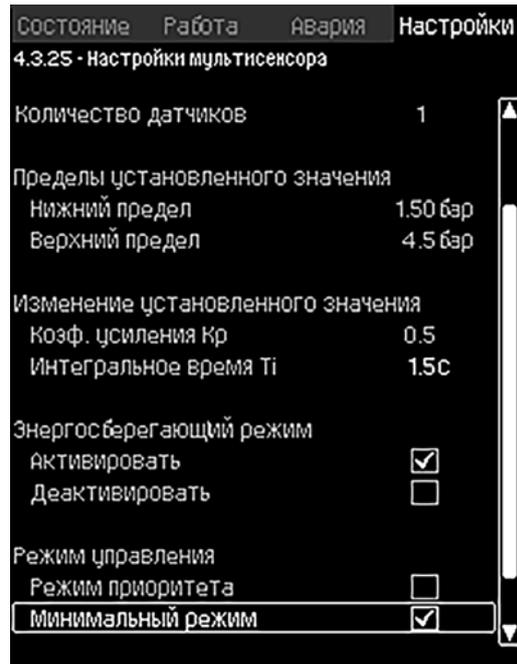
Режим приоритета может применяться в системах с несколькими дистанционными датчиками и при необходимости поддержания минимального и максимального значений давления.

### Настройка установки Hydro MPC

Экран контроллера установки Hydro MPC позволяет с лёгкостью настроить работу системы с несколькими датчиками.

Главное меню режима работы с несколькими датчиками:

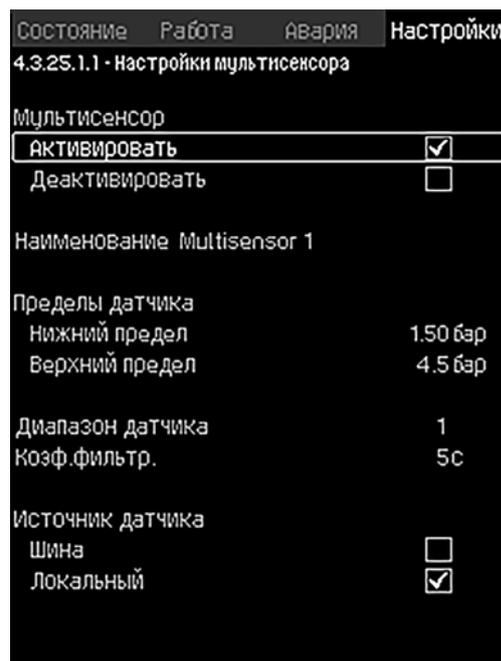
- Задайте количество датчиков. Можно задать максимум шесть дистанционных датчиков.
- Задайте пределы установленного значения. Это настройка общего диапазона давления, в пределах которого разрешается работа установки повышения давления. Данная настройка никогда не должна превышать номинальное давление любого компонента системы. Также необходимо учитывать значения рабочего давления предохранительных клапанов.
- При необходимости отрегулируйте параметры изменения установленного значения на основании расстояния до датчиков. Изучите инструкции в руководстве по монтажу и эксплуатации установки Hydro MPC.
- Выберите режим экономии энергии. Он обеспечивает регулярное снижение производительности установки при поддержании минимального требуемого уровня давления.
- Установите режим минимального давления или режим приоритета в качестве режима управления.



Главное меню режима работы с несколькими датчиками

Меню отдельного датчика:

- Включите или выключите отдельный датчик.
- Задайте имя датчика.
- Установите предельные значения отдельного датчика. Это требуемый диапазон давления, относящейся к потребителю, для которого установлен датчик.
- Установите приоритет датчика.
- Коэффициент фильтрации. Фильтрация измеренного значения, которая приводит к более устойчивому расчёту установленного значения.



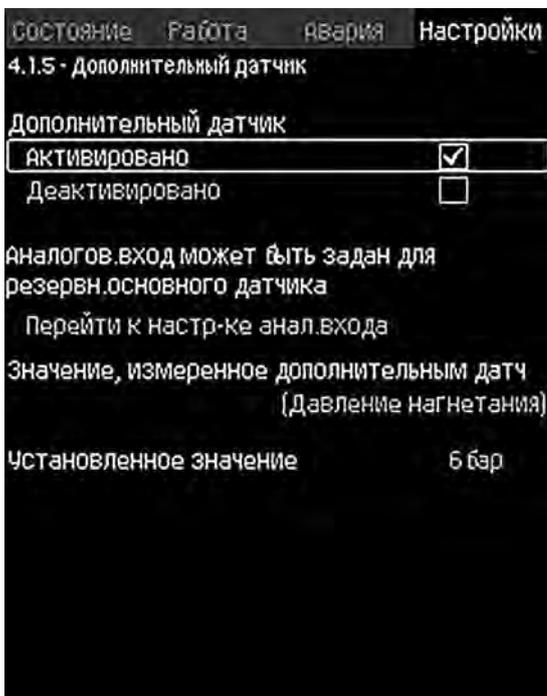
Меню настройки отдельного датчика.

### Контрольная точка известна

Если контрольная точка чётко определена и отсутствует отдельный крупный потребитель, то в данной точке можно установить один дистанционный датчик, действующий в качестве основного. При использовании внешнего датчика в контрольной точке давление будет гарантированно поддерживаться независимо от потребления и потерь.

### Вспомогательный датчик

Если сигнал датчика теряется из-за обрыва кабеля, неисправности датчика или плохого разъёма, установка повышения давления переключится на вспомогательный датчик, установленный на коллекторе установки повышения давления. Для использования данной функции необходимо настроить требуемое значение давления вспомогательного датчика. В данном меню при задании требуемого уровня давления (установленного значения) необходимо учитывать статический напор, а также динамические потери давления в системе. Эксплуатация установки повышения давления на основании вспомогательного датчика, установленного на коллекторе, всегда приводит к дополнительному энергопотреблению. Это происходит потому, что данный метод не позволяет компенсировать снижение динамических потерь при низком потреблении.



Меню настройки вспомогательного датчика.

## 2. Общее понятие пропорционального регулирования давления

В режиме пропорционального регулирования давление уменьшается при низком расходе и увеличивается при высоком расходе для компенсации динамических потерь на трение.

### Статические и динамические потери

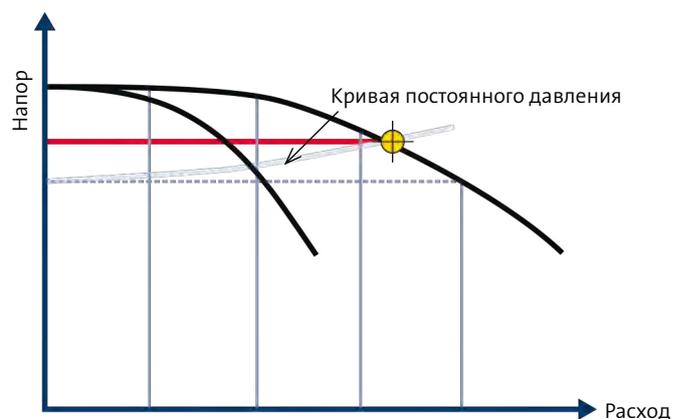
При подборе любого насоса повышения давления воды необходимо рассчитать статическую высоту и динамические потери. Статический напор определяется как высота от уровня нагнетательного отверстия насоса или установки повышения давления до самой высокой водоразборной точки в здании или зоне повышения давления. Другими словами, статический напор имеется всегда независимо от потребления воды. Динамические потери, напротив, зависят от расхода воды. Чем больше расход в системе, тем больше динамические потери в трубопроводах и фитингах. Общий напор, обеспечиваемый установкой повышения давления, должен преодолеть статическую высоту, динамические потери, а также избыточное давление в водоразборной точке.

### Напор воды в водоразборной точке

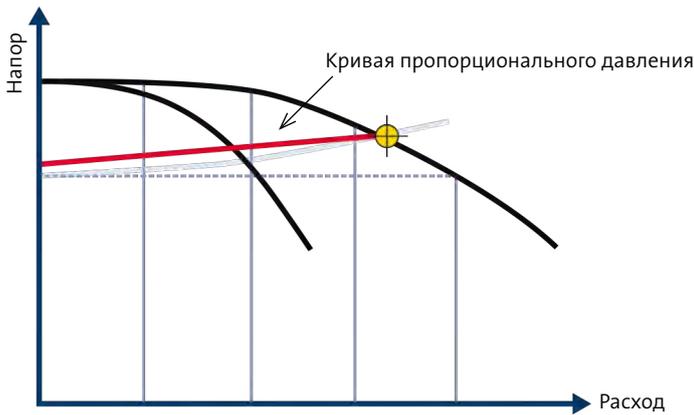
Достаточный напор воды является важным фактором для протока воды через открытую водоразборную точку – обычно оно составляет 1,5–2 бар. При этом значении давления вода выходит из водоразборной точки при достаточном расходе. Увеличение напора не приводит к повышению комфорта для потребителя – оно просто приводит к увеличению расхода воды и электроэнергии.

### Соотношение между статическими и динамическими потерями

Поскольку динамические потери в системах водоснабжения зачастую рассматриваются как незначительные, установки повышения давления воды эксплуатируются в режиме постоянного давления несмотря на то, что динамическое давление изменяется. Работа установки в режиме постоянного давления, например, в высотном здании с большим статическим напором, может казаться простым решением ввиду незначительных динамических потерь. Однако, в целях экономии, следует обратить внимание на режим пропорционального давления.

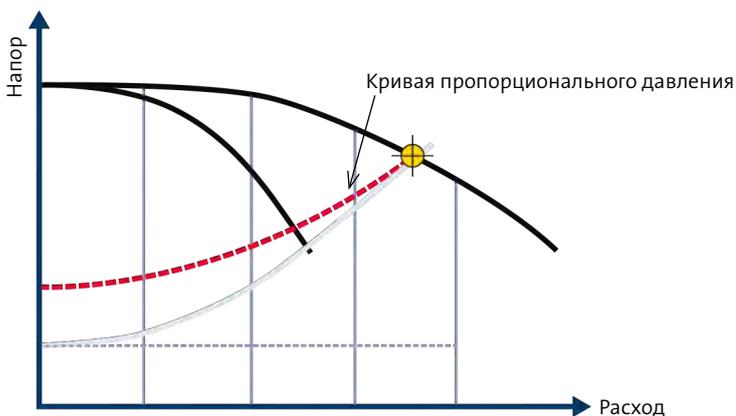


Динамические потери по сравнению со статической высотой напора могут казаться незначительными в высотных зданиях, но это совсем не так. Динамические потери являются причиной увеличения расходов на электроэнергию, так как установка работает в режиме постоянного давления в зависимости от расхода и динамических потерь.



В данном случае установка повышения давления настроена на режим пропорционального давления, означающий, что установка адаптируется к требуемому давлению.

Однако большинство коммерческих зданий не являются высотными, что означает снижение статических потерь, и во многих случаях соотношение динамических и статических потерь значительно меняется. Если динамические потери преобладают над статическими потерями, пропорциональное регулирование давление становится наиболее актуальным.



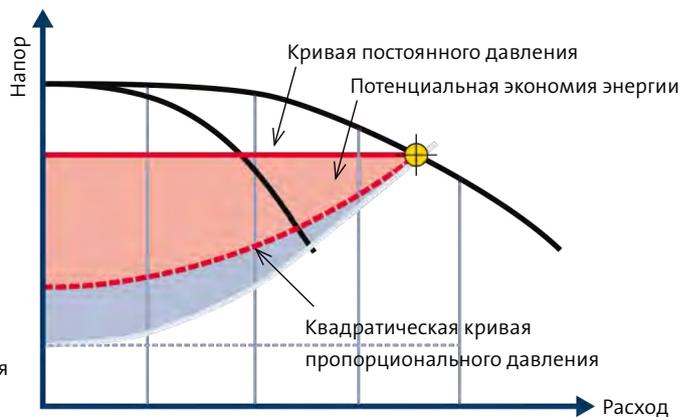
В данном примере динамические потери преобладают над статическими. Системы водоснабжения аэропорта – хороший пример, где пригодится режим пропорционального давления, так как это чаще всего здания с несколькими этажами, расположенные на больших расстояниях друг от друга.

### Режим пропорционального давления = постоянный расход воды

Системы водоснабжения, работающие в пропорциональном режиме, могут регулировать давление в соответствии с фактической потребностью. При уменьшении расхода в системе также пропорционально уменьшается давление. В данном случае напор воды в водоразборной точке приближен к постоянному, поэтому имеется только незначительный перерасход воды в условиях низкого расхода. Если установка эксплуатируется в режиме постоянного давления, избыточное давление будет увеличиваться по мере уменьшения потребления.

## 3. Режим пропорционального давления в установке Hydro MPC

Режим пропорционального давления является стандартной функцией в установке повышения давления Grundfos Hydro MPC и может также работать **без дистанционных датчиков в системе**. В этом случае контроллер работает на основании данных с датчика давления, расположенного на напорном коллекторе установки повышения давления. После того как контроллер настроен на процентное значение потери напора на трение и предпочтительный режим коррективы (линейный или квадратический), он автоматически регулирует напор для компенсации потерь на трение, наблюдаемых в системе.

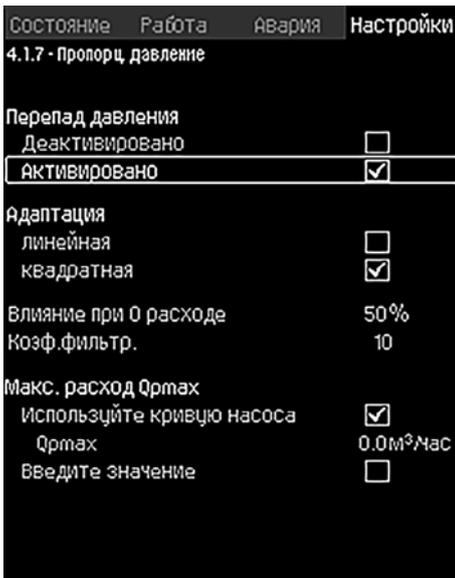


Установка Grundfos Hydro MPC может работать в двух разных режимах пропорционального давления: линейная коррективка в соответствии с динамическими потерями и квадратическая, которая имитирует реальные условия системы с помощью дистанционного датчика. Красная область показывает потенциальную экономию энергии, достигнутую в режиме квадратического пропорционального регулирования давления.

### Настройка режима пропорционального давления

Настройка режима пропорционального давления в установке Grundfos Hydro MPC не составляет большого труда. В пользовательском интерфейсе MPC вы можете контролировать производительность установки при любом расходе независимо от эксплуатации в линейном или квадратическом режиме.

Например, если требуемое давление составляет 25 бар при расчётном расходе, а требуемое давление при нулевом расходе составляет 15 бар, «влияние при нулевом расходе» должно рассчитываться следующим образом:  $100\% - (25 - 15) / 25 = 60\%$ . В данном случае установка повышения давления уменьшает свою производительность до 60% (равных 15 бар) требуемого давления при расчётном расходе. Однако всегда помните, что давление при нулевом расходе никогда не должно быть меньше статического давления + давление воды в водоразборной точке - минимальное давление на входе.



Меню настройки режима пропорционального давления установки Hydro MPC. Дополнительно можно задать максимальный расход. Данный параметр гарантирует, что расход в системе не превысит номинальный.

### Экономия благодаря режиму пропорционального давления

Для понимания давайте сравним два режима управления: режим постоянного давления и режим пропорционального давления на основании дистанционного датчика. Мы рассмотрим 90-метровое высотное коммерческое здание с расчётным расходом воды 35 м<sup>3</sup>/ч.



Коммерческое здание с соотношением статических и динамических потерь 50/50. Динамические потери рассчитаны на основании водопроводной трубы длиной 500 м с удельными потерями давления 450 Па/м плюс потери в узлах.

Система повышения давления воды в здании имеет следующие данные:

- Потери статического давления: 40 м вод. ст. или 390 кПа
- Динамические потери: 390 кПа
- Давление в водоразборной точке: 150 кПа
- Расчётный напор: 930 кПа
- Расчётный расход воды: 35 м<sup>3</sup>/ч

С помощью онлайн-инструмента Grundfos Product Center была подобрана установка Hydro MPC-E CRE20-6 с двумя насосами и рассчитано годовое энергопотребление. Эксплуатация насоса в режиме пропорционального давления обеспечивает годовую экономию электроэнергии 33% по сравнению с регулированием в режиме постоянного давления. При нулевом расходе производительность установки повышения давления может быть уменьшена до 58% (влияние при нулевом расходе) расчётного напора.

### Потребляемая мощность, кВт



При эксплуатации установки повышения давления в режиме пропорционального давления годовая экономия электроэнергии в данном случае составляет 33%, несколько не ухудшая комфорт для потребителя.

### Преимущества пропорционального регулирования давления

Есть несколько очевидных преимуществ пропорционального регулирования давления:

- Комфорт: в системе с пропорциональным регулированием давления установка подстраивает напор в соответствии с фактической потребностью. Поэтому потребитель будет иметь постоянное давление в водоразборной точке в нужный момент.
- Экономия воды: напор можно уменьшить до фактического требуемого значения, способствуя экономии воды.
- Экономия энергии: снижение давления в системе означает снижение расходов на электроэнергию.
- Уменьшение износа труб, фитингов, клапанов и насосов.

## 4. Интеграция установки Hydro MPC в систему управления зданием (BMS)

Установка Grundfos Hydro MPC легко интегрируется в систему управления зданием для оптимального контроля и дистанционного управления.

Инновационный модуль интерфейса связи (CIM) обеспечивает передачу данных по открытым и совместимым сетям на базис стандартов RS485 или Ethernet.

Модули связи Grundfos CIM/CIU просты в установке и вводе в эксплуатацию, удобны в использовании и экономически выгодны. Все модули основаны на стандартных функциональных профилях для простой интеграции в сеть и лёгкого понимания передаваемых данных.



Модули интерфейса связи (CIM) компании Grundfos обеспечивают передачу данных по всем актуальным промышленным протоколам связи.

Решение Grundfos поддерживает передачу данных в различных открытых и совместимых сетях, в том числе:

- LONworks
- PROFIBUS DP
- PROFINET
- Modbus RTU
- Modbus TCP
- BACnet MS/TP
- BACnet IP
- EtherNet/IP
- Сеть сотовой связи 3G/4G
- Grundfos iSOLUTIONS Cloud (обновлённая версия будет доступна в течение 2019 г.)



Компания Grundfos постоянно обновляет и расширяет ассортимент систем связи по промышленным протоколам.

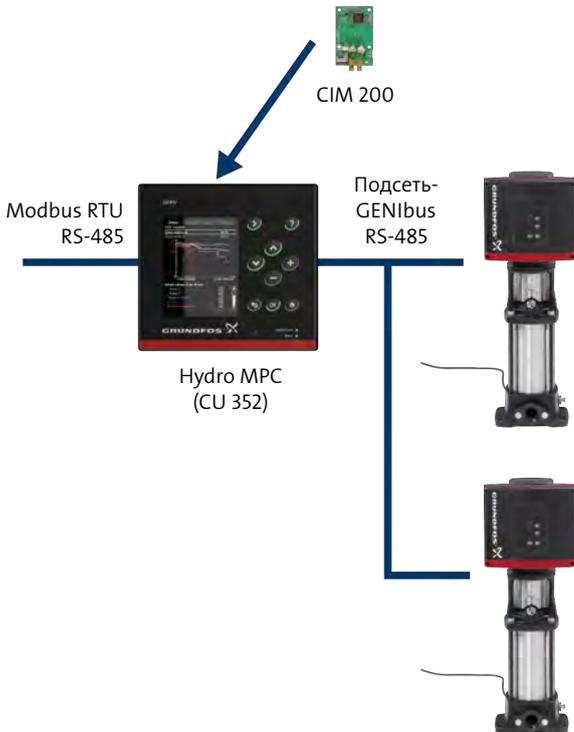


Пример установки Hydro MPC, подключённой к системе управления зданием (BMS).

Модуль связи Grundfos CIM обеспечивает передачу данных для различных целей, таких как:

- Дистанционный контроль установки повышения давления
- Получение предупреждений и аварийных сигналов
- Изменение режима работы

- Изменение установленного значения
- Изменение режима управления
- Частота вращения насоса
- Потребление электроэнергии



*Пример установки Hydro MPC, использующей протокол Modbus RTU. Модуль CIM установлен внутри контроллера.*

Вот некоторые примеры контроля и управления системой:

Команды:

- Включение/выключение системы
- Установка режима управления
- Изменение установленного значения
- Установка отдельных насосов в автоматический режим или режим выключения
- Сброс аварийных сигналов

Состояние системы:

- Фактическое установленное значение
- Значения на всех аналоговых входах
- Состояние на цифровом входе/выходе
- Потребляемая мощность
- Общее количество часов наработки
- Общее энергопотребление

Состояние отдельного насоса:

- Аварийные сигналы
- Время наработки
- Частота вращения насоса
- Ток сети
- Потребляемая мощность