

Тепловые насосы
воздух-вода:
эффективность и
модернизация систем



THE CALEFFI GREEN



**ЭТО НАШЕ СТАБИЛЬНОЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВО.
МЫСЛЬ, СПОСОБ СУЩЕСТВОВАНИЯ И ДЕЙСТВИЯ
ЭТО НАШ КОНКРЕТНЫЙ ВКЛАД
В ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ ПЕРЕХОД.**

Мы строим более ответственное будущее для удовлетворения требований **ЛЮДЕЙ** настоящего и будущего также с помощью **ПРОДУКЦИИ**, которая позволяет экономить ресурсы, и у которой есть цель – более устойчивый комфорт.

Чтобы обеспечить для жизни нужный климат и достичь положительного воздействия на **ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**.



ОТ РЕДАКЦИИ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОВОРОТ

Сегмент гидравлики всегда находится в моем ДНК. Мой отец был сантехником, и я являюсь таковым. После специализации в отоплении и вентиляции и диплома в Бизнес Администрировании, я стал частью одного из основных немецких предприятий, производителей арматуры, в качестве технического специалиста службы поддержки, а в дальнейшем став Бизнес Директором в экспортной сфере. В течение 21 года я работаю на Caleffi, как руководитель Отдела OEM (Original Equipment Manufacturer)(Производитель оригинального оборудования) и занимаюсь менеджментом производителей теплогенераторов и разработкой персонализированных решений и компонентов.

Благодаря моему длительному опыту в данном сегменте, я могу сказать со знанием дела, что мы живем в действительно исключительную эпоху! Иногда она напоминает наэлектризованную атмосферу золотой лихорадки.



Энергетический поворот в Европе и бум обновляемых источников энергии, в частности, применение тепловых насосов, как тепловых генераторов, фактически превосходят всяческие прогнозы.

И в ближайшие годы предполагается, что будут инвестированы миллионы, если не миллиарды, с целью удовлетворения предусмотренного спроса.

Caleffi, в качестве производителя и поставщика компонентов, является активной и неотъемлемой частью этого перехода, также как и вы, проектировщики и инсталляторы. Все мы стараемся изо всех сил. Мы в своевременной поставке на рынок продукции необходимой в данный момент большого спроса, вы – в проектировании и монтаже с высокой степенью профессионализма. Правительства также играют свою роль, оказывая поддержку гражданам с помощью специальных законодательных актов и стимулов.

Многочисленными, на мой взгляд, являются сходства между сегодняшним развитием рынка тепловых насосов и бумом термостатических клапанов, чему мы были свидетелями много лет назад, при распространении раздельного управления помещениями. В этом случае также велась речь об энергосбережении, но, прежде всего, об экономическом сбережении, благодаря снижению энергетических затрат.

Двигателем того времени был первый нефтяной кризис, а сегодня, к сожалению, им являются международные конфликты. Окружающая среда и климат, хотя и являются бесспорными бенефициарами обоих сценариев, не являются основными провоцирующими факторами.

В случае термостатических клапанов, экономическое сбережение было мгновенно очевидным для ограниченных инвестиций. А в случае тепловых насосов экономия будет восприниматься только в последующий момент, несмотря на значительные инвестиции.

Поэтому, очевидно, что ожидания для нашего сегмента будут большими. Огромными.

Мы должны быть в эпицентре развития событий. Как производители, проектировщики и инсталляторы, наши долгом является совместное продвижение этого энергетического поворота со всем нашим старанием, быть готовыми оказать важный вклад в защиту нашей Планеты.



Томас Хайзинг

Руководитель Отдела Продаж OEM Caleffi

Руководитель проекта:
Маттиа Томазони

Ответственный Редактор:
Фабрицио Гуидетти

Над этим номером работали:

- Алессиа Сольдарини
- Доменико Маццетти
- Матиа Томазони
- Ренцо Планка
- Симоне Паренцан
- Томас Хайзинг

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

Улица Приорова, д.30, кв.16
125130 – г.Москва –
Российская Федерация
Тел. +7 499 1560587
Моб. +7 985 9244237
Email: caleffirussia@gmail.com

СОДЕРЖАНИЕ

- 5 ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ВОЗДУХ-ВОДА:ЭФФЕКТИВНОСТЬ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ**
- 6 ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ**
- 6 ФАКТОРЫ, КОТОРЫЕ ВЛИЯЮТ НА ТЕПЛОПOTЕРИ ЗДАНИЯ**
- 10 ФАКТОРЫ, КОТОРЫЕ ВЛИЯЮТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ**
- 18 ПРИМЕНЕНИЕ РАДИАТОРОВ В СИСТЕМАХ НА ТЕПЛОМ НАСОСЕ**
- 20 ОТ КОТЛА К ТЕПЛОМУ НАСОСУ**
- 20 ГАЗОВЫЙ КОТЕЛ**
- 21 2029Г.: КОНЕЦ КОТЛОВ НА ИСКОПАЕМЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА?**
- 22 ТЕПЛОМ НАСОС**
- 32 ЗАЩИТА ТЕПЛОМО НАСОСА**
- 33 ГЛИКОЛЬ В ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**
- 35 ОСНОВНЫЕ УСТРОЙСТВА В КОНТУРАХ СИСТЕМ НА ТЕПЛОМ НАСОСЕ**
- 40 ИНЕРЦИОННЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ СЕРИИ 5485**
- 41 ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛЯ ОДНОГО ДОМА – ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ**
- 46 ОТ ПРОЕКТА ДО РЕАЛИЗАЦИИ**

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ВОЗДУХ-ВОДА: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ

Меры, принятые Государствами членами Европейского Союза (такие как, например, Налоговые Бонусы, обращенные на Строительство для Италии) и Директива EPBD («Energy Performance of Building Directive») («Директива по Энергоэффективности Зданий»), имеют в качестве цели реконструкцию парка недвижимости всего ЕЭС.

В настоящий конкретный исторический момент одним из наиболее распространенных вмешательств с целью улучшения энергетических характеристик зданий является замена котла (будь он еще традиционным или уже конденсационным) на тепловой насос.

Таким образом, использование теплового насоса становится центральным, несмотря на то, что его технология известна уже много лет. В номере журнала **Гидравлика 33** (декабрь 2007г.) мы рассматривали именно эту тему. В тот период использование теплового насоса было нужно для соблюдения обязательства по использованию альтернативных энергий для «покрытия, как минимум, 50% годовой потребности первичной энергии, необходимой для производства горячей санитарной воды (согласно Законодательному Декрету № 192)».

Несколько лет спустя, номер журнала **Гидравлика 38** был нацелен только на системы на геотермальных ТН. Причина, в силу которой, на протяжении нескольких лет, мы вернулись к рассмотрению этих систем, возникла, благодаря крупному развитию, которое произошло за этот период времени, у их основных компонентов.

В 2012г. вступает в силу Законодательный Декрет 28, который обязывает покрывать 20% общей тепловой потребности- и не только первичной энергии необходимой для производства горячей санитарной воды – которая впоследствии увеличится, в 2017г., до 50%. Такие значения, намного более высокие, чем те, которые требовались до того момента, приводят к использованию решений, которые предусматривают использование двух источников энергии, в частности, котлов и тепловых насосов воздух-вода. Гибридные решения, о которых рассказывала Caleffi в номере журнала **Гидравлика 41**, начинают представлять важный шаг в направлении самого эффективного использования доступных ресурсов.

Наконец, в декабре 2012г., в номере журнала **Гидравлика 61**, мы снова столкнулись с темой ТН, поскольку, вследствие «Волны реновации», делается ставка на глубокое энергетическое

обновление более 35 миллионов зданий до 2030г. в Европе. В настоящий момент мы занялись, прежде всего, преимуществами и недостатками разных типов тепловых насосов, и попытались ответить на вопрос «Но когда же действительно стоит устанавливать тепловой насос?»

В первой части этого **нового номера журнала «Гидравлика»** мы подробно обсудим факторы, которые влияют на теплопотери здания и эффективность систем. Мы представим некоторые решения, которые нужно принять, для максимального увеличения производительности систем на ТН воздух-вода и проиллюстрируем основную разницу эксплуатационных характеристик.

Модернизация системы от котла до ТН будет предметом второй части журнала, в которой мы представим два конкретных примера, полезных для выделения основных компонентов, а именно, перепускного клапана, инерционного бака, магнитного фильтра-грязеуловителя.

И наконец, в третьей части мы рассмотрим энергоэффективность небольшой виллы на одну семью, очень распространенный тип в итальянском строительном наследии, которое является в эти годы предметом энергетической реконструкции.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ

Инж. Маттиа Томазони

Во время зимнего периода температурно-влажностный режим здания обеспечивается поддержанием температуры в помещениях в рамках определенного диапазона (18 - 20°C).

Такая температура может поддерживаться, если баланс между излучаемым теплом и рассеянным теплом находится в равновесии, на самом деле, при излучениях тепла ниже теплотерь возникает снижение внутренней температуры.

Коэффициентом, который часто учитывают в меньшей степени в энергетических расчетах, является система, не столько из-за типа её основных компонентов, таких как, генератор, распределительная сеть и отопительные приборы, а из-за того, как она фактически рассчитана и отрегулирована.

Ради простоты расчета и стандартизации процедур программное обеспечение, используемое для определения потребления энергии зданий и, поэтому, соответствующих энергетических рейтингов, не вдается в суть аспектов подробного проектирования и, прежде всего, правильного управления системами. Данные подходы к расчету часто приводят к отклонениям, даже значительным, между расчетным и реальным энергопотреблением зданий

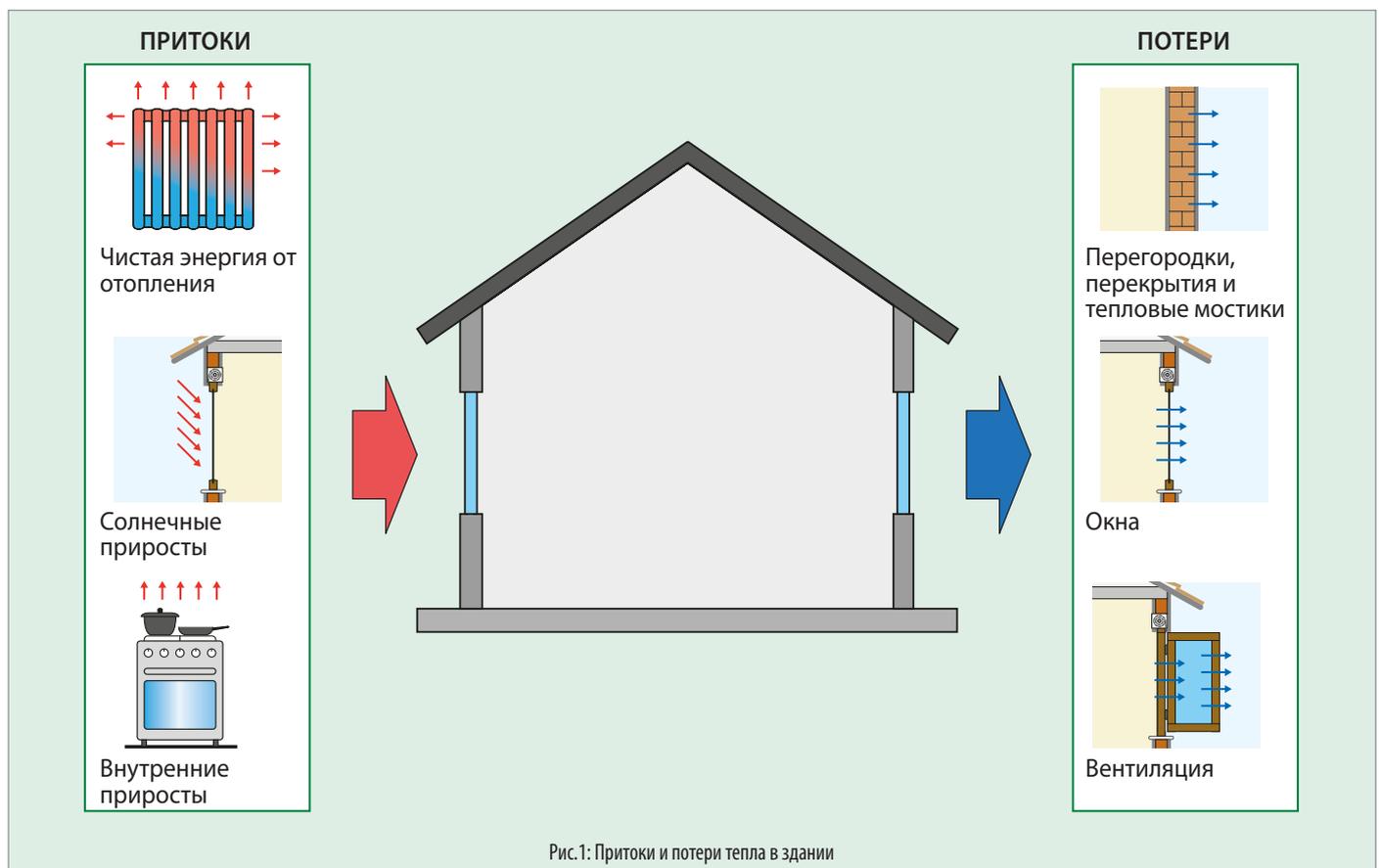
ФАКТОРЫ, КОТОРЫЕ ВЛИЯЮТ НА ТЕПЛОПТЕРИ ЗДАНИЯ

На теплотери отапливаемого здания главным образом оказывают влияние:

- теплотери через непрозрачный корпус (стены, кровлю, напольные покрытия, сопредельные с холодными помещениями или наружной средой);
- теплотери через оконные элементы;
- теплотери из-за вентиляции (естественной или принудительной);

А излучения тепла (или внутренние приросты) обеспечиваются:

- рассеянным теплом от осветительных приборов и электробытовых приборов;
- теплом, исходящим от находящихся в помещении людей (внутренние приросты);
- теплом, вносимым от излучения через остекленные поверхности (солнечные приросты);
- теплом, вносимым от вентиляционно-отопительных систем помещений.



МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОПOTЕРЬ

Для расчета максимальной мощности необходимой для отопления можно воспользоваться двумя методами:

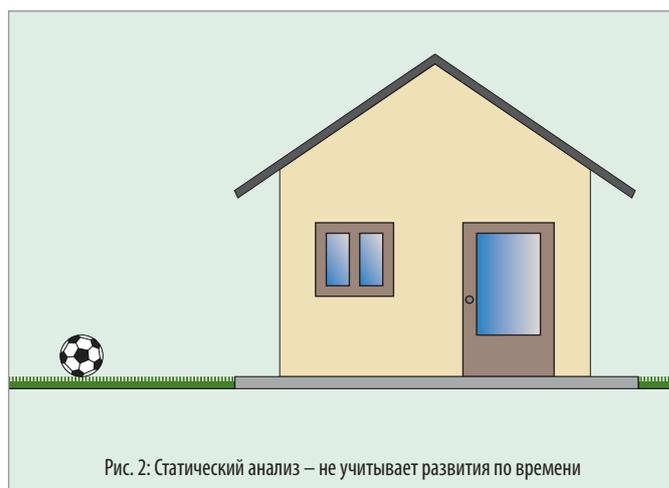
1. **Статическим расчетом.**
2. **Динамическим расчетом.**

Статический расчет заключается в «фотографировании» здания при условиях максимальных теплопотерь. Иными словами, учитывается минимальная расчетная температура наружного воздуха и на её основе рассчитываются теплопотери здания. В зависимости от этого значения рассчитывается максимальная тепловая мощность системы. В этом случае невозможно учитывать бесплатные притоки тепла от систем электроснабжения, степени заполнения людьми помещений или излучения, поскольку они сильно прерывисты.

Динамический расчет, в отличие от статического, учитывает тепловой баланс здания в его временном развитии. Иными словами, учитывается способность, которую имеет здание, накапливать и выделять тепло внутри помещений, и, таким образом, ослаблять воздействие, которое оказывают притоки и потери тепла на внутреннее помещения.

Например, если здание отапливалось и накопило тепло внутри стен и предметов интерьера, увеличение потерь тепла приведет к выделению тепла во внутренний воздух помещений, ослабляя перепад его тепла.

В итоге, статический метод ограничивается анализом в отдельный момент времени, а динамический метод учитывает все развитие явления. По этой причине первый метод, который, в любом случае, имеет преимущество быть намного более простым, является ограниченным по сравнению со вторым методом.



Статический анализ можно сравнить с фотографией футбольного мяча на поле (Рис.2) Она нам показывает положение мяча в момент съемки, но ничто не указывает нам на его дальнейшее перемещение. Из анализа же кадров, предшествующих съемке, было бы легко предвидеть перемещение мяча: это цель динамического анализа (Рис. 3).

Возвращаясь к теплопотерям здания, динамический анализ, в условиях большой сложности вычислений, может быть преимущественным, поскольку может предоставить полезную информацию по отношению к способу, при котором инерция здания влияет на изменение внутренней температуры.

Это полезно, прежде всего:

1. **при расчете пиковой мощности здания;**
2. **при расчете коэффициента накопления или при оценке, насколько здание можно использовать как «накопитель тепла»**

ПИКОВАЯ МОЩНОСТЬ

Теплопотери здания в наихудших условиях наружной температуры используются для определения максимальной или пиковой мощности теплогенератора. Этот расчет является основой статического вычисления; а динамический расчет учитывает развитие внутренней температуры при изменении наружной температуры на основании способности, которой обладает жилое помещение, накапливать тепло и то есть его теплоемкости.

Обычно теплоемкость выражается как количество тепла, которое тело способно накопить или выделить при изменении температуры на один градус Цельсия; для материалов она измеряется на единицу массы. Для жилых помещений, для которых можно более быстро узнать рассеивающую площадь, она выражается на единицу площади и обозначается «теплоемкость воздуха», а ее единицей измерения является [кДж/м² К].

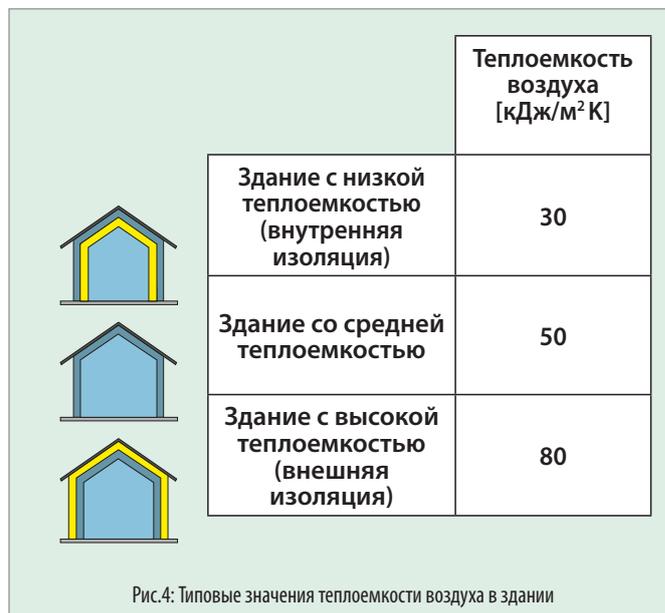
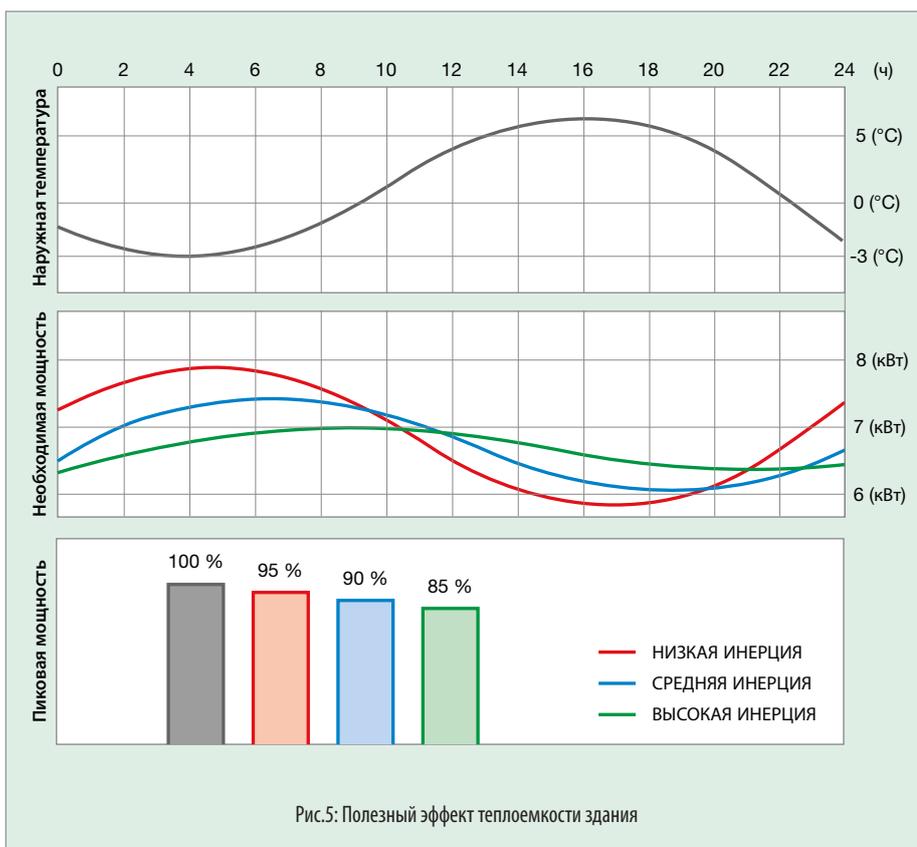


Рис.4: Типовые значения теплоемкости воздуха в здании



Чем больше теплоемкость здания, тем больше будет его способность накапливать и выделять тепло при изменении наружной температуры, ослабляя ее воздействия. Иными словами, теплоемкость работает как тепловой амортизатор.

Полезный эффект, которым можно воспользоваться при расчете пиковой мощности, резюмирован на Рис.5, где имитируется эффект мощности необходимой для отопления здания при изменении теплоемкости.

Расчет пиковой мощности на динамической модели оказывается значительно полезным в системах на тепловом насосе. В отличие от котлов, у этих генераторов совершенно иная производительность при изменении нагрузки, по сравнению с номинальной. Тепловой насос, рассчитанный с избытком по отношению к реальным потребностям, будет иметь меньший КПД при соответствующих больших затратах на управление, затратах, которые должны суммироваться с большой закупочной стоимостью генератора более крупной модели.

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА НАКОПЛЕНИЯ

Как было предварительно сказано ранее, можно использовать здания с высокой тепловой инерцией как настоящие накопители энергии.

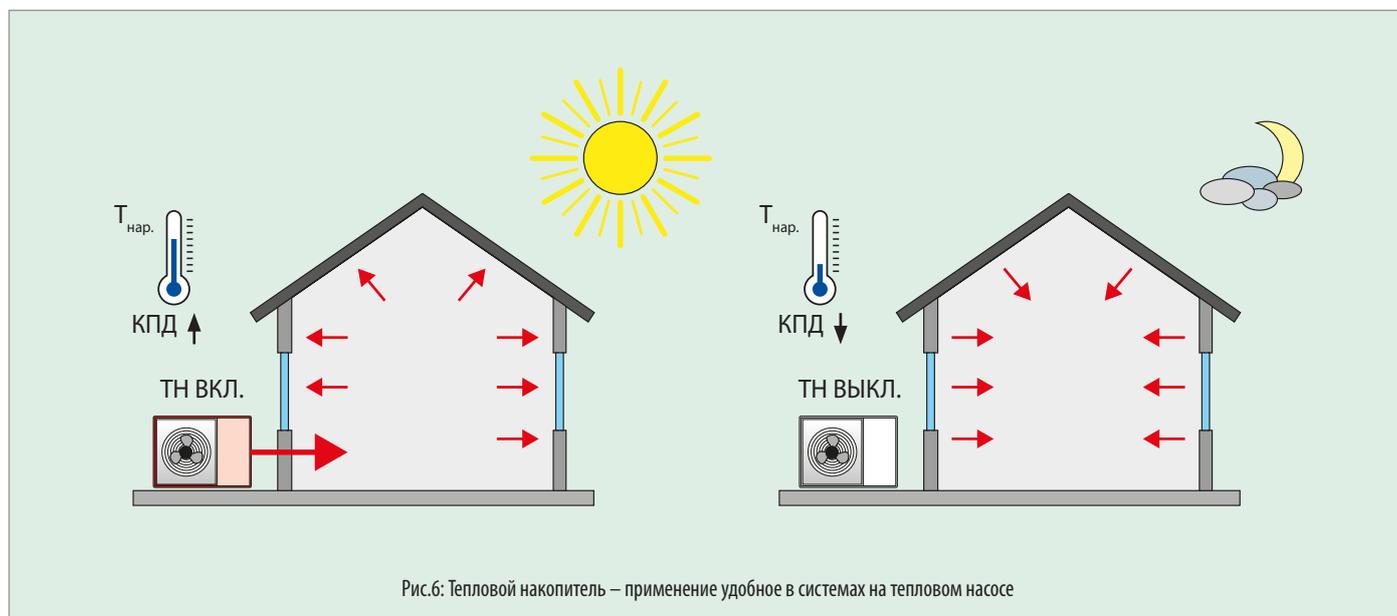
Бесплатные притоки тепла, такие как, например, солнечное излучение, которые возникают во время обычной эксплуатации жилого помещения, можно накапливать в дневное время и удобно использовать в вечернее время, когда наружная температура снижается.

И напротив, в здании с низкой тепловой инерцией, солнечное излучение может привести к избыточной температуре помещений в дневное время и к повторяющемуся снижению температуры, как только этот приток будет исчезать. Снижение температуры требует компенсации от системы отопления с последующим

большим потреблением по сравнению с примером здания с высокой тепловой инерцией.

Высокой тепловой инерцией можно удобно воспользоваться для улучшения эффективности систем на тепловом насосе, на КПД которых оказывает сильное влияние температура наружного воздуха. Значения КПД можно улучшить, заставляя работать эти генераторы как можно больше в дневное время суток, из-за более высокой наружной температуры, предоставляя возможность накопления тепла и последующего его выделения в ночное время суток.

Если, кроме системы на тепловом насосе, здание снабжено фотоэлектрической системой, стратегия управления, только что проиллюстрированная, будет еще более эффективной.



	СТАТИЧЕСКИЙ МЕТОД		ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД	
Скорость расчета	ВЫСОКАЯ			НИЗКАЯ
Расчет пиковой мощности		ПРИЕМЛЕМЫЙ	ТОЧНЫЙ	
Оценка бесплатных притоков		ПРИЕМЛЕМЫЙ	ТОЧНЫЙ	

Таблица 1: Сравнение статического метода и динамического метода

ФАКТОРЫ, КОТОРЫЕ ВЛИЯЮТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ

Факторов, которые влияют на энергопотребление зданий, два:

- 1. эксплуатационные характеристики корпуса:** определяется тем, сколько тепла ему удастся удержать и накопить, насколько он использует солнечное излучение и его воздухопроницаемость;
- 2. тип и эффективность систем:** то есть, с какой эффективностью системы преобразуют и передают тепло от первичных источников внутрь зданий.

О первом аспекте было предварительно сказано в предыдущей главе, с особой ссылкой на способность корпусов накапливать тепло и каким образом этот фактор можно выгодно использовать для расчета и улучшения эффективности систем.

Второй пункт, который мы будем развивать в последующих параграфах, показывает, что существуют существенные отличия между изменением эффективности, которое может быть у традиционного генератора (такого как газовый котел), по сравнению с тепловым насосом воздух-вода. В частности, мы увидим, как неправильная регулировка или ошибочный расчет могут оказывать более ощутимое воздействие на генераторы на тепловом насосе по сравнению с традиционными системами.

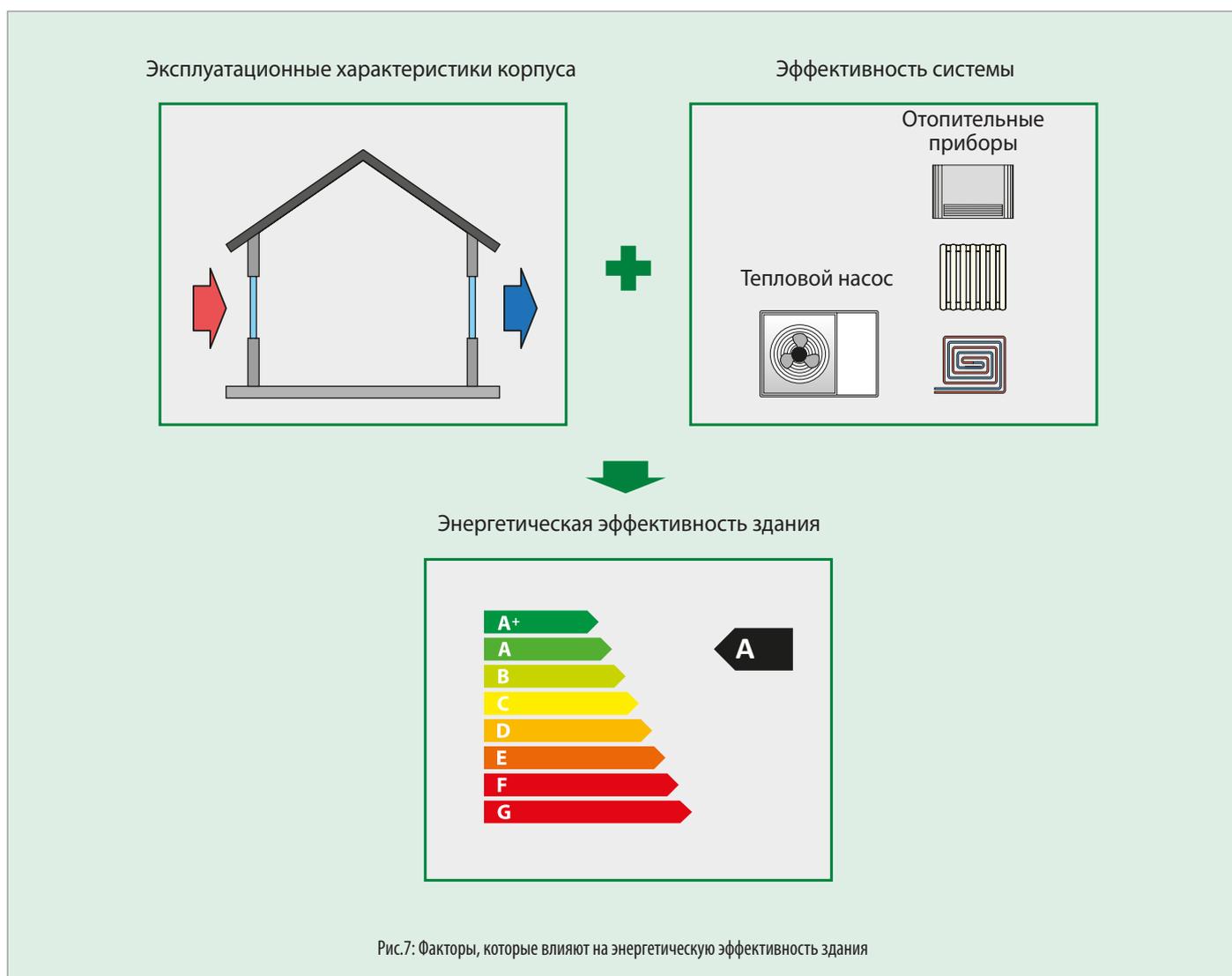


Рис.7: Факторы, которые влияют на энергетическую эффективность здания

КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ КОНДЕНСАЦИОННЫХ КОТЛОВ

Топливные тепловые генераторы, среди которых также газовые котлы, были среди первых, которые разрабатывались и применялись. По этой причине они обладают технологической зрелостью, которая обеспечивает очень высокие и стабильные КПД, широкие поля модуляции, объединенные с высокой степенью надежности. В частности, на КПД газового конденсационного котла оказывают существенное влияние два основных фактора:

- температура обратки;
- процентное отношение нагрузки.



Рис.8: Факторы, которые влияют на КПД конденсационного котла

В конденсационных котлах температура обратки влияет на количество пара, сконденсированного генератором, и, следовательно, на долю восстанавливаемого скрытого тепла. Известно, что для увеличения КПД этих агрегатов, необходимо проектировать системы с как можно более низкой температурой на обратке. Однако, если мы проанализируем тренд кривых КПД при изменении температуры обратки, как тот, что приведен на Рис.9, мы можем заметить, как КПД может изменяться в диапазоне примерно 10 процентных пунктов по сравнению с максимально достижимым значением.

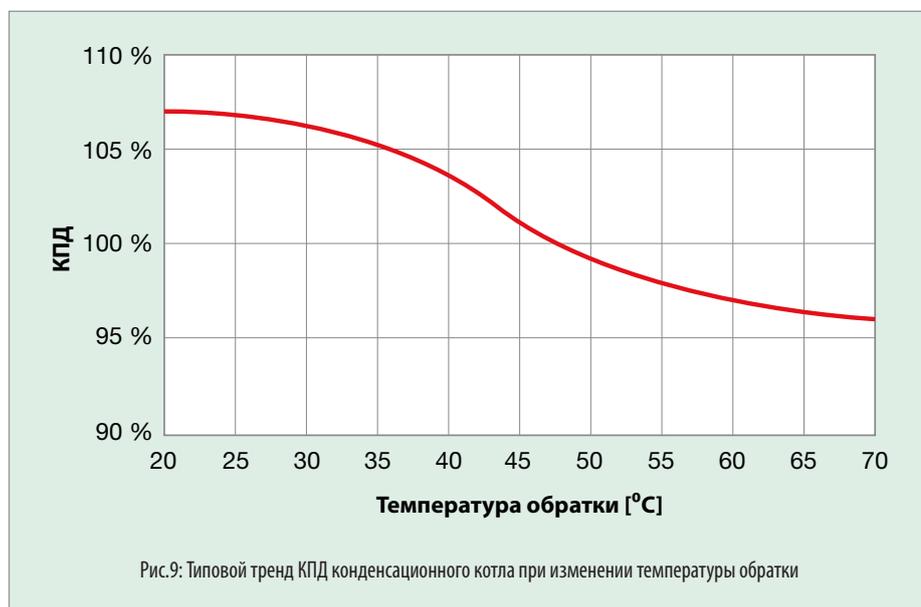


Рис.9: Типовой тренд КПД конденсационного котла при изменении температуры обратки

Если в том же ключе проанализировать, как изменяется КПД по сравнению с изменением нагрузки (см. Таблицу 2), можно догадаться, как этот коэффициент, для генераторов бытового назначения, будет оказывать влияние максимум на 2-3 процентных пункта.

Другим очень важным аспектом является поле модуляции этих генераторов, которое оказывается очень широким при минимальной излучаемой мощности ниже на 10%, чем номинальная мощность.

$T_{\text{обратки}}$	η [%] при $P_{\text{МИН.}}$	η [%] при $P_{\text{МАКС.}}$
60 °C	95,5	97,5
40 °C	107	107,5

Таблица 2: Типовое изменение КПД конденсационного котла при изменении излучаемой мощности

Поэтому, газовые котлы являются агрегатами, которые меняют свою производительность при изменении температуры обратки и нагрузки, в интервале 12-15%.

МЕРЫ ПО МАКСИМАЛЬНОМУ УВЕЛИЧЕНИЮ КПД СИСТЕМ С КОНДЕНСАЦИОННЫМИ КОТЛАМИ

Как и для всех систем, меры необходимые для максимального увеличения КПД можно подразделить на две категории:

- вмешательства проектного типа, которые приводят к правильному подбору генератора, распределительных систем и отопительных приборов;
- вмешательства управленческого типа, которые предполагают правильную регулировку и способ эксплуатации систем.

ПРОЕКТНЫЕ МЕРЫ

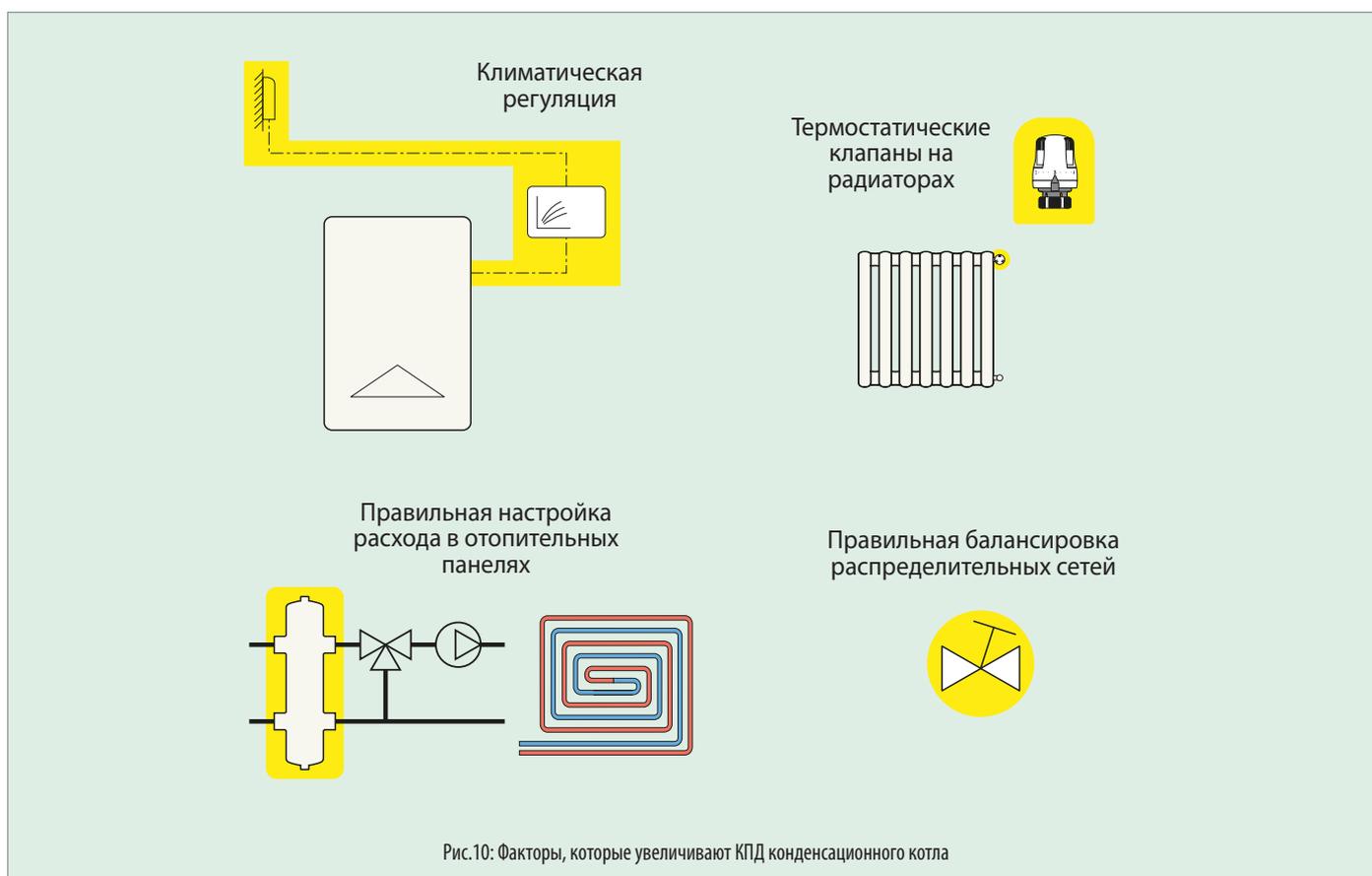
Для систем, снабженных конденсационным котлом, проектные меры заключаются в расчете генератора с мощностью адекватной нагрузке, избегая избыточного расчета. Кроме этого, необходимо уделить особое внимание правильному подбору распределительной системы и отопительных приборов, чтобы минимизировать температуру обратки в котел. Проектными решениями, которые удовлетворяют данное условие, могут быть:

- выбор отопительных систем, работающих на низкой температуре;
- проектирование радиаторных систем, которые обеспечивают низкую среднюю температуру (50-55°C);
- расчет систем на радиаторах, работающих на высоких перепадах температуры;
- выбор термостатических клапанов на радиаторах.

МЕРЫ ПО УПРАВЛЕНИЮ

Вмешательства на уровне регулирования, которые обеспечивают наилучшую производительность для этих типов теплового генератора, следующие:

- регулировка по температуре подачи климатического типа;
- регулировка температуры и правильного расхода в первичном контуре отопительных панелей;
- правильная настройка термостатических клапанов на минимальное значение, которое обеспечивает температурно-влажностный режим;
- правильная балансировка распределительных сетей.



КПД ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ВОЗДУХ-ВОДА

На КПД тепловых насосов воздух-вода преобладающим образом влияют 4 фактора:

1. температура наружного воздуха;
2. температура подачи;
3. размораживания;
4. коэффициент нагрузки.

Первые два фактора, называемые также температурой горячего источника и температурой холодного источника, непосредственно влияют на коэффициент производительности (COP) теплового насоса и обладают трендом, как показано на графике Рис.12



Рис.11: Факторы, которые влияют на КПД теплового насоса

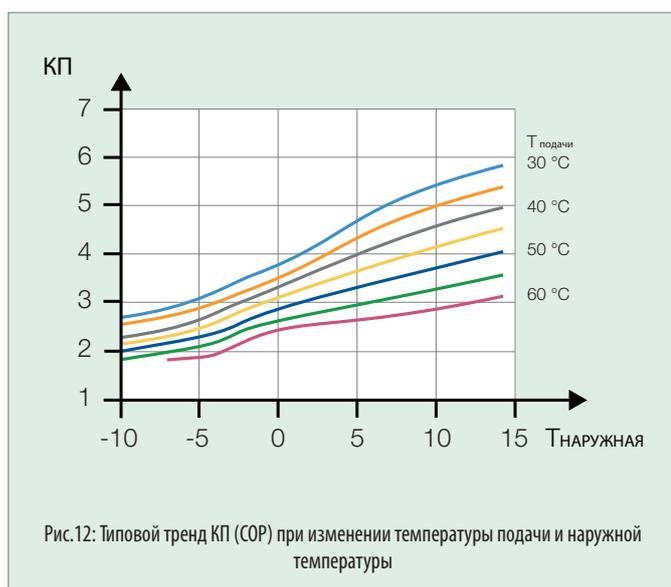


Рис.12: Типовой тренд КП (COP) при изменении температуры подачи и наружной температуры

Размораживание необходимо для тепловых насосов для освобождения теплообменников испарителя от возможных образований льда (инея), которые могут возникать от замерзания водяного пара содержащегося в воздухе. Такое явление зависит от температуры и от относительной влажности воздуха и представляет пик в соответствии с воздухом с относительной влажностью выше 80% и температурой 3-4°C (условия образования тумана).

Процесс размораживания снижает производительность тепловых насосов, поскольку для размораживания батарей теплообмена нужно вычитать полезное выделяемое тепло с последующим расходом энергии. Производители предоставляют в распоряжение откорректированные кривые КП (COP) с изгибом в соответствии с условиями наружного воздуха благоприятными для образования инея (см. Рис.13).

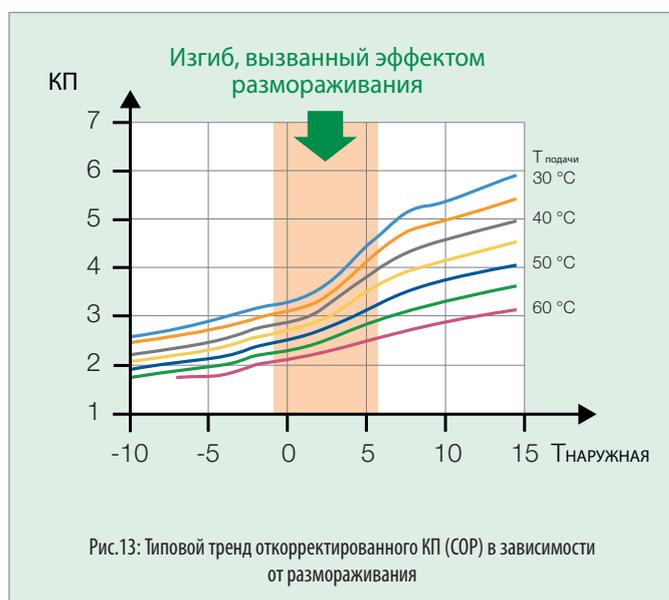
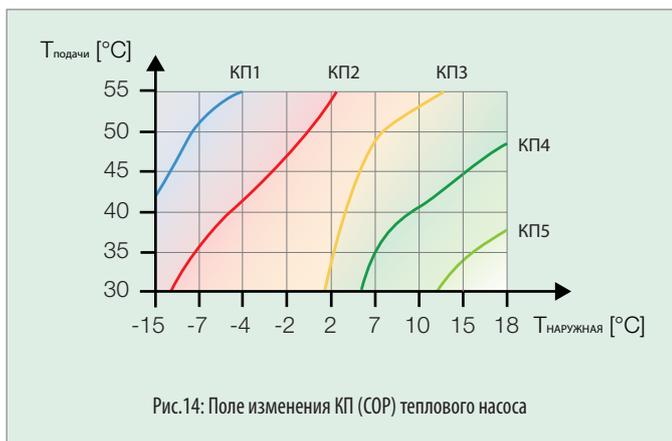


Рис.13: Типовой тренд откорректированного КП (COP) в зависимости от размораживания

Если проанализировать тренд КП (COP) теплового насоса, то можно увидеть, как он изменяется с минимального значения 1,5 до максимального значения 5. Простое чтение этой изменчивости показано на графике Рис.14



Касательно коэффициента нагрузки, необходимо различать два типа теплового насоса воздух-вода, в которых вес этого коэффициента оказывает различный эффект на производительность:

- двухпозиционные тепловые насосы: агрегаты, которые излучают постоянную мощность и модулируют нагрузку с помощью циклов включения и отключения;
- модуляционные тепловые насосы (на инвертере): генераторы, которые могут изменять излучаемую мощность, при изменении скорости вращения вентилятора, который направляет воздух на испаритель, и скорости вращения компрессора.

В компрессионных агрегатах, таких как тепловые насосы, каждый цикл включения сопровождается небольшими потерями энергии, причины которых следует искать в следующих аспектах:

- большая мощность запуска электрического двигателя, вызванная пусковым током;
- смещение заправки хладагента со стороны на низком давлении на сторону на высоком давлении;
- тепловой переходный процесс для достижения температуры испарителя и конденсатора.

Потери при запуске цикла оказывают большее влияние на общую производительность, чем чаще происходят циклы включения и выключения: по этой причине производительность двухпозиционных агрегатов снижается при уменьшении коэффициента нагрузки.

Модуляционные агрегаты могут изменять мощность без циклов включения и отключения и предоставляют снижение производительности, гораздо менее выраженное по сравнению с уменьшением коэффициента нагрузки.

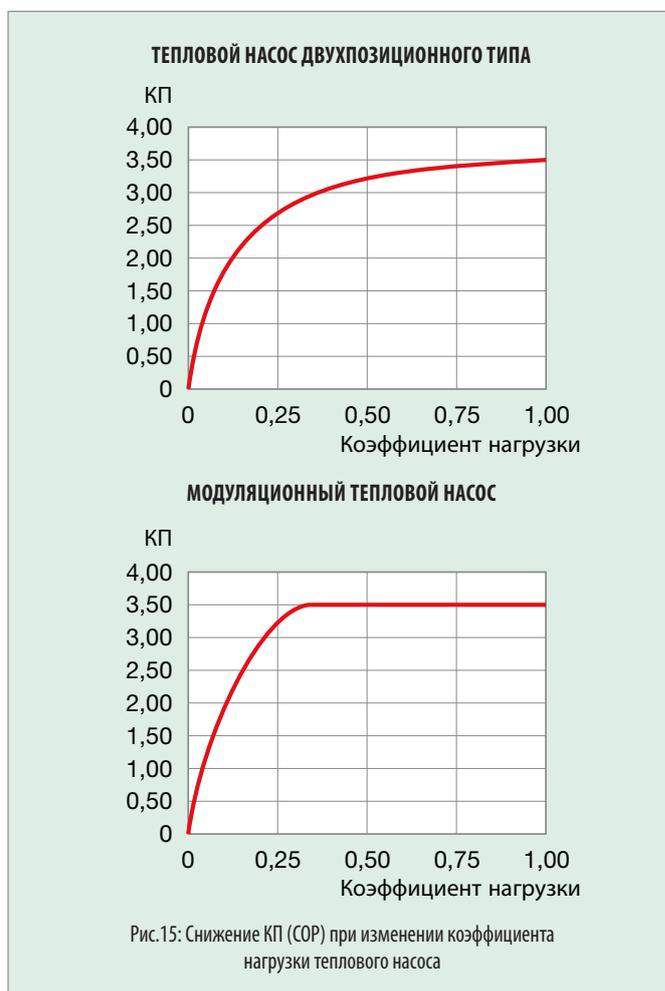
Тепловые насосы могут модулировать мощность до соотношений, которые могут достигать 1/3 или 1/4 от максимальной мощности. Этот предел обусловлен следующими причинами:

- электрические двигатели, во избежание перегрева, не могут вращаться ниже минимальной частоты;
- компрессорам необходимо поддерживать минимальную скорость вращения для обеспечения соответствующей смазки.

Из этого следует, что даже модуляционные агрегаты характеризуются циклом включения и отключения, со снижением производительности ниже определенного коэффициента нагрузки.

Типовые тренды снижения производительности в зависимости от изменения коэффициента нагрузки, как для двухпозиционных агрегатов, так и для модуляционных агрегатов, приведены на Рис.15.

В настоящее время почти все производители тепловых насосов воздух-вода предлагают агрегаты модуляционного типа.



МЕРЫ ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОГО УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМ С ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ ВОЗДУХ-ВОДА

Для максимального увеличения производительности тепловых насосов воздух-вода можно принять меры, как проектного типа, так и меры по правильному управлению ими.

ПРОЕКТНЫЕ МЕРЫ

В первом случае воздействуют на факторы, которые может контролировать проектировщик: коэффициент нагрузки и температура подачи. Касательно коэффициента нагрузки, очень важно, чтобы тепловой насос был правильно подобран, избегая, насколько это возможно, превышения расчета, что гораздо более ощутимо, по сравнению с системами, оснащенными газовыми котлами. Для тепловых насосов воздух-вода зачастую следует подбирать мощность чуть ниже, чем пиковая нагрузка статического расчета (см. номер журнала «Гидравлика» 61).

Мерами проектирования, которые позволяют минимизировать температуру подачи, являются те, которые предусматривают системы с самой низкой, насколько возможно, рабочей температурой.

По этой причине, наилучшей отопительной системой для генератора в виде теплового насоса оказывается излучающая система. Кроме этого, рекомендуется принять некоторые меры, а именно, использовать малые межосевые расстояния и избегать использования контуров с высокой температурой для интеграционных декоративных отопительных приборов.

В случае тепловых насосов, сопряженных с системами на радиаторах, типовыми для зданий под реконструкцией, необходимо убедиться, чтобы максимальная температура, исходящая от генератора, была достаточной для обеспечения расчетной мощности на калориферах. Там, где этой цели не достигается, необходимо увеличить количество радиаторов или, в качестве альтернативы, увеличить мощность существующих радиаторов с помощью добавления новых секций.

Эта последняя мера оказывается, в любом случае, полезной, поскольку позволяет снизить температуру на подаче к радиаторам.

Еще одним аспектом, часто недооцененным на этапе проектирования радиаторных систем с тепловыми насосами, является распределение: в отличие от того, что происходит с системами, снабженными конденсационным котлом, в системах на тепловом насосе необходимо минимизировать, насколько возможно, тепловой перепад на радиаторах с целью получения высокой средней рабочей температуры радиатора. Например, радиаторная система, спроектированная с температурой на подаче 50°C и тепловым перепадом в 10°C, будет иметь среднюю температуру радиаторов, составляющую 45°C; та же самая система может быть спроектирована при тепловом перепаде в 4°C, при снижении температуры на подаче до 47°C с преимуществом для эффективности теплового насоса.

МЕРЫ ПО УПРАВЛЕНИЮ

Регулирование и управление системами на тепловом насосе, с учетом предельной изменяемости КП (COP) этих агрегатов, исполняют такую же важную роль, как и правильное проектирование.

Равно как и проектирование, регулировка позволяет воздействовать и оптимизировать параметры, относящиеся к температуре подачи и коэффициенту нагрузки, но также и, как мы увидим, частично оптимизировать факторы явно независимые от проектного контроля, такие как наружная температура и размораживание.

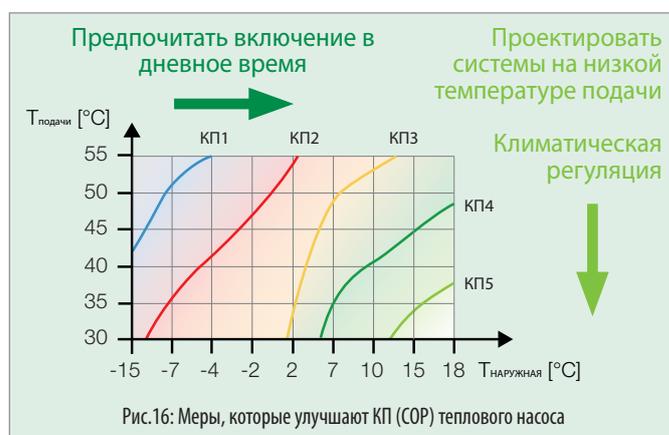


Рис. 16: Меры, которые улучшают КП (COP) теплового насоса

Для оптимизации температуры подачи ТН можно задействовать следующую стратегию регулирования:

1. выбрать регулировку климатического типа и настраивать отопительные приборы на постоянный расход и меняющуюся температуру;
2. при наличии гидравлических разделителей настроить расходы так, чтобы расход первичного контура был всегда больше расхода во вторичном контуре.

Для максимального увеличения коэффициента нагрузки стоит модулировать температуру так, чтобы термостаты среды оставались на запросе на тепло в течение максимально возможного времени, предотвращая постоянные колебания включения-отключения. Еще одной стратегией оказывается та, которая предполагает установку временных интервалов использования агрегата, прежде всего, во время сезонов с более мягким климатом, чтобы тепловой насос работал постоянно в течение определенного временного интервала и оставался полностью отключенным в остальное время суток.

Для максимального увеличения коэффициента, относящегося к наружной температуре и размораживанию, рекомендуется избегать, насколько возможно, режима работы в ночное время суток и ранним утром, когда наружная температура более низкая и относительная влажность более высокая. Очевидно, что эта стратегия тем более осуществима, чем ниже нагрузка, необходимая жилому дому, и там, где жилые помещения имеют хорошую способность аккумулировать тепло (см.стр.9).

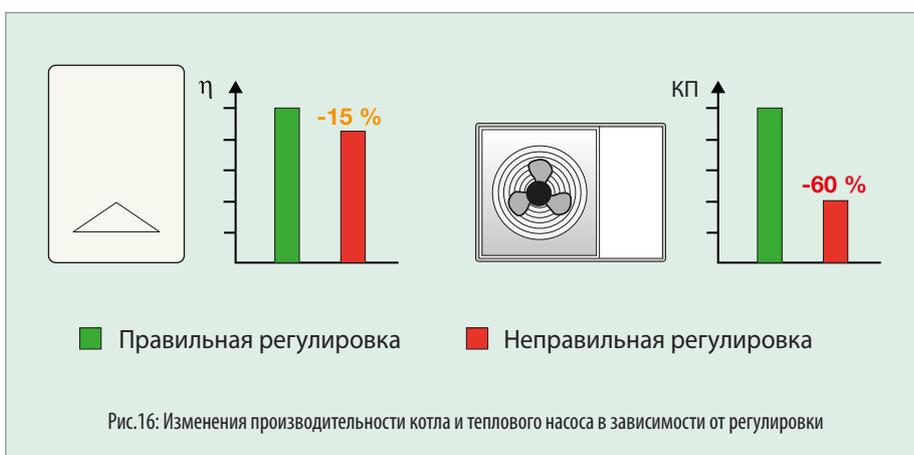
ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ МЕЖДУ РАБОЧИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СИСТЕМЫ С ГАЗОВЫМ КОТЛОМ И СИСТЕМЫ НА ТЕПЛОМ НАСОСЕ ВОЗДУХ-ВОДА

Как мы видели в предыдущих параграфах, производительность систем зависит значительным образом также и от правильного проектирования и регулировки. Однако, существуют глубокие отличия между системами, в которых установлен конденсационный газовый котел, по сравнению с системами, которые питает тепловой насос воздух-вода. Это отличие заключается в широкой изменчивости производительности, которую представляют тепловые насосы по сравнению с котлами.

Фактически, плохо спроектированный и управляемый газовый котел, может иметь более низкую производительность, максимум, на 15% ниже, чем его аналог, правильно рассчитанный и отрегулированный.

Такое отличие производительности представляет собой чистую трату энергии и её необходимо избегать, но её объем менее важен, чем тот, который может возникать в системах на тепловом насосе.

Действительно в этих системах изменчивость производительности теплового насоса воздух-вода, плохо спроектированного и ненастроенного, может быть даже в 2 или 3 раза ниже по сравнению с тем же агрегатом правильно подобранным и настроенным. В действительности, это та причина, в силу которой здания, снабженные системами на тепловом насосе, зачастую имеют более высокое потребление по сравнению с данными, приведенными в энергетических классификациях, создавая дискомфорт и нарекания со стороны конечных потребителей.



ХЛАДАГЕНТНЫЕ ГАЗЫ: R410A – R32 – R290

В номере 61 журнала «Гидравлика» был проведен обзор развития характеристик и проблем, связанных с хладагентными газами, применяемыми в тепловых насосах. Рассмотрим некоторые концепции для углубленного изучения характеристик газа, который закрепляется в новых агрегатах на выходе в рынок, пропан, общеизвестный, как R290.

Фторированные газы (HFS) были предложены законодателями, как замена веществ, которые снижают озоновый слой, в начале 80-х годов.

Сегмент охлаждения, кондиционирования воздуха и тепловых насосов является основным излучателем фторированных газов, которые представляют более 90% общих выбросов в ЕЭС.

Этот сегмент растет очень быстрым образом: общее количество блоков кондиционирования, охлаждения и тепловых насосов должно увеличиться на глобальном уровне от 1,6 миллиардов до 5,6 миллиардов в 2050г. Только в Европе общему количеству блоков на тепловом насосе суждено удвоиться к 2025г.

Для оценки систем различных газов с парниковым эффектом на глобальное потепление используется значение Global Warming Potential (GWP) (Потенциал Глобального Потепления), безразмерное число, которое измеряет вклад хладагента в парниковый эффект по сравнению со вкладом справочного вещества (CO₂).

ХЛАДАГЕНТ	ПЛОТНОСТЬ (КГ/М ³ ПРИ 25 ⁰ С)	ТИП	ПОТЕНЦИАЛ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ
R744 (CO ₂)	1,8	Природный	1
R410A	1061	HFS – Фторированный газ	2088
R32	961	HFS – Фторированный газ	675
R290	493	Природный	3

Таблица 3: Характеристики хладагентных газов

Фторированные газы обладают парниковым эффектом намного превышающим эффект от CO₂, даже если они и безвредны для озонового слоя, в частности, килограмм R410A, выделенный в атмосферу, оказывает тот же вклад в парниковый эффект, что и 2,088 тонн CO₂.

Европейский Регламент 517/2014г. устанавливает резкое сокращение выбросов парниковых газов, с целью их снижения на 79% к 2030г. (используя в качестве ориентира среднее количество выбросов за период с 2009 по 2012г.) Для достижения этой амбициозной цели были определены разные способы вмешательства, среди которых последовательное снижение фторированных газов (HFS), выраженное в Тоннах эквивалента CO₂, выброшенных на территорию Европейского Союза.

По этим причинам за последнее время компании-производители ориентируются на использование природного хладагента, пропана (общеизвестного под знаком R290), у которого Потенциал Глобального Потепления (GWP) почти близок к значению для CO₂.

По сравнению с широко применяемыми фторированными газами (HFS), пропан является легковоспламеняемым. Классификация хладагентных газов на основании уровня безопасности определена нормативным актом ISO817:2014 и приведена на Рис.17

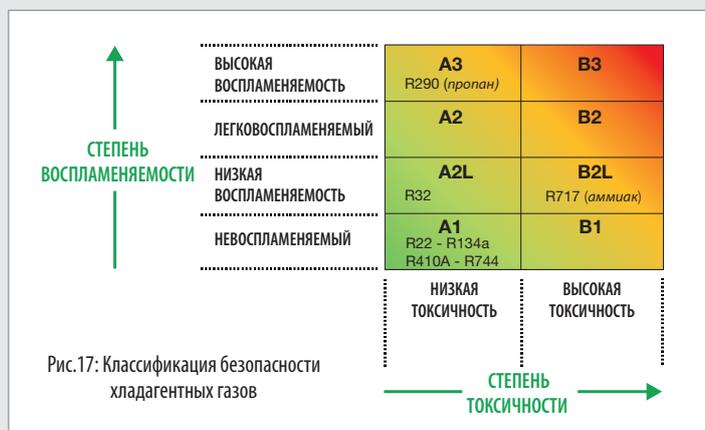


Рис.17: Классификация безопасности хладагентных газов

Мощность, излучаемая ТН, заправленными газом R410A, оказывается под влиянием, как температуры наружного воздуха, так и температуры воды на подаче.

А ТН, заправленные газом R32, излучают мощность, на которую оказывают небольшое влияние, как температура холодного внешнего источника, так и высокая температура со стороны системы. Тепловая мощность, производимая этими ТН, остается почти постоянной до температуры воздуха в диапазоне от -5 до -7°C.

У R290 имеется преимущество получать излучаемую мощность, на которую оказывает небольшое влияние температура подачи, которую можно привести в оптимальные условия до 65°C. Однако, как и в случае с R410A, его мощность подвержена более очевидным изменениям в зависимости от внешней температуры.

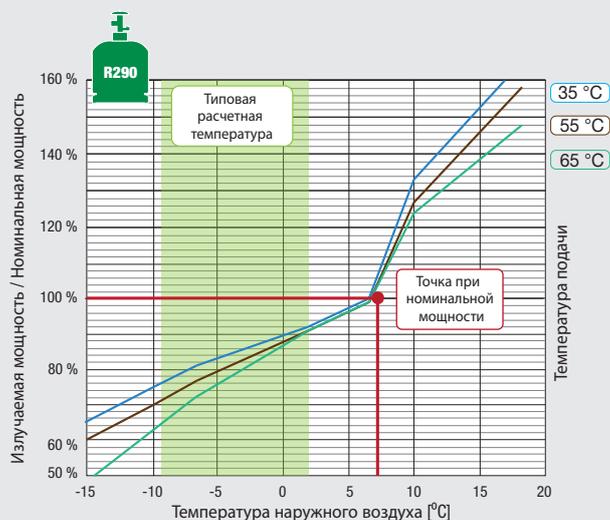
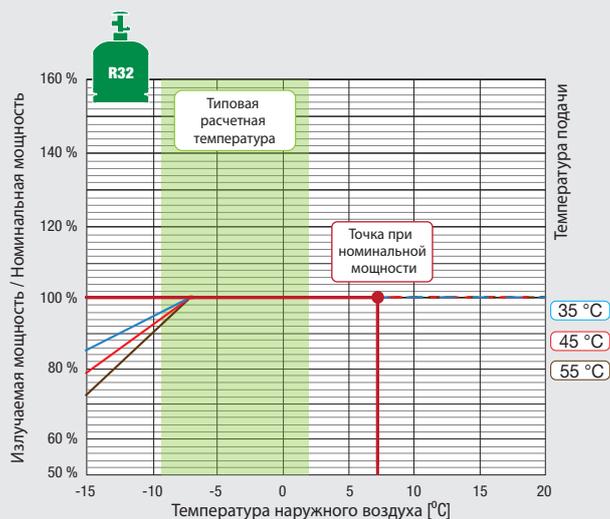
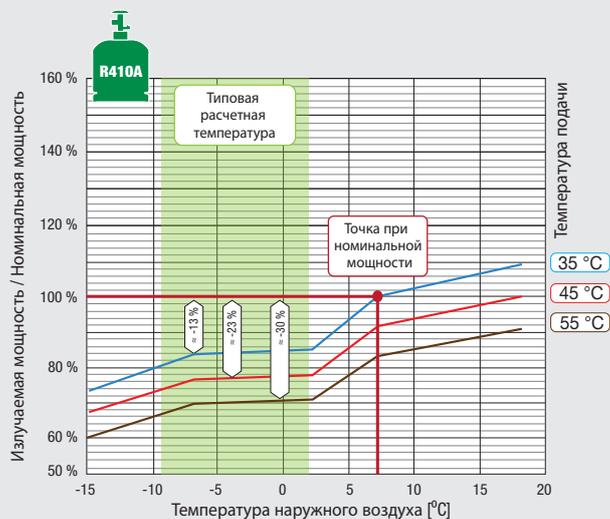


Рис.18: Тренд излучаемой мощности теплового насоса для трех хладагентных газов.

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИАТОРОВ В СИСТЕМАХ НА ТЕПЛОМ НАСОСЕ

Системы отопления с тепловыми насосами обычно работают при более низкой средней температуре нагревательной жидкости по сравнению с системами, работающими от котлов. В случае реконструкции отопительной системы, снабженной радиаторами, которая предусматривает замену генератора: с котла на тепловой насос, это падение температуры приводит к снижению мощности, излучаемой отопительными приборами, которая должна правильно оцениваться проектировщиком.

Такое изменение можно сделать при расчете мощности, излучаемой каждым отдельным радиатором (с помощью Формулы 1) либо, рассчитав среднюю температуру жидкости (предложенный альтернативный метод, Формула 2).

Если используется Формула 1, то процесс интерактивный: требуется рассчитать мощность, излучаемую отдельно каждым радиатором системы, оценивая от раза к разу различную среднюю температуру, до получения необходимой мощности.

$$Q = B \cdot (T_{cp} - T_n)^n \quad (\text{Формула 1})$$

где: Q = тепловая мощность радиатора, [Вт]
 B = постоянная характеристика радиатора, [Вт/°Cⁿ]
 T = средняя температура нагревательной жидкости, [°C]
 T_n^{cp} = температура среды, [°C]
 n = конкретный показатель радиатора

А для применения предложенного альтернативного метода (Формула 2) необходимо знать проектные данные радиаторов (Мощность одного элемента, коэффициент «n», ΔTном и количество элементов) или, в противном случае, провести обследование установленных радиаторов. Из Формулы 1, с помощью следующего преобразования, получаем Формулу 2 полезную для расчета минимальной необходимой средней температуры нагревательной жидкости для отопления помещения. Повторив вычисление для всех помещений, минимальная средняя расчетная температура будет наибольшей среди значений, рассчитанных для каждого отдельного помещения.

$$Q = B \cdot (T_{cp} - T_n)^n \rightarrow \frac{Q_{ном}}{Q} = \frac{B / (T_{cp, ном} - T_n)^n}{B / (T_{cp} - T_n)^n} \rightarrow \left(\frac{Q_{ном}}{Q} \right)^{1/n} = \frac{\Delta T_{ном}}{T_{cp} - T_n} \rightarrow$$
$$T_m = \left(\frac{Q_{ном}}{Q} \right)^{-1/n} \cdot \Delta T_{ном} + 20 \quad (\text{Формула 2})$$

ПРИМЕР

Вычислите минимальную среднюю расчетную температуру помещения имеющего теплопотери, составляющие 800 Вт, отапливаемого трубчатым радиатором из 3 колонн из 20 элементов высотой 650.

Данные:

$$Q_{ном} = 800 \text{ Вт}$$

Для радиатора можно принять следующие данные:

$$Q_{эл} = 65,2 \text{ Вт}; n = 1,29; \Delta T_{ном} = 50 \text{ °C}; \text{к-во элем.} = 20$$

Из данных радиатора рассчитывается номинальная мощность радиатора, при средней температуре жидкости составляющей 70°C (температура среды составляет 20°C при ΔTном 50°C)

$$Q_{ном} = Q_{эл} \cdot \text{к-во элем.} = 65,2 \cdot 20 = 1304 \text{ Вт}$$

Следовательно, для помещения и рассмотренного радиатора минимальная средняя расчетная температура будет составлять:

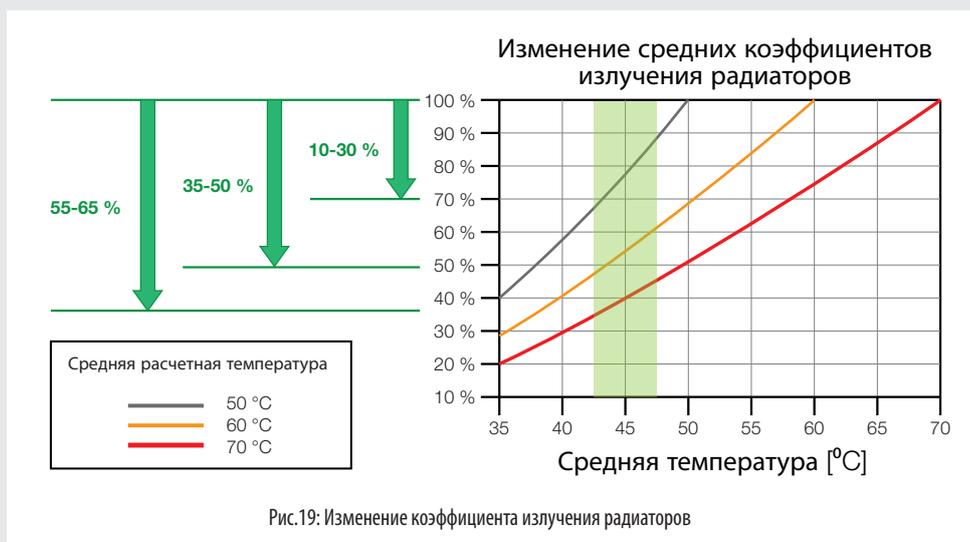
$$T_{cp} = (1304/800)^{-1/1,29} \cdot 50 + 20 = 54,2 \text{ °C}$$

Метод вычисления минимальной средней расчетной температуры оказывается также легко проверяемым эмпирически, поскольку достаточно просто получить фактическую рабочую температуру существующих систем. Эту температуру можно получить при прямом измерении температуры подачи и обратки при условиях максимальной нагрузки. Поэтому можно сразу же получить среднюю рабочую температуру данной системы. Она будет обязательно выше минимальной расчетной температуры.

Кроме этого, в случае хорошо отрегулированной системы, как, например, системы, снабженные термостатическими клапанами, средняя рабочая температура окажется близкой к расчетной и может использоваться, как значение первого приближения в месте рассчитанной температуры.

Если минимальная средняя расчетная температура окажется выше температуры, которую может выработать тепловой насос, то будет необходимо произвести корректирующее вмешательство.

Оценка степени этих корректирующих эффектов представлена на графике на Рис.19, где приведено изменение мощности, излучаемой радиаторами, в зависимости от средней температуры системы. На графике выделена полоса в соответствии со средними температурами нагревающей жидкости, которые обычно достигаются в системах на тепловом насосе.

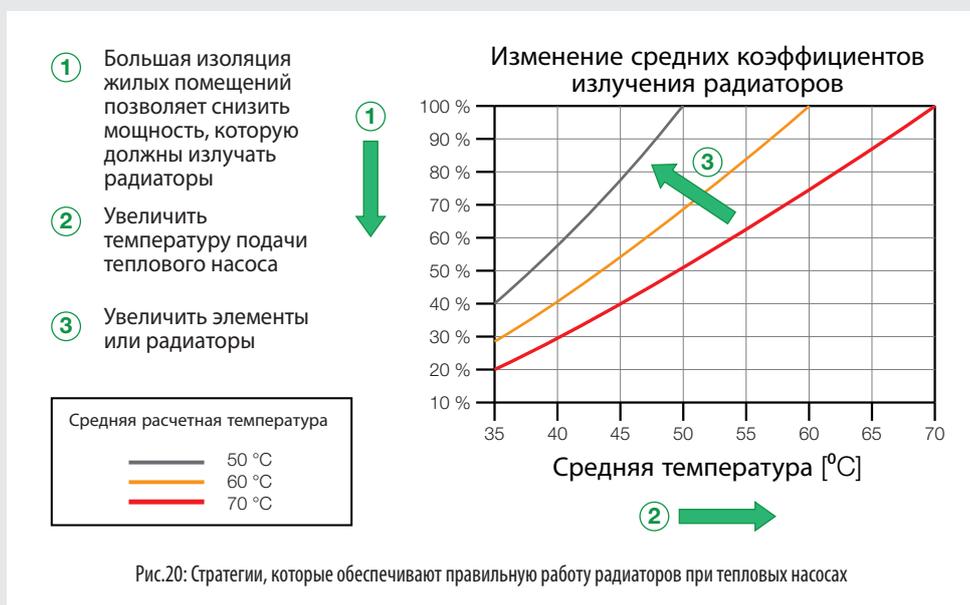


Как легко догадаться, чем меньше будет разница между минимальной расчетной температурой системы и температурой, которую может развить тепловой насос, тем меньше будет мощность, которую нужно интегрировать, по сравнению с мощностью, которую излучает система.

Чтобы исправить ситуацию, можно использовать следующую стратегию:

- 1. Увеличить способность излучения радиаторов** с помощью добавления элементов или новых радиаторов; это вмешательство обычно осуществимо только в случае небольших корректировок энергии, поскольку, в существующих системах, ограничения, заданные подсоединениями или архитектурными пространствами предоставляют возможность добавить немного элементов к существующим радиаторам. Добавление новых радиаторов обычно применяется редко, поскольку предполагает строительные работы и использование архитектурных пространств на стенах. Обычно эту возможность используют только для некоторых помещений, в том случае, если они оказываются особо неблагоприятными по сравнению с остальными помещениями.
- 2. Больше изолировать жилые помещения;** это вмешательство снижает мощность необходимую для отопления и, как показано на примере, минимальную среднюю расчетную температуру системы. Это вмешательство очень полезное с энергетической точки зрения, еще и потому, что снижение температуры на подаче увеличивает эффективность тепловых насосов. Однако, это вмешательство очень трудоёмкое и дорогое и не всегда осуществимое.
- 3. Установить тепловые насосы, снабженные технологией, которая позволяет увеличивать рабочую температуру;** на рынке распространяются технологии, которые позволяют тепловым насосам достигать все более высоких температур; те, которые используют газ R290. Такое решение просто осуществить, но уместно внимательно рассматривать затраты на содержание таких систем, поскольку увеличение температуры подачи теплового насоса неизбежно приведет к падению его эффективности.

Три вышеописанные стратегии можно отследить по графику, приведенному на Рис.20.



ОТ КОТЛА ДО ТЕПЛООВОГО НАСОСА

Доменико Маццетти и Симоне Паренцан

В этой части журнала мы рассмотрим два особых случая трансформации системы с помощью замены газового котла на тепловой насос. Будут выделены основные отличия и компоненты необходимые для запуска в работу системы на тепловом насосе правильным и эффективным образом.

ГАЗОВЫЙ КОТЕЛ

Газовый котел представляет зрелую технологию, плод технического развития, основанный на промышленном производстве широкого масштаба, присутствующем на рынке в течение последних десятилетий. Конденсационное исполнение – это последний штрих развития, который привел к потенциальной экономии примерно 10% по сравнению с так называемыми «традиционными» котлами.

Большая часть функциональных элементов необходимых для правильной работы системы находится в генераторе: это позволяет упростить, как распределительную систему и регулировку отопления, так и систему производства горячей санитарной воды.

Чтобы объяснить режим работы и основные компоненты будет использоваться схема (рис.21), которая имеет чисто ориентировочное значение.

ПРОИЗВОДСТВО ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ

СТОРОНА СИСТЕМЫ

Вода в закрытом контуре нагревается в камере сгорания и направляется в систему с помощью циркуляционного насоса (1). У этих циркуляционных насосов напоры обычно находятся в пределах от 4 до 8 метров водяного столба и в течение многих лет они электронные, поэтому способны работать в различных режимах, при постоянном количестве оборотов, как традиционные циркуляционные насосы, при постоянном напоре или в пропорциональном режиме.

В некоторых моделях присутствует перепускной клапан (5), способный ограничивать напор, который циркуляционный насос передает системе.

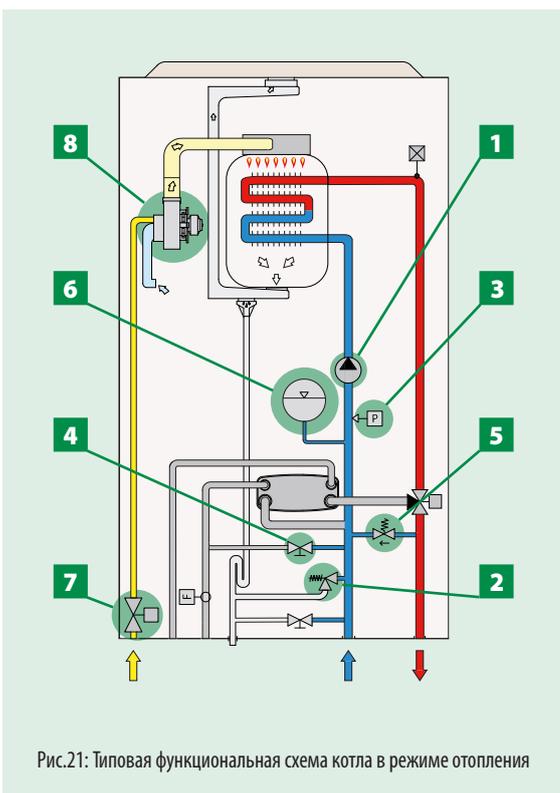


Рис.21: Типовая функциональная схема котла в режиме отопления

Котел снабжен всеми предохранительными устройствами необходимыми для защиты его режима работы и системы:

- расширительным баком (6) на 10-12 литров, для компенсации увеличения объема воды во время отопления;
- предохранительным клапаном (2), настроенным на 3 бар, для сброса давления в системе, в случае если оно достигнет избыточных значений;
- реле минимального давления (3), которое блокирует режим работы устройства в том случае, когда давление будет ниже предельного уровня, и, таким образом, предотвращает проблемы у циркуляционного насоса;
- запорного клапана ручного управления (4), соединенным с вводом санитарной воды, который позволяет восстановить значение оптимального давления системы.

ГАЗОВАЯ СТОРОНА – СГОРАНИЕ

Введение газа и его модуляция производятся с помощью газового электромагнитного клапана (7), этот элемент позволяет прерывать поток к горелке, в случае аварии, и модулировать пламя на основании фактического запроса.

Режимом работы вентилятора (8) управляет реле давления на отводных газах, которое контролирует дифференциальное давление и, следовательно, фактическое удаление газов в дымоходе.

2029г.: КОНЕЦ КОТЛОВ НА ИСКОПАЕМЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА?

ПРОИЗВОДСТВО ГОРЯЧЕЙ САНИТАРНОЙ ВОДЫ

Производством горячей санитарной воды управляет датчик потока (9) присутствующий на линии воды. Замыкание контакта активирует трехходовой клапан, который отклоняет техническую воду внутрь пластинчатого теплообменника (11). Таким образом, все тепло передается воде для санитарного использования.

Мощность котла (20-24 кВт) может полностью и проточным способом передаваться на выполнение данной функции, предотвращая, таким образом, в большинстве случаев установку накопительного бака для горячей санитарной воды.

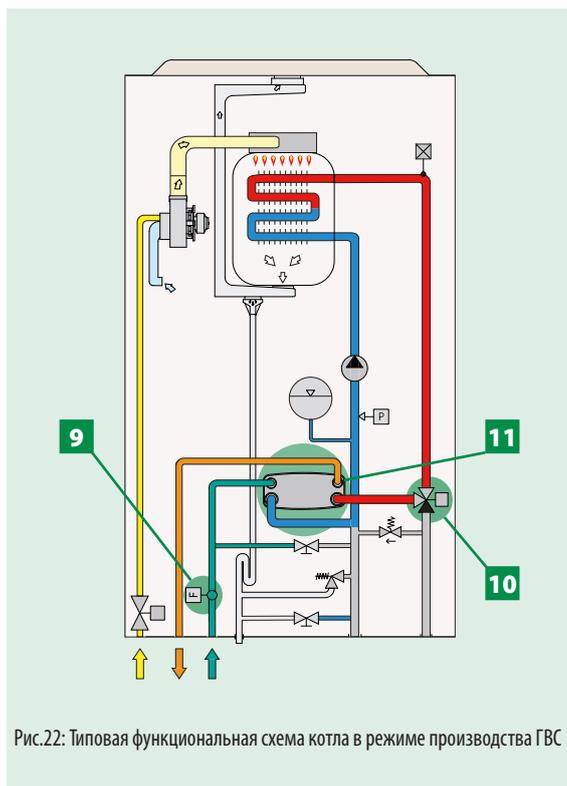


Рис.22: Типовая функциональная схема котла в режиме производства ГВС

В Европе устройства для вентиляции и отопления и для производства горячей санитарной воды являются основными потребителями энергии в жилищном и коммерческом сегментах рынка. Они представляют примерно половину потребления первичной энергии, по большей части, произведенной с помощью ископаемых видов топлива, как указано Европейской Комиссией в статистике за 2020г. (Рис.23)

Различные исследования, опубликованные Международным Энергетическим Агентством (IEA) «Чистый ноль к 2050г.» и Объединенным Центром Исследования (JRC) «Проблемы ЕС по сокращению использования ископаемого топлива в зданиях», предлагают, как один из инструментов для достижения климатического нейтралитета, необходимость **прерывания производства и продажи котлов на ископаемых видах топлива..**

IEA предлагает начать с 2025г., а, согласно JRC, это должно будет происходить по двум этапам, 2025г. для котлов, работающих на жидких углеводородах, и 2030г. – для котлов, работающих на газе.

Эти методические рекомендации, не сразу работающие, были включены в RepowerEU, план, запущенный Европейской Комиссией, чтобы сделать Страны участницы независимыми от российского газа до начала 2030г.

2029г. – это предусмотренная дата, в течение которой, должна прекратиться их продажа на рынке. Вместе с этим, другое указание предусмотреть более неблагоприятную энергетическую маркировку (и поэтому, затрудняющую продажи) и сокращение всех форм стимулирования этих устройств, перенаправление их на другие технологии.

Риск запрета на продажу котлов, работающих на ископаемом топливе, в течение нескольких лет чрезвычайно высок.



Рис.23: Подразделение источников первичной энергии для вентиляционно-отопительных систем

ТЕПЛОВОЙ НАСОС

МОНОБЛОЧНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Самые распространенные тепловые насосы обычно называются **МОНОБЛОЧНЫМИ**. В этом типе агрегатов, как элементы газового цикла, так и компоненты гидравлического контура встроены в единый блок.

Выработка тепла происходит с помощью обратного цикла охлаждения, в котором присутствуют два теплообменника: теплообменник воздух-газ (А), снабженный одним или несколькими вентиляторами, и теплообменник газ-вода (В) обычно из паяных пластин. Для завершения охлаждающего цикла присутствуют компрессор с инвертером (С) и клапан ламинирования (D).

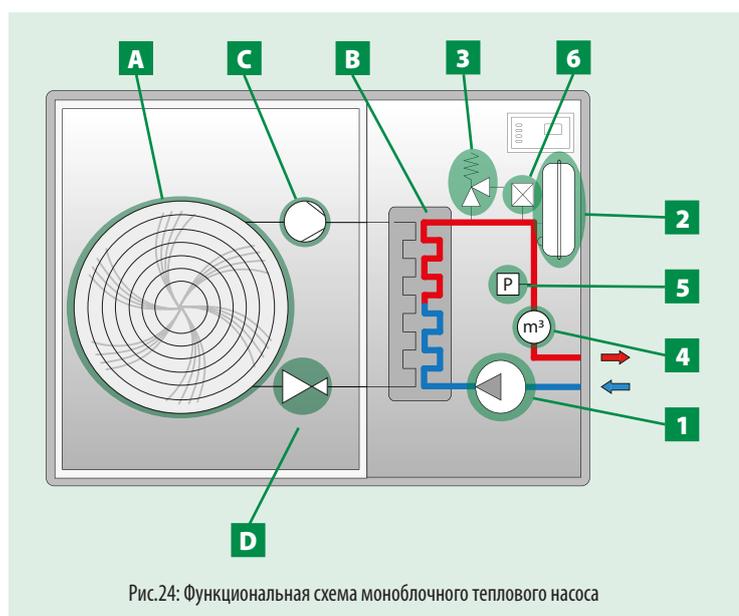


Рис.24: Функциональная схема моноблочного теплового насоса

На гидравлической стороне тепловой насос снабжен циркуляционным насосом (1) с напором около 10 метров, расширительным баком (2), предохранительным клапаном, настроенным на 2,5-3 бар (3), измерителем расхода (4), датчиком давления (5) и воздухоотводчиком (6).

Циркуляционный насос имеет напор обычно выше, чем напор простых настенных котлов.

У расширительного бака внутри тепловых насосов имеется объем обычно составляющий 8-10 литров; может потребоваться установка второго бака для обеспечения правильного расширения для всей системы.

У измерителя расхода имеются несколько различных назначений; одним из основных является постоянная проверка, что минимальный расход будет обеспечен на различных этапах работы, чтобы рассеивать тепло, произведенное газовым контуром на этапах отключения агрегата, либо, когда требуется провести циклы размораживания.

У датчика давления воды то же назначение, что и у реле минимального давления котлов, то есть, проверять, чтобы контур не опустился ниже предельного значения.

РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ БАК, ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН И ВОЗДУХООТВОДЧИК ДЛЯ КОНТУРА ВЕНТИЛЯЦИИ-ОТОПЛЕНИЯ

Как приведено в номере журнала «Гидравлика» 61, объем расширительного бака, включенного в агрегат (2) может быть недостаточным для компенсации увеличения значения всей системы. Поэтому, необходимо точно рассчитать фактический объем и проверить, что расширительный бак, содержащийся в агрегате, был соответствующим. Требуется предусмотреть добавление расширительного бака, в случае, если эта проверка окажется отрицательной.

Воздухоотводчик (6) установлен в самой высокой части гидравлического контура, внутри агрегата, то же расположение используется для предохранительного клапана (3).

РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ БАК И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН ДЛЯ КОНТУРА ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В отличие от типового проточного производства настенных котлов, накопительное производство требует наличия особого расширительного бака и предохранительного клапана.

Эти два элемента не присутствуют в стандартных агрегатах, а только в тех, у которых есть встроенный накопительный бак, и должны рассчитываться на основании объема накопительного бака и максимально допустимого давления в системе водоснабжения (Рис.25)

Змеевик теплообмена накопительного бака ГВС имеет большие размеры, по причине уровня температуры тепловых насосов. Хорошей нормой является предусматривать в самой высокой точке змеевика установку воздухоотводчика или сбросного клапана для облегчения первого заполнения системы.

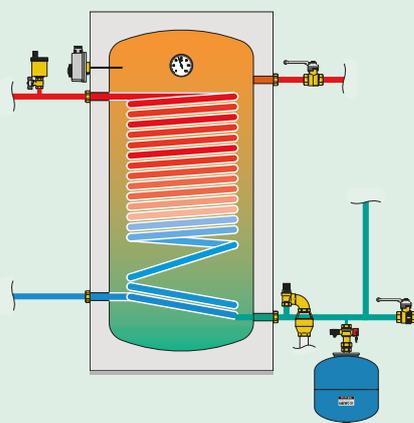
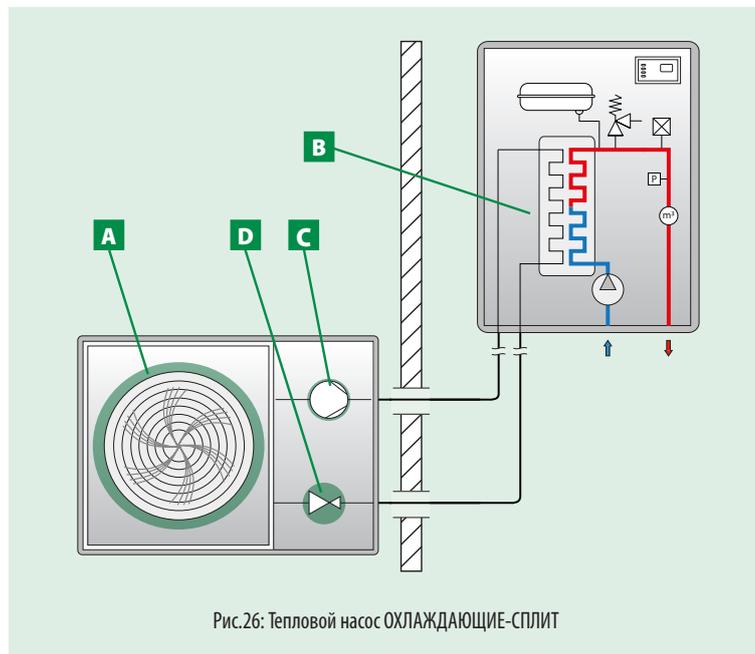


Рис.25: Накопительный бак ГВС с расширительным баком и предохранительным клапаном

СПЛИТ-ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ



Вторым типом тепловых насосов являются так называемые СПЛИТ, она может подразделяться на два подсемейства.

ОХЛАЖДАЮЩИЕ-СПЛИТ

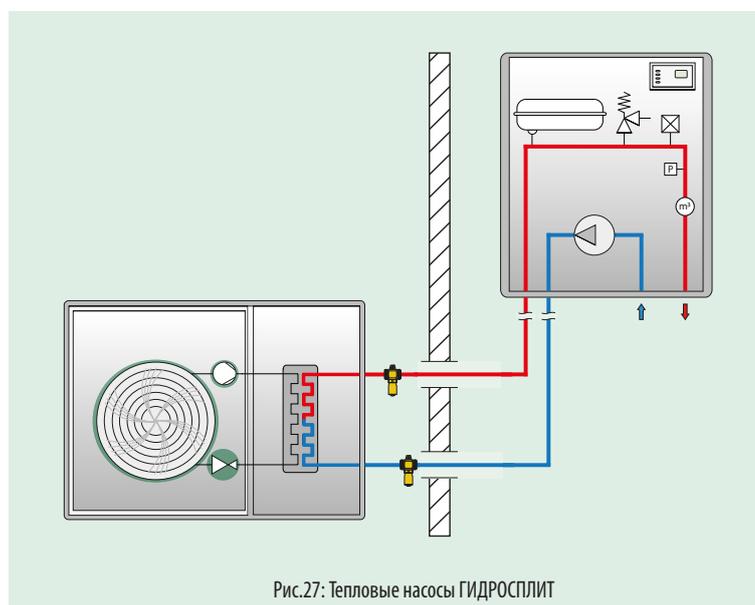
Газовый контур подразделяется на: теплообменник воздух-газ с соответствующим вентилятором (А), компрессор (С), клапан ламинирования (D), они содержатся во внешнем блоке.

Теплообменник газ-вода (В) и все гидравлические компоненты (в целом очень похожие на компоненты, содержащиеся в моноблочной модели) содержатся во внутреннем блоке. Естественно, внешний блок должен устанавливаться на открытом воздухе, чтобы происходил теплообмен с наружным воздухом, внутренний блок должен устанавливаться в помещении/технической шахте внутри жилого помещения.

Производители предоставляют точную информацию по размещению двух элементов, а именно, максимальное расстояние и допустимую разницу по высоте.

После подсоединения двух трубопроводов для хладагента, технический специалист создает вакуум в трубопроводах и оставляет систему в этом состоянии на определенный период времени, чтобы проверить герметичность и качество соединений. Последующий этап состоит в заполнении хладагентом газового контура, уже содержащегося внутри внешнего блока.

Преимуществом модели ОХЛАЖДАЮЩИЕ-СПЛИТ является отсутствие гидравлических трубопроводов, расположенных снаружи, поэтому отсутствует опасность замерзания и разрыва компонентов. Недостатки заключаются в установке, которую должны проводить квалифицированные инсталляторы, имеющие лицензию F-GAS, и в максимально установленном расстоянии между двумя блоками.



ГИДРОСПЛИТ

В этом типе все элементы газового контура содержатся внутри внешнего блока, до теплообменника газ-вода, а элементы гидравлического контура содержатся во внутреннем блоке.

У этой модели есть преимущество иметь весь газовый контур готовым и опечатанным, и не требуется обязательное присутствие технического специалиста, снабженного лицензией. С другой стороны, имеется недостаток: все гидравлические линии размещены снаружи, и поэтому подвержены замерзанию

СХЕМА 1: РАДИАТОРНАЯ СИСТЕМА, ГАЗОВЫЙ КОТЕЛ

Система, приведенная в качестве примера, снабжена газовым котлом (конденсационным или традиционным), отопительной радиаторной системой и термостатическими клапанами.

Распределительная система 1

Вентиляционно-отопительная система подразделяется на две основные зоны, каждая из которых на этаж. Каждая зона снабжена поэтажным термостатом, который управляет зонным клапаном, который, в свою очередь, управляет всем контуром.

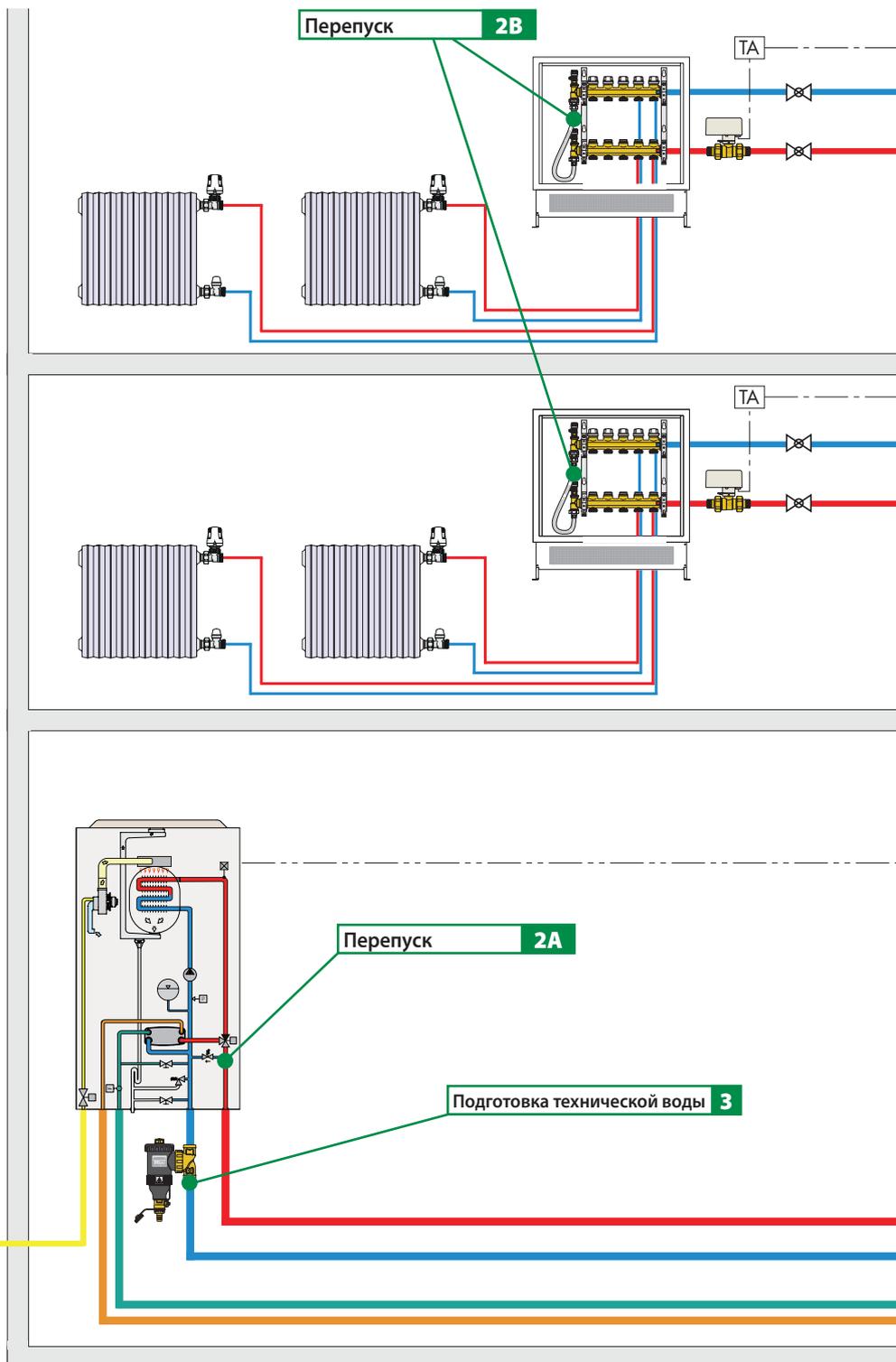
Внутри отдельной зоны распределение теплоносителя производится с помощью поэтажного коллектора. Для ограничения температуры некоторых помещений, применяются термостатические приводы, установленные на каждом радиаторе и настроенные на более низкую температуру, чем та, которая установлена на термостате.

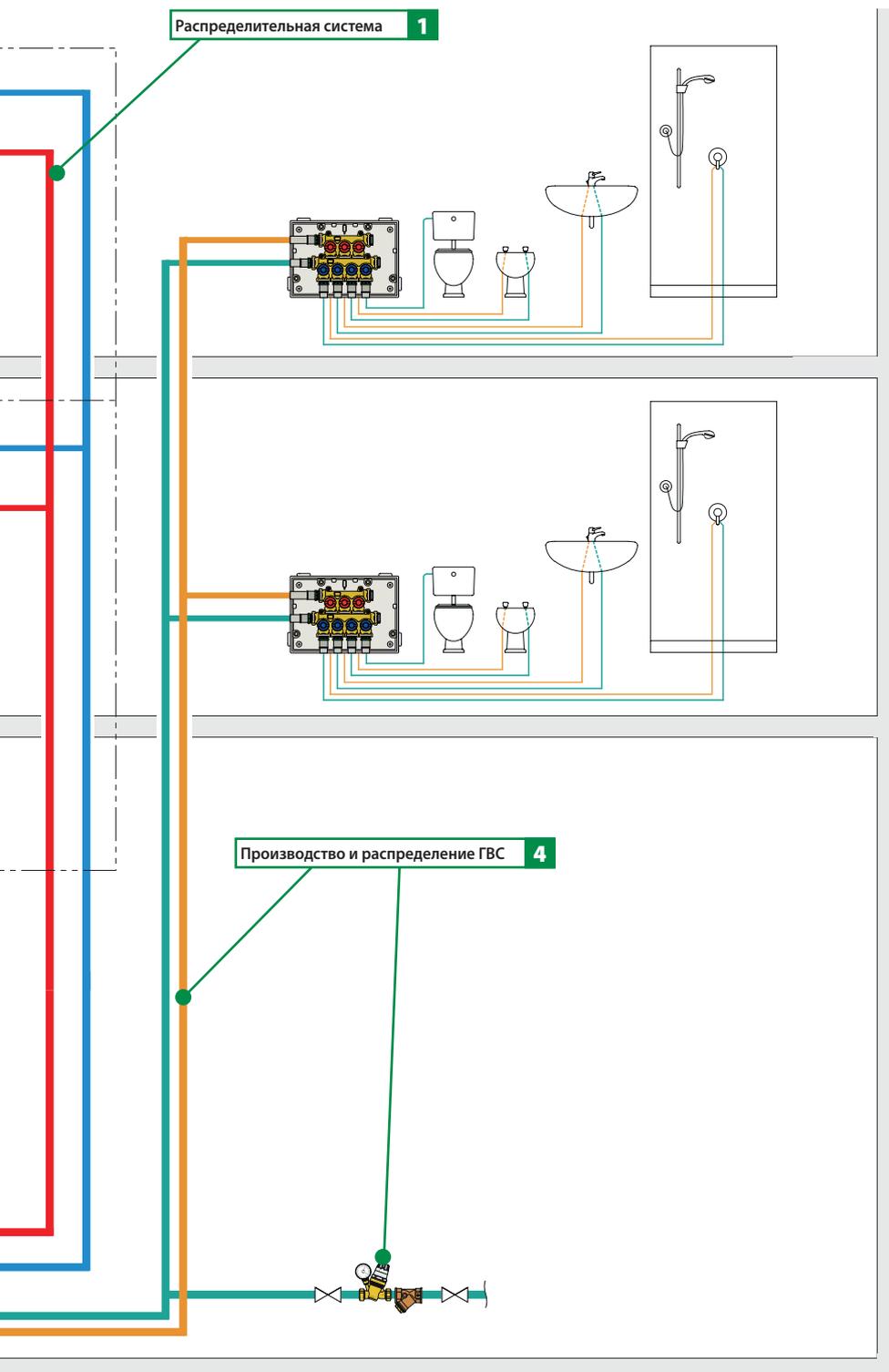
Циркуляционного насоса котла достаточно, чтобы питать всю систему.

Перепуск 2А 2В

В случае одновременного перекрытия разных термостатических клапанов, при вложении тепла от наружных источников, могут возникать проблемы с шумом на клапанах, вызванные избыточным напором циркуляционного насоса, который сгружается на клапаны при закрытии.

Проблему можно предотвратить с помощью использования перепускного клапана (2А) (или сбросного клапана), встроенного в котел, или установленного непосредственно на коллекторах с помощью специальных перепускных комплектов (В) с фиксированной настройкой (25 кПа).





Подготовка технической воды 3

Подготовка воды закрытого контура предполагает, в соответствии с нормативным актом UNI 8065, использование фильтра или магнитного грязеуловителя для защиты котла и добавки ингибиторов коррозии.

Производство и распределение ГВС 4

Производство горячей санитарной воды является проточным; приоритетом вмешательства управляет датчик потока в котле, который активируется по запросу на горячую воду от потребителей.

Компоненты необходимые на линии подачи холодной воды из сети, состоят из простого наклонного фильтра (или самопромывных фильтров) и редуктора давления для защиты системы и регулирования давления.

Распределение выполнено в виде стояка, к которому присоединен коллектор на каждом этаже, который предоставляет возможность общего отсечения или отсечения отдельных контуров.

В качестве альтернативы применения коллекторов можно воспользоваться классическим распределением на отводе, при котором от главной распределительной линии последовательно отходят различные точки водоразбора.

Рис.28: Схема радиаторной системы с газовым котлом

МОДЕРНИЗАЦИЯ СХЕМА 1: РАДИАТОРНАЯ СИСТЕМА, ТЕПЛОЙ НАСОС

Трансформация системы с заменой газогенератора (котла) на электрический генератор (тепловой насос) предполагает более сложную конфигурацию гидравлического контура, может возникнуть требование увеличить количество элементов имеющихся радиаторов.

Тепловой насос – Перепускной клапан 1 4

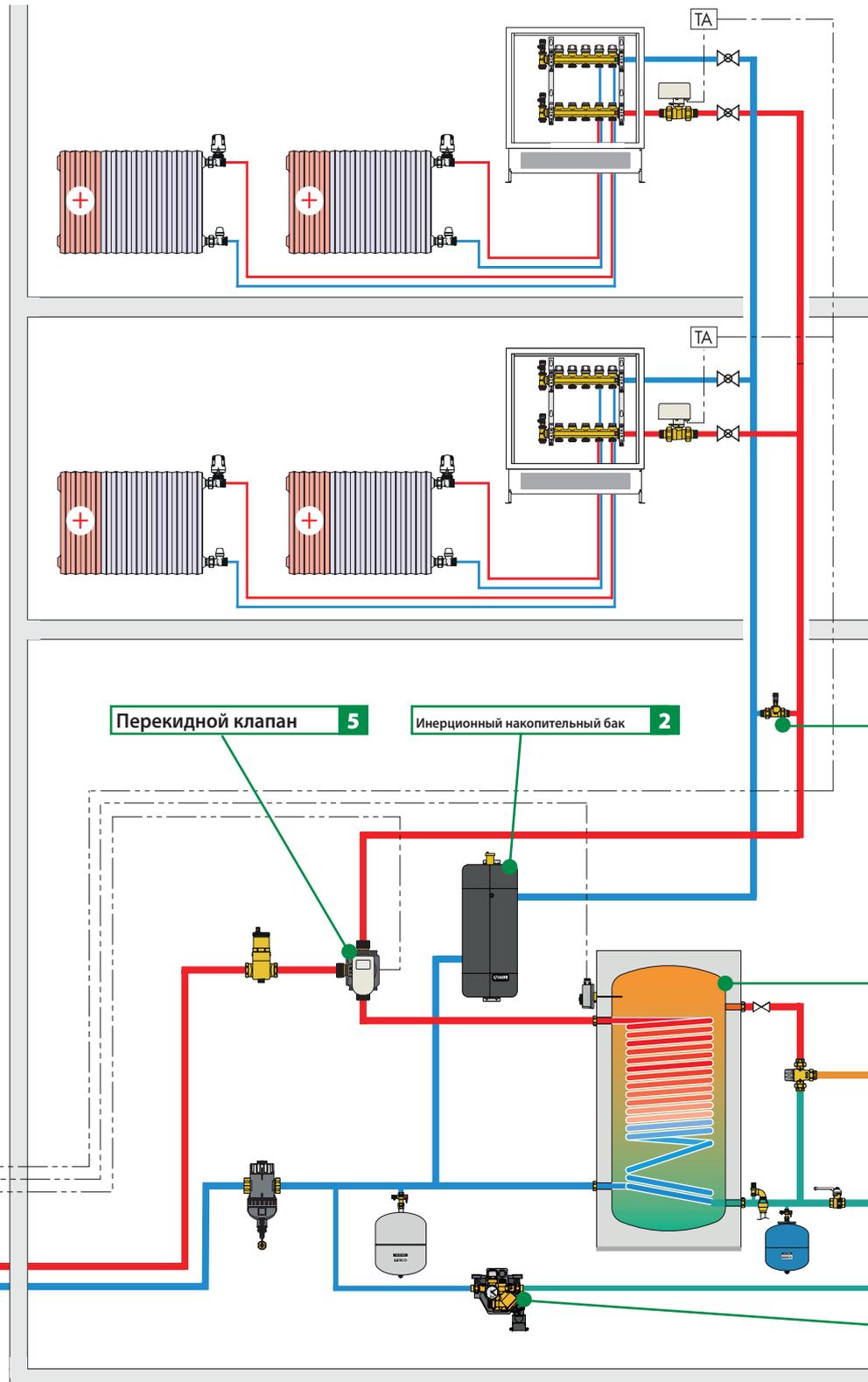
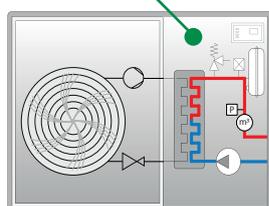
Тепловым насосом управляют термостаты этажа, как котлом в первоначальной системе.

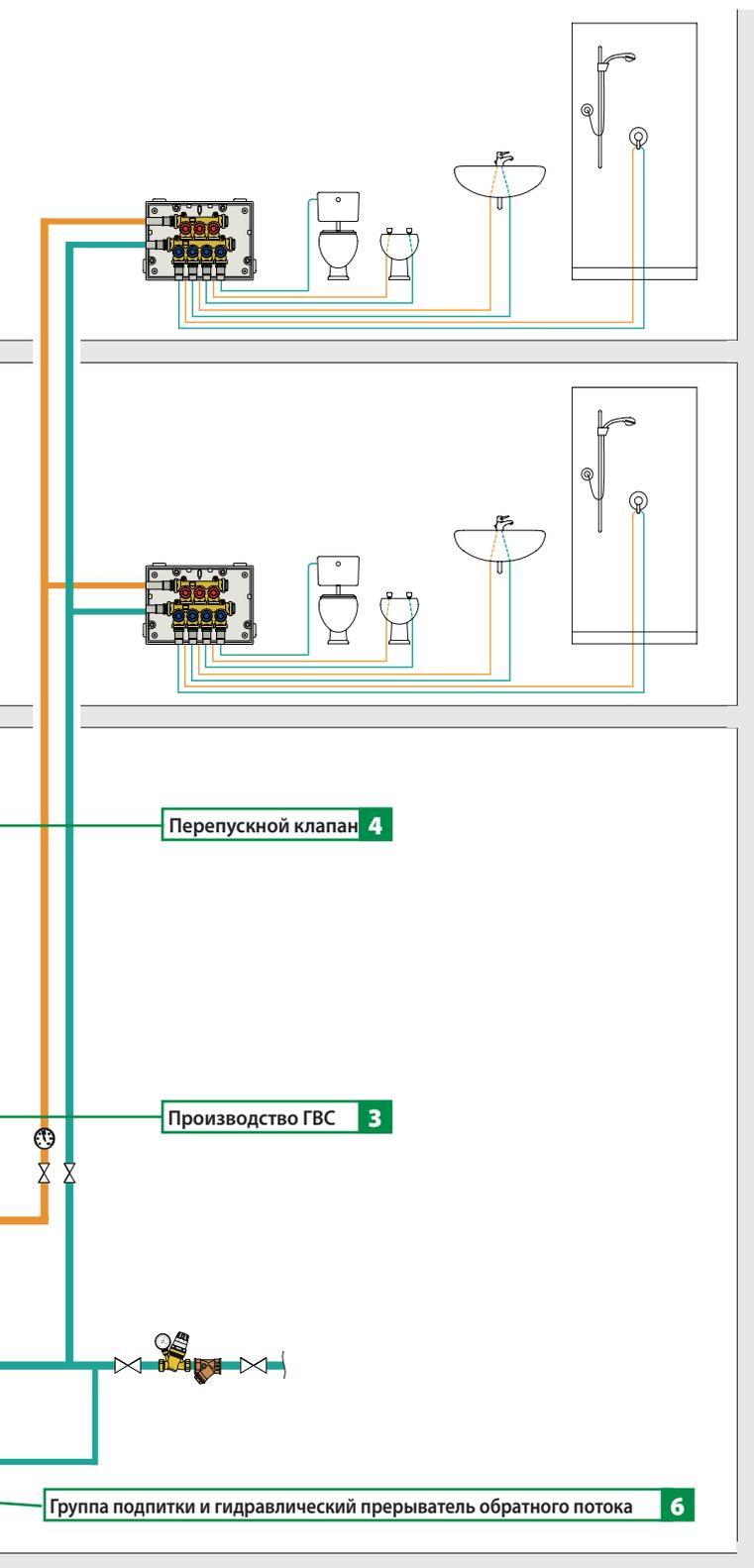
В рассматриваемом случае циркуляционный насос ТН обычно имеет достаточный расход и напор, и не требуется добавлять вторичный контур.

После команды выключения термостатов, тепловой насос должен поддерживать активной циркуляцию, чтобы утилизировать тепло еще присутствующее в компрессоре; при определенных условиях, ему может потребоваться активация цикла размораживания теплообменника (defrosting) при определенных условиях наружной среды (температура воздуха от 5 до -15°C и относительная влажность от 65% до 100%). В этих случаях агрегату потребуется особый расход воды, которого может не хватить, если зонные клапаны вторичного контура будут перекрыты.

Методов исправления этих ситуаций два: (А) применение гидравлического разделителя, который предполагает один или два повысительных насоса во вторичном контуре (В) применение перепускного клапана (или сбросного клапана), установленного между линией подачи и линией обратки и настроенного таким образом, чтобы перепускать необходимый минимальный расход.

Тепловой насос 1





Накопительный инерционный бак 2

Тепловую энергию необходимую для вспомогательных функций ТН можно брать непосредственно из системы. Наличие таких элементов, как зонные клапаны, может ограничивать ее доступность. Рекомендуется устанавливать накопительный инерционный бак на линии подачи или на линии обратки.

Производство ГВС – Перекидной клапан 3 5

Производство санитарной воды должно осуществляться с помощью накопительного бака; у теплового насоса нет тепловой мощности, чтобы поддерживать проточное производство горячей санитарной воды.

Контур должен быть снабжен трехходовым перекидным клапаном для управления санитарным приоритетом.

Перекидной клапан может быть шаровым или с затвором, сконструированный таким образом, чтобы во время отклонения потока один порт оставался всегда открытым. В противном случае тепловой насос может войти в аварийное состояние, поскольку циркуляцию воды никогда нельзя прерывать. Время перекидывания потока всегда достаточно короткое.

Этим приоритетом управляет термостат, установленный на накопительном баке.

Необходимы все аксессуары для управления объемом санитарной воды, следовательно, расширительный бак и предохранительный клапан для защиты системы, обратные клапаны для предотвращения ненужной циркуляции и термостатический смеситель для регулирования температуры распределения горячей воды.

Остается неизменной часть контура на входе в систему с фильтром и редуктором давления.

Группа подпитки и гидравлический прерыватель обратного потока 6

Дополнительная информация на странице 31.

Рис.29: Схема радиаторной системы с тепловым насосом

СХЕМА 2: СИСТЕМА НА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЯХ, ГАЗОВЫЙ КОТЕЛ

Классическая системы с газовым котлом (конденсационным или традиционным) и отопительными приборами в виде отопительных панелей предполагает более высокие расходы по сравнению с радиаторной системой. Зачастую одному циркуляционному насосу котла не удастся обеспечить такие значения.

Распределение 1

Гидравлический контур подразделяется на первичный и вторичный. Котел заставляет циркулировать жидкость в первичном контуре до гидравлического разделителя, встроенного в коллектор, соединенный с коллектором, который соединен с двумя стояками. Каждая ветка вторичного контура снабжена группой регулирования температуры по фиксированному значению механического или электронного типа.

Циркуляционным насосом каждой отдельной группы управляют поэтажные термостаты.

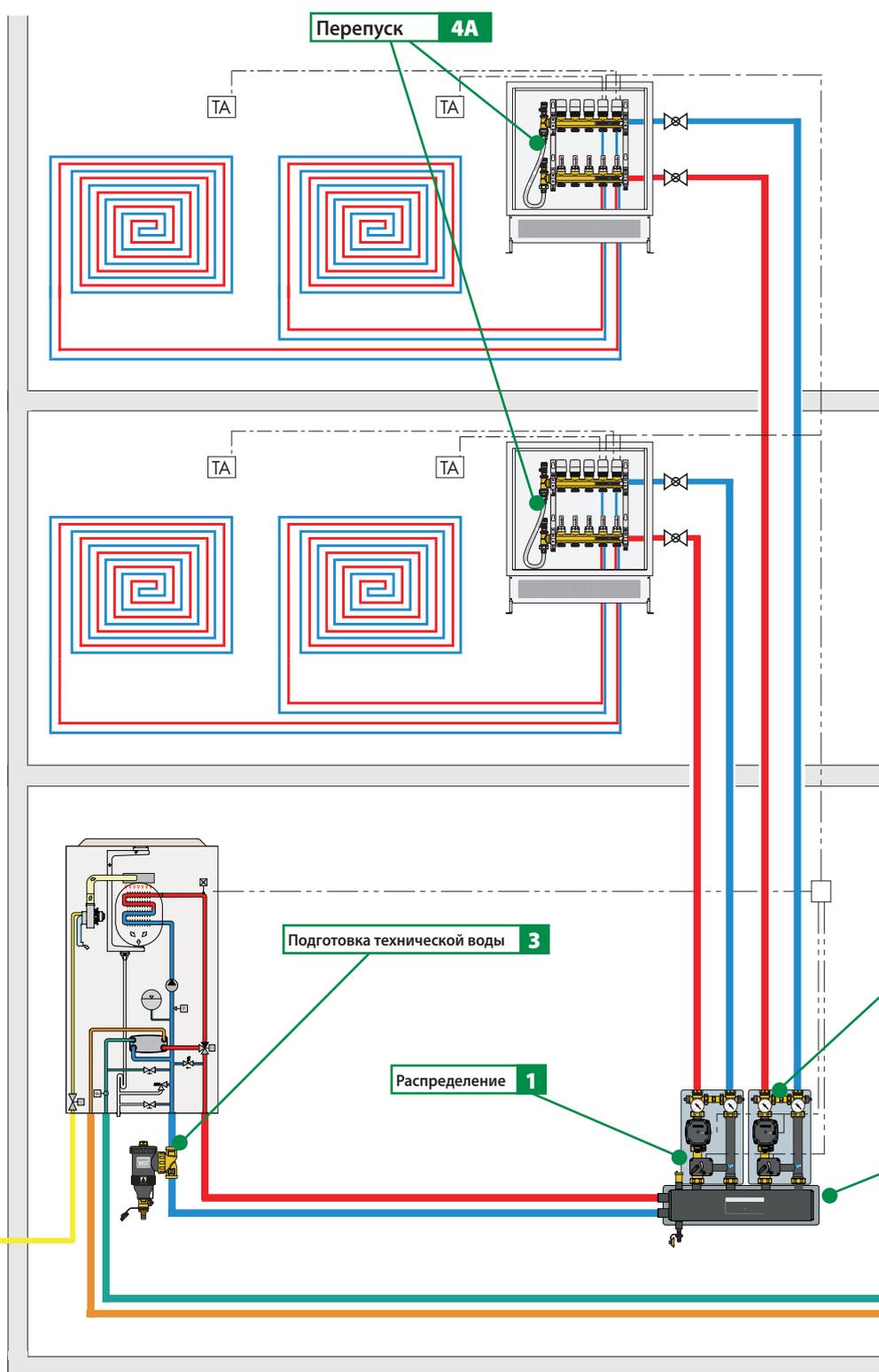
Активация для каждой отдельной зоны происходит на поэтажных коллекторах с помощью электротепловых приводов, соединенных с каждым отопительным контуром.

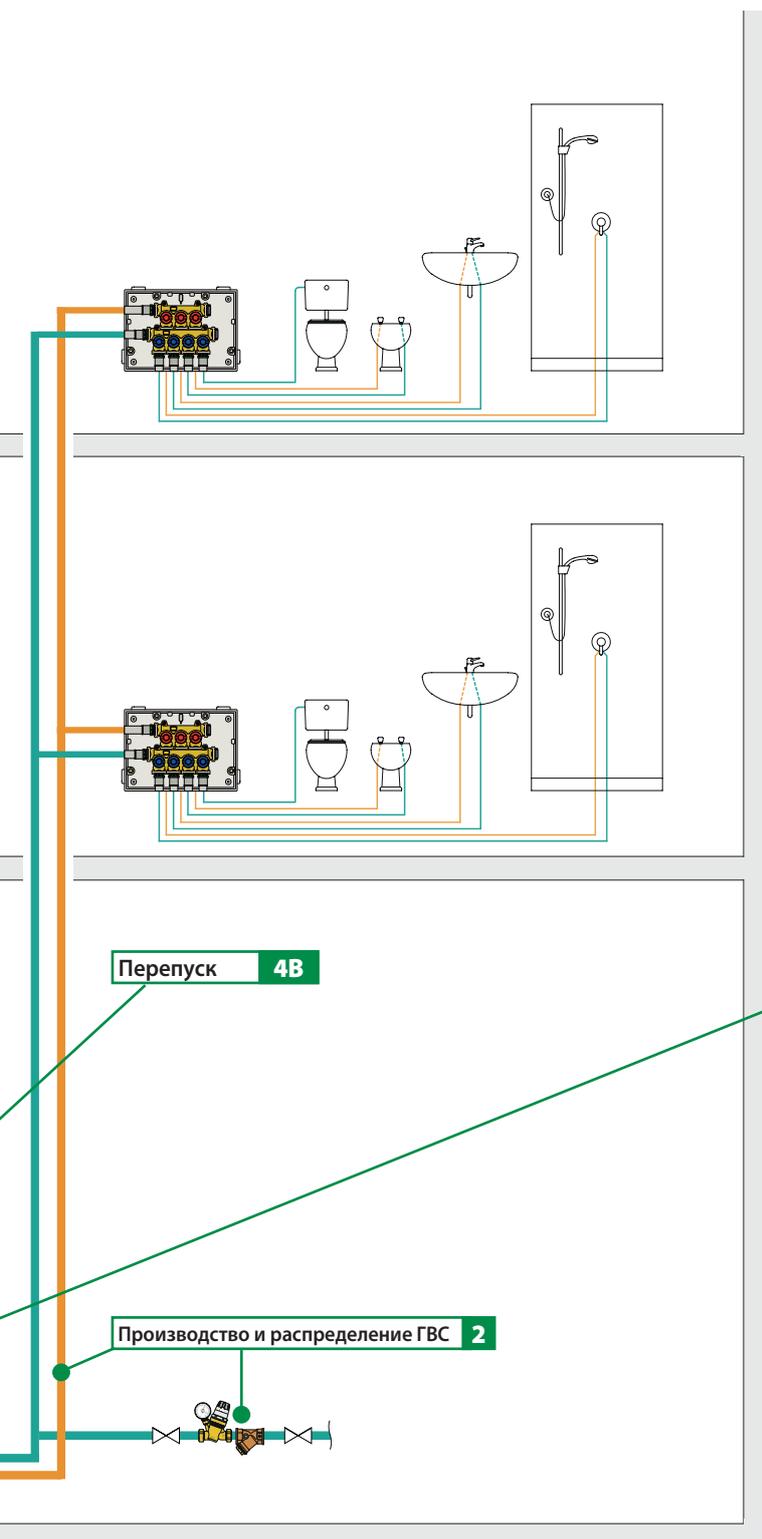
Производство и распределение ГВС 2

Производство горячей санитарной воды происходит проточным способом через котел, режимом приоритета управляет датчик потока. Помимо компонентов присутствующих внутри котла, требуется установить фильтр на входе водопроводной воды и редуктор давления для защиты системы и регулирования давления.

Подготовка технической воды 3

Подготовка воды закрытого контура предусматривает, в соответствии с нормативным актом UNI 8065, использование фильтра или магнитного грязеуловителя для защиты котла и добавки ингибиторов коррозии.





Перепуск 4A 4B

На первичном контуре не требуется перепускной клапан, поскольку там имеется гидравлический разделитель. На вторичном контуре, в случае режима работы при частичной нагрузке, является хорошей нормой предусматривать перепуск во избежание слишком высокого напора в зонах, которые остаются открытыми.

Перепуск с фиксированной настройкой (25 кПа) может быть встроенным внутри коллектора в конце линии (4A), либо, может устанавливаться после каждого насоса вторичного контура внутри отдельных групп (4B).

Первичный контур и вторичный контур 5

Подразделение на два разных контура обычно становится необходимым, поскольку расход, который может предоставить циркуляционный насос котла, не достаточный для питания двух зон системы отопительных панелей.

Температура подачи первичного контура установлена на более высокое значение, чем то, которое требуется излучающим отопительным приборам. Температура подачи вторичного контура, однако, находится на одном уровне со значением необходимым для систем отопительных панелей, благодаря смесительным клапанам, установленным на насосных группах.

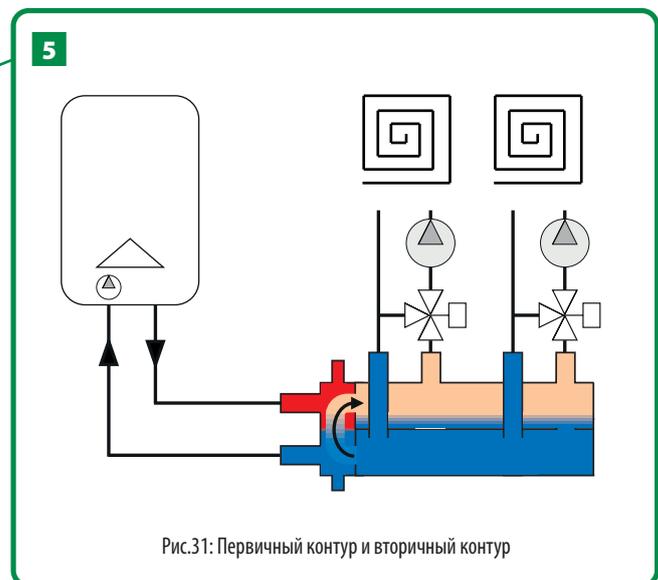


Рис.31: Первичный контур и вторичный контур

Рис.30: Схема системы на отопительных панелях с газовым котлом

МОДЕРНИЗАЦИЯ СХЕМА 2: СИСТЕМА НА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЯХ, ТЕПЛОВОЙ НАСОС

Замена газового котла на тепловой насос позволяет поддерживать первичный контур и вторичный контур, как в первоначальной конфигурации.

Инерционный гидравлический разделитель 1

Группу разделителя-коллектора нужно заменить на два различных компонента: инерционный гидравлический разделитель и коллектор.

У разделителя есть преимущество содержать минимальный объем воды необходимый для режима работы генератора; он выполняет функцию перепуска первичного контура.

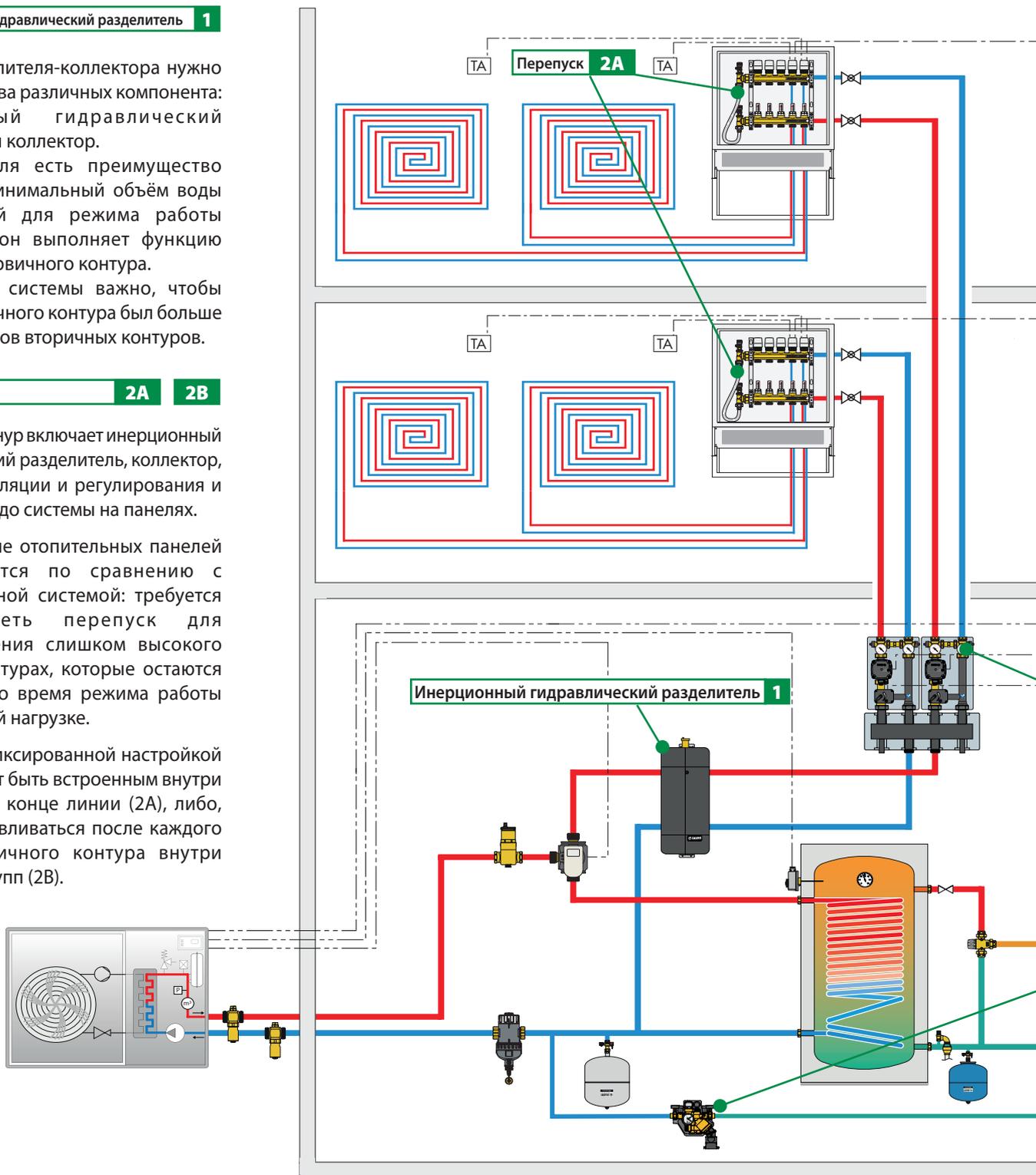
В этом типе системы важно, чтобы расход первичного контура был больше суммы расходов вторичных контуров.

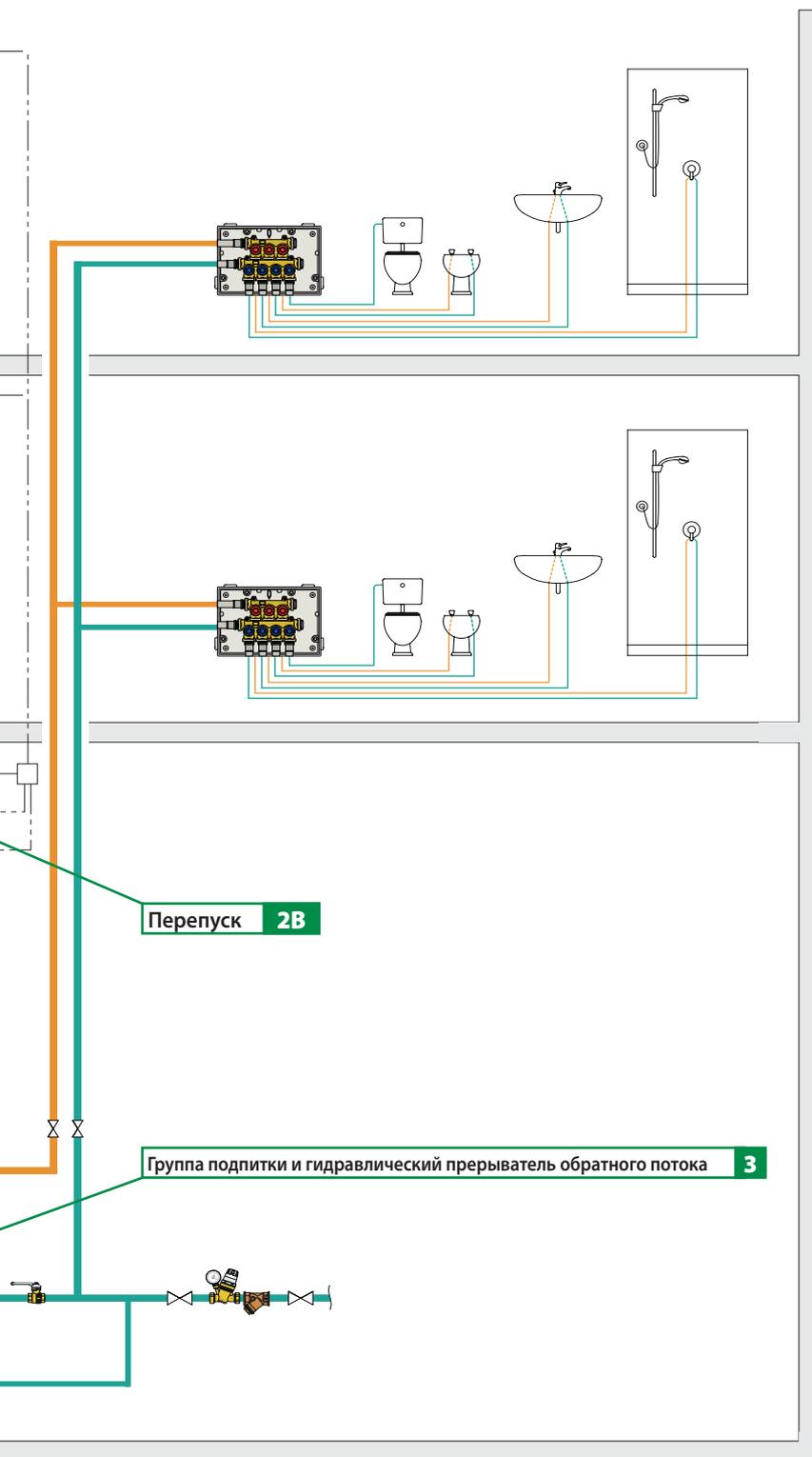
Перепуск 2А 2В

Вторичный контур включает инерционный гидравлический разделитель, коллектор, группы циркуляции и регулирования и всю разводку до системы на панелях.

Регулирование отопительных панелей не изменяется по сравнению с первоначальной системой: требуется предусмотреть перепуск для предотвращения слишком высокого напора в контурах, которые остаются открытыми во время режима работы при частичной нагрузке.

Перепуск с фиксированной настройкой (25 кПа) может быть встроенным внутри коллектора в конце линии (2А), либо, может устанавливаться после каждого насоса вторичного контура внутри отдельных групп (2В).





Группа подпитки и прерыватель обратного потока 3

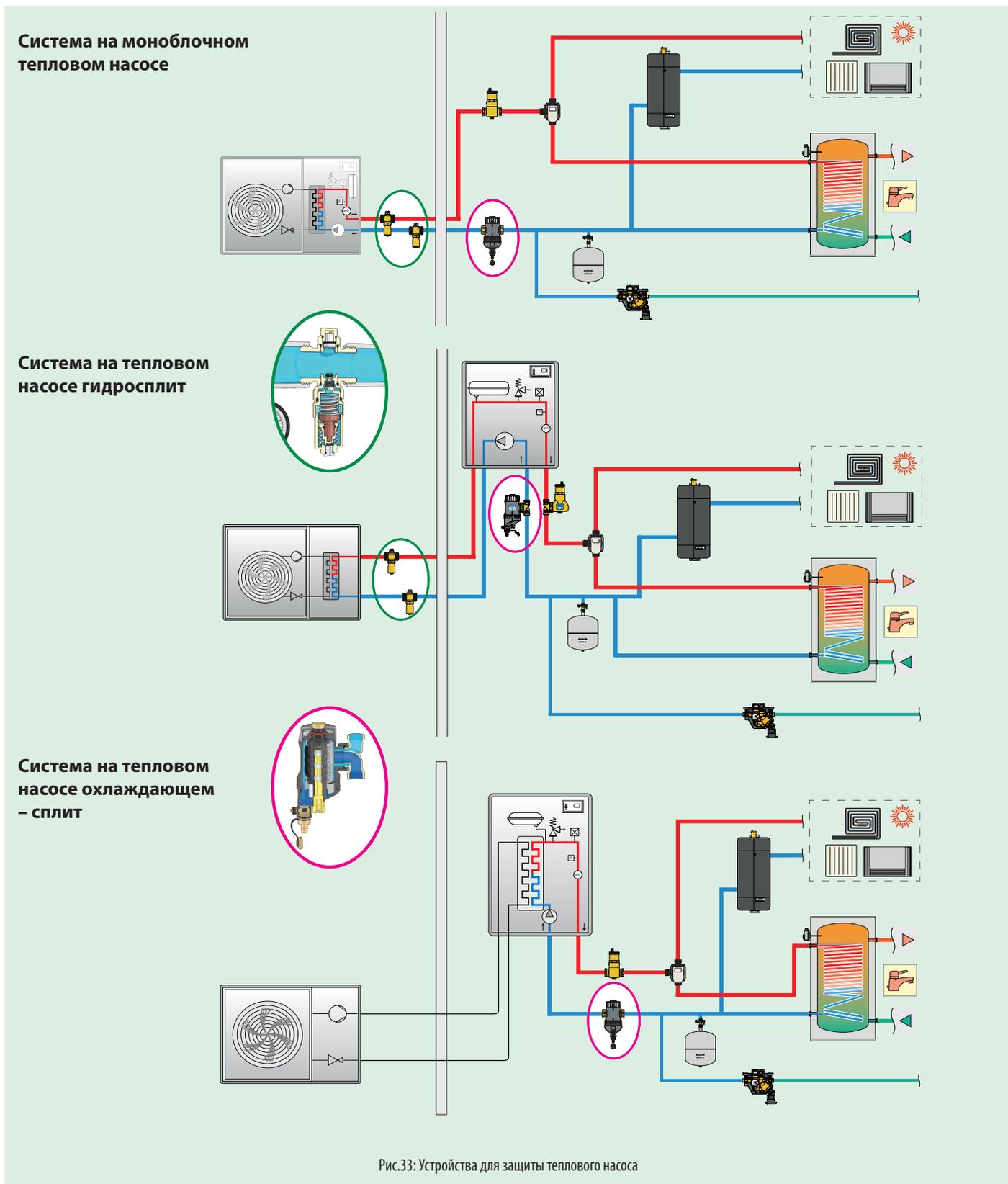
Группа подпитки и гидравлического прерывателя обратного потока выполняет два комбинированных действия необходимые для режима работы системы:

1. поддерживает давление в системе на оптимальном уровне (группа подпитки) для режима работы (обычно 1,5 бар);
2. предотвращает отток воды системы внутрь контура водоснабжения (гидравлическое прерывание потока). Применение гидравлического прерывателя потока регламентируется справочным нормативным актом EN 1717:2000 «Защита от загрязнения питьевой воды в гидравлических системах и общие требования устройств, предназначенных для предотвращения загрязнения от оттока». Этот нормативный акт классифицирует воду, содержащуюся в системах, в зависимости от степени опасности для здоровья человека, по пяти категориям. Вода, содержащаяся в системе отопления, в самых распространенных случаях, может попасть в категорию 3 («Жидкость, которая представляет определенную опасность для здоровья, благодаря наличию вредных веществ»), или в категорию 4 («Жидкость, которая представляет опасность для здоровья, благодаря наличию одного или нескольких токсических веществ»). На основании этой классификации, в распределительных контурах воды необходимо устанавливать подходящие устройства защиты от обратного потока.

Рис.32: Схема системы на отопительных панелях с ТН

ЗАЩИТА ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Защита генератора нужна для обеспечения целостности и эффективности агрегата. В этом разделе мы представляем клапаны с защитой от замерзания для защиты генератора от опасности замерзания и магнитные фильтры-грязеуловители для отделения загрязняющих частиц.



УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАМЕРЗАНИЯ

В моноблочной системе и гидросплит у гидравлического контура есть наружный участок, который соединяет тепловой насос с остальной системой. Этот участок, даже если и короткий и хорошо заизолированный, при определенных условиях, а именно при температуре ниже нуля и отключении электроэнергии, может подвергаться риску замерзания.

Возникновение сочетания замерзания-отключения энергии может привести к огромному ущербу, прежде всего, для теплообменника газ/вода агрегата.

Производители требуют добавлять гликоль в воду системы, либо использовать особые клапаны с защитой от замерзания.

Использование гликоля оказывается экономически затратным и представляет ряд недостатков, которые мы объясняли в подробной статье «Гликоль в отопительно-вентиляционных системах».

Клапан с защитой от замерзания представляет собой механическую систему защиты, являясь альтернативой использования гликоля. Когда, при отсутствии электропитания агрегат не может обеспечивать функцию защиты от

замерзания, и температура в трубопроводах опускается ниже определенного значения (3°C), клапан открывается и начинает капать. Целью не является слить воду из системы, а поддерживать воду контура в движении для предотвращения образования льда.

При группе подпитки, которая поддерживается открытой (нечастый выбор), давление системы остается постоянным, и, поэтому, сливу благоприятствует перепад давления между системой и атмосферой.

Если группа подпитки закрыта при открытии клапана, то давление выравнивается с атмосферным давлением, с этого момента слив воды становится возможным при наличии вакуумного предохранительного клапана, который позволяет сделать ввод воздуха в трубопровод. При возобновлении электропитания, агрегат снова запустится: в том случае, если группа подпитки окажется открытой, давление системы правильное, и, поэтому, тепловой насос может возобновить режим работы. В противном случае, реле минимального давления агрегата заблокирует режим работы, и, следовательно, потребуются вмешательство для заполнения системы.

ГЛИКОЛЬ В ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Гликоль является химической присадкой, используемой в системах на закрытом контуре, для предотвращения образования льда и того ущерба, который может последовать за этим.

Он подмешивается в определенном процентном отношении к общему объему воды в системе, таким образом, снижает температуру замерзания полученной смеси.

ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЬ / ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ	ТОЧКА ЗАМЕРЗАНИЯ
0 %	0 °C
10 %	-3 °C
20 %	-7 °C
30 %	-15 °C
40 %	-27 °C

Таблица 4: Точка замерзания в зависимости от % гликоля в системе

Гликоль обладает многочисленными недостатками, среди которых:

- высокие расходы на покупку и техническое обслуживание;
- процентное соотношение гликоля в системе необходимо периодически проверять: неправильная концентрация может вызвать неисправности и серьезные проблемы;
- с течением времени гликоль теряет свои характеристики и его необходимо заменять, это предполагает проблемы с утилизацией, поскольку он является загрязняющей присадкой.

Недостаток, которым не стоит пренебрегать, связан с рабочими характеристиками системы при наличии в ней смеси вода-гликоль по сравнению с использованием только воды в качестве теплоносителя; смесь снижает способность теплового обмена, увеличивает расход необходимый для получения тех же самых рабочих характеристик и увеличивает гидравлическое сопротивление.

Минимальная концентрация монопропиленгликоля [%]	10	10 < G < 20	20 < G < 30	30 < G < 45
Гидравлическое сопротивление	+ 8 %	+ 14 %	+ 27 %	+ 60 %
Расход воды	+ 0,5 %	+ 3 %	+ 6 %	+ 13 %
Термодинамическая мощность	- 1 %	- 2 %	- 4 %	- 9 %

Таблица 5: Снижение рабочих характеристик при смеси вода-гликоль

Все это переводится в увеличение энергетического потребления системы с соответствующим возрастанием затрат.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ

Различные компоненты, которые составляют отопительно-вентиляционную систему, подвержены изнашивающему действию загрязняющих примесей, которые циркулируют в теплоносителе.

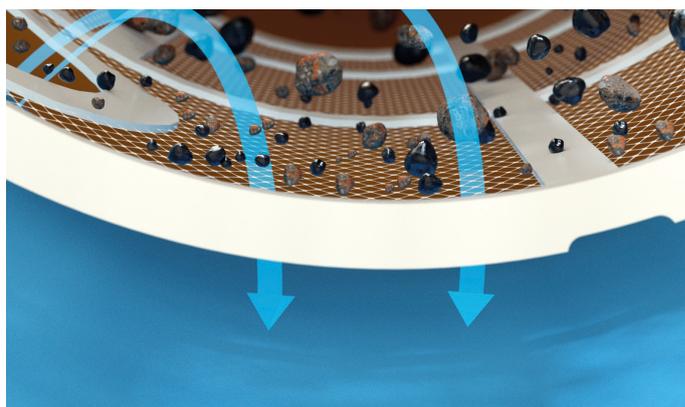
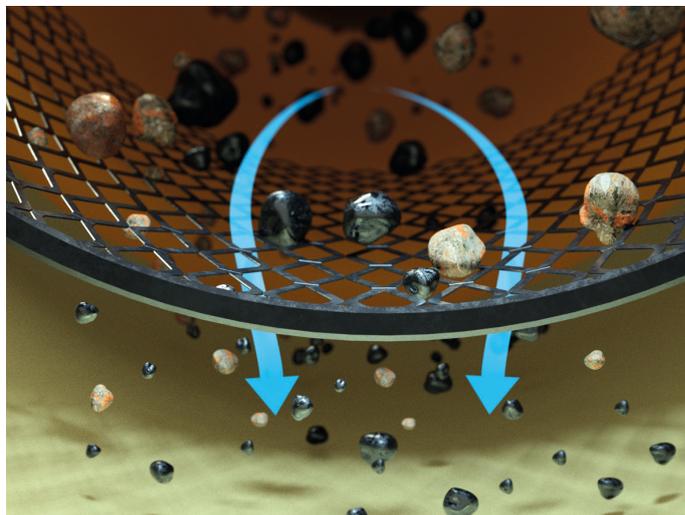
Если их своевременно не удалять, то они могут вызвать блокировку и залипание насосов, меньшую производительность теплообменников, нерегулярный режим работы клапанов и недостаточный теплообмен.



Теплообменник теплового насоса, вынужденный работать при сниженных температурных перепадах, намного более чувствителен к падению рабочих характеристик по сравнению с пластинчатым теплообменником, используемым в котле.

Падение производительности, вызванное скоплениями загрязняющих примесей, можно компенсировать при увеличении температуры воды на подаче; с одним тепловым насосом эту стратегию применить нельзя, и снижение производительности может вызвать высокое возрастание потребления.

Тепловому насосу нужна очень высокая степень защиты: все загрязняющие примеси необходимо останавливать при первом проходе. Использование комбинированного изделия в виде фильтра и грязеуловителя с магнитным эффектом предпочтительно по сравнению с традиционными наклонными фильтрами либо простыми грязеуловителями. Чем большим будет фильтрующее действие магнитного фильтра-грязеуловителя, тем дольше будет поддерживаться высокая эффективность систем на тепловом насосе.



ОСНОВНЫЕ УСТРОЙСТВА В КОНТУРАХ СИСТЕМ НА ТЕПЛОМ НАСОСЕ

ПЕРЕПУСКНОЙ КЛАПАН

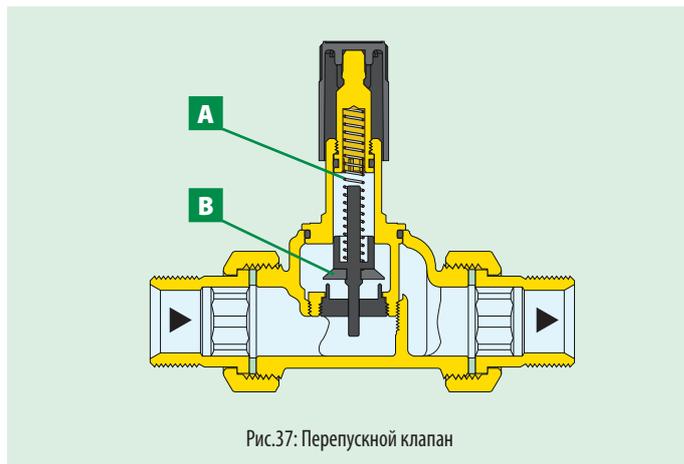
В системах на тепловом насосе всегда требуется обеспечивать циркуляцию минимального расхода воды. Если система разделена на первичный и вторичный контуры, этот расход обеспечивается гидравлическим разделителем. В иных случаях, как правило, используется перепускной клапан (или сбросной клапан), установленный в конце линии до возможных отсечений (зонных клапанов), которыми управляют термостаты. Клапан должен быть установлен после накопительного инерционного бака, чтобы всегда использовать запасенную тепловую энергию необходимую для режима работы агрегата.

НАСТРОЙКА ПЕРЕПУСКНОГО КЛАПАНА

В перепускном клапане, при регулировании сжатия пружины (А) изменяется равновесие сил, воздействующих на затвор (В), изменяя давление срабатывания клапана.

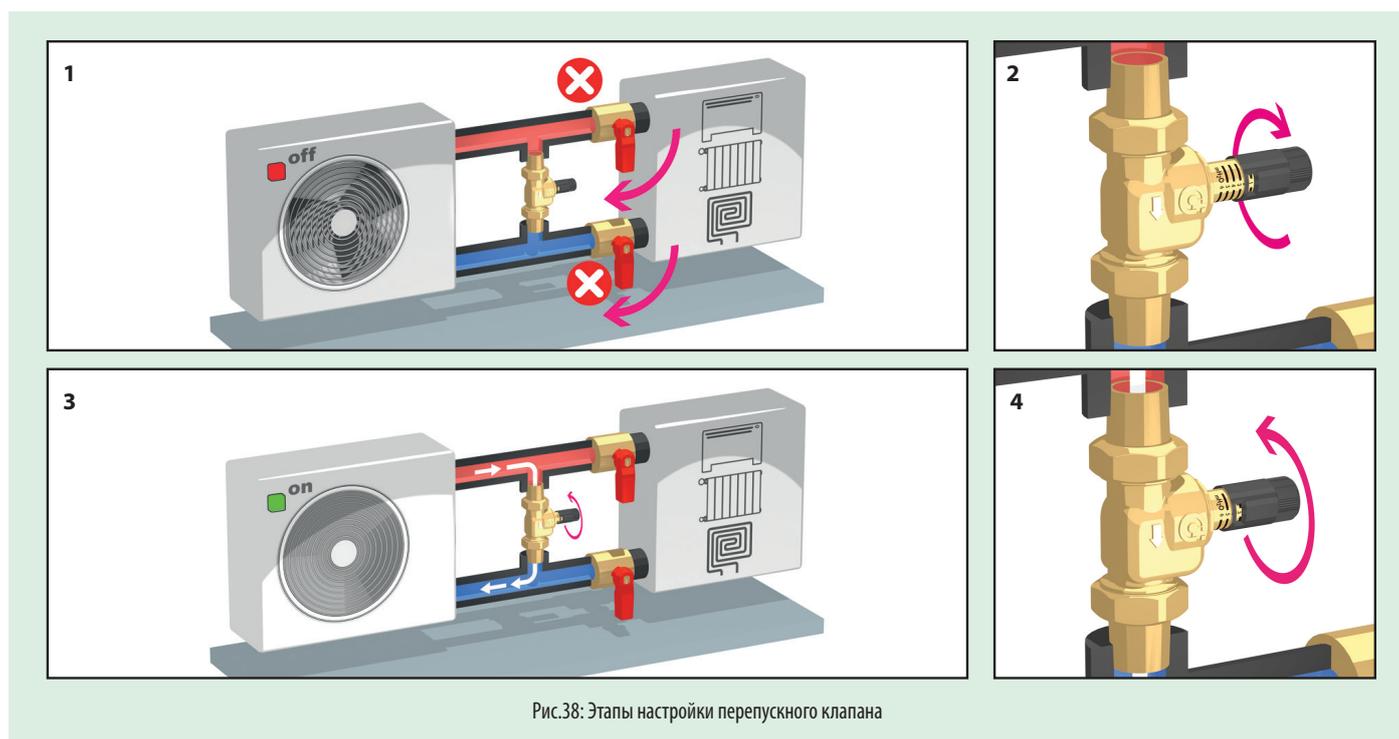
Затвор открывается, активируя перепускной контур, только когда на него воздействует дифференциальное давление, которое создает толчок, превышающий усилие контрастной пружины. Таким образом, обеспечивается проход (перепуск) части теплоносителя из контура подачи в контур обратки.

Расчет, на проектном уровне, осуществляется при выборе такой настройки клапана, чтобы у него было дифференциальное давление чуть выше давления в почти перекрытом контуре.



В практическом случае настройка может производиться при выполнении следующих этапов:

1. при выключенном тепловом насосе, перекройте все вторичные контуры;
2. отрегулируйте перепускной клапан на минимальное значение настройки;
3. включите тепловой насос и проверьте расход контура с помощью электроники на агрегате или специального измерителя расхода, установленного в линии;
4. увеличьте настройку клапана до получения необходимого «минимального» расхода, указанного производителем агрегата;
5. откройте все вторичные контуры.



НАКОПИТЕЛЬНЫЙ ИНЕРЦИОННЫЙ БАК

После команды на отключение термостатов, у ТН возникает необходимость поддерживать активной циркуляцию для утилизации тепла, все еще присутствующего в компрессоре агрегата. В других ситуациях активируется цикл размораживания теплообменника (defrosting) при определенных условиях наружной среды.

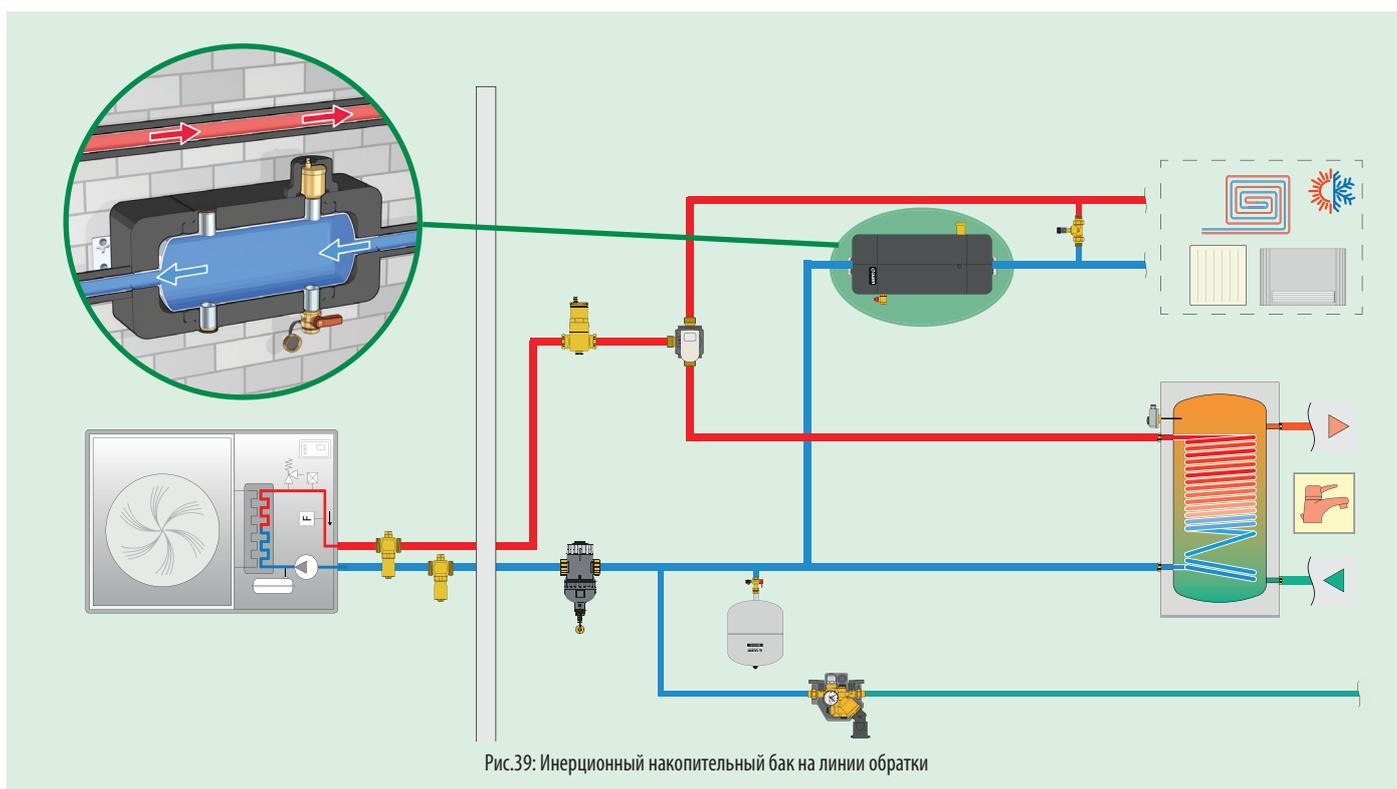
В этих случаях агрегат требует количества тепловой энергии всегда доступной при особом расходе воды, которого не было бы в том случае, когда зонные клапаны вторичного контура перекрыты.

Для обеспечения необходимой тепловой энергии можно использовать инерционный накопительный бак, установленный в линии системы. В этой конфигурации, для получения минимального расхода необходимо присутствие перепускного клапана между подачей и обратной. Альтернативой будет наличие интегрированного объема непосредственно в разделителе, который будет также обеспечивать минимальный необходимый расход.

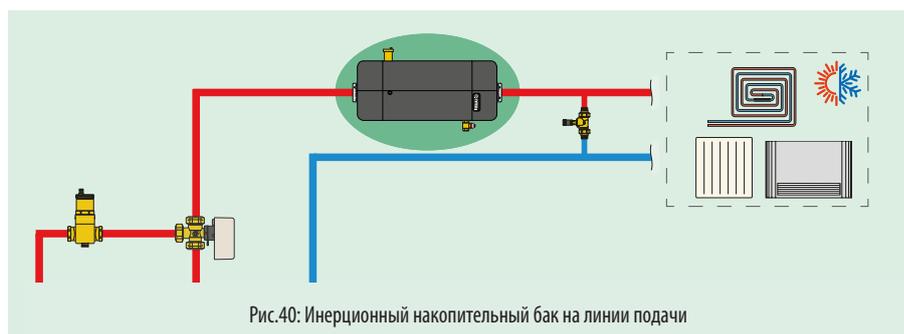
ИНЕРЦИОННЫЙ НАКОПИТЕЛЬНЫЙ БАК В ЛИНИИ

Инерционный накопительный бак, установленный в линии, может быть интегрирован в обратку или в подачу системы.

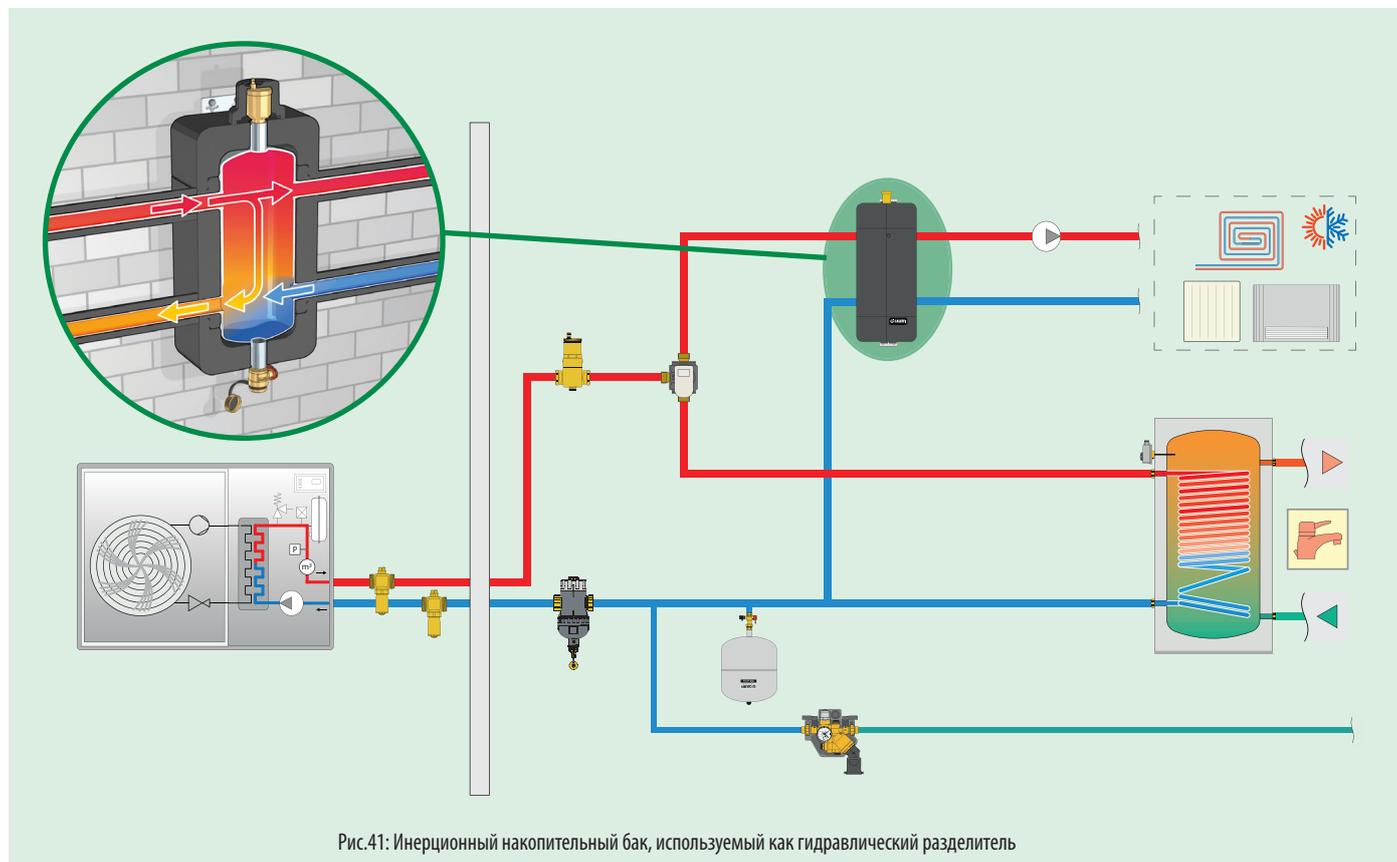
В первом случае обеспечивается стабильная температура на обратке к ТН, и потери тепла будут меньше, поскольку объем находится при более низкой температуре.



При установке на подаче имеется преимущество обеспечить более стабильную температуру отопительной системе.



ИНЕРЦИОННЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ



РАСЧЕТ

Расчет необходимого объема технической воды, в общей практике проектирования, имел тенденцию быть переоцененным по сравнению с реальной необходимостью (типовое используемое значение 100 л в системах до 15 кВт). В действительности, доступный объем должен быть пропорционален мощности агрегата, в соответствии со специальным правилом, установленным производителями тепловых насосов. С развитием агрегатов, соответствующим улучшением рабочих характеристик и применением новых хладагентных газов, требуемый объем постепенно уменьшился.

Требование производителей предусматривает **на каждый тепловой кВт мощности агрегата минимальный доступный объем от 2 до 6 литров воды системы.**

л/кВт	Мощность теплового насоса [кВт]										
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	10	10	15	15	20	20	20	25	25	30	30
3	15	20	20	25	25	30	35	35	40	40	45
4	20	25	30	30	35	40	45	50	50	55	60
5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
6	30	35	40	50	55	60	65	70	80	85	90

Таблица 6: Всегда доступный минимальный объем воды для теплового насоса, требуемый производителями

ПЕРЕКИДНОЙ КЛАПАН

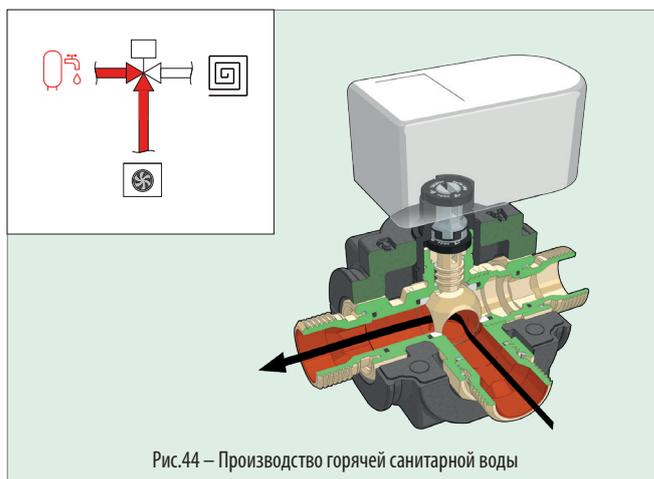
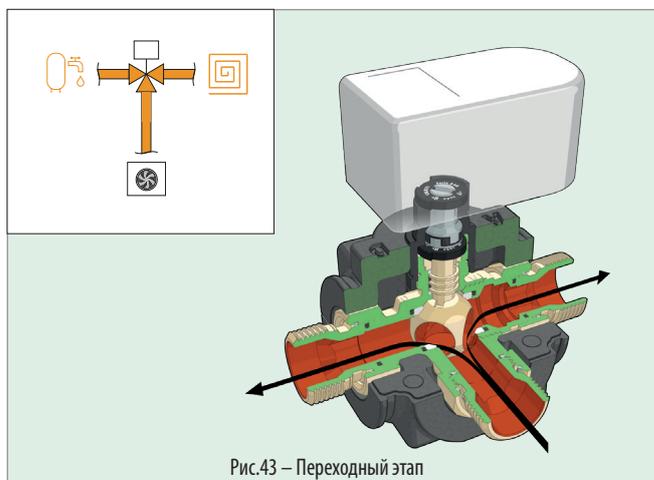
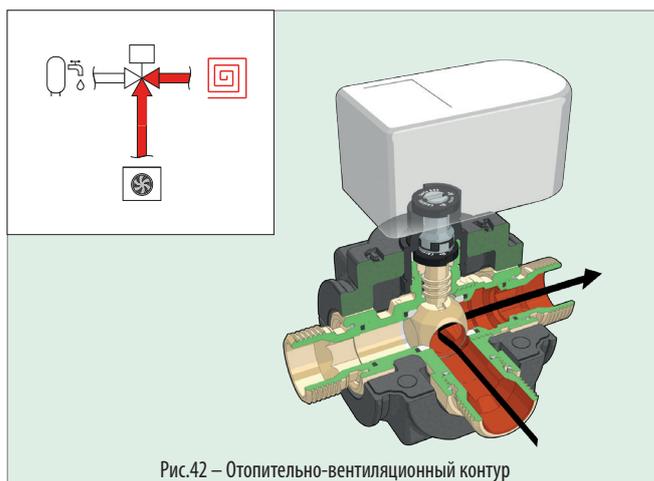
Трёхходовой перекидной клапан имеет назначение приоритета в накопительном производстве горячей санитарной воды. Им управляет непосредственно тепловой насос на основании сигнала, поступающего от термостата, расположенного на самом водонагревателе.

При отсутствии запроса от водонагревателя ГВС, клапан расположен таким образом, чтобы соединять агрегат с контуром отопительно-вентиляционной системы (Рис.42). Тепловой насос включается, если термостат среды требует вложения тепла в систему.

В случае запроса на производство горячей санитарной воды, клапан поворачивается таким образом, чтобы соединить контур теплового насоса со змеевиком теплообмена накопительного водонагревателя. Если термостат отопления запрашивает тепло, то запрос на ГВС будет приоритетным, поэтому вложение тепла в помещения будет прервано.

Обычно циркуляционный насос агрегата не отключается. По этой причине, необходимо, чтобы центральный порт всегда был соединен с открытой линией и чтобы циркуляция теплоносителя никогда не прерывалась. На рис.43 видно, как конфигурация органа отклонения, в этом случае шар, соединяет три линии во время переходного этапа. Необходимое время вращения обычно короткое.

По окончании вращения тепловой насос соединен со змеевиком ГВС и может начинать производство горячей воды. Агрегат повышает температуру подачи автоматическим способом до значений, которые могут быть выше 50-60°C (Рис.44)

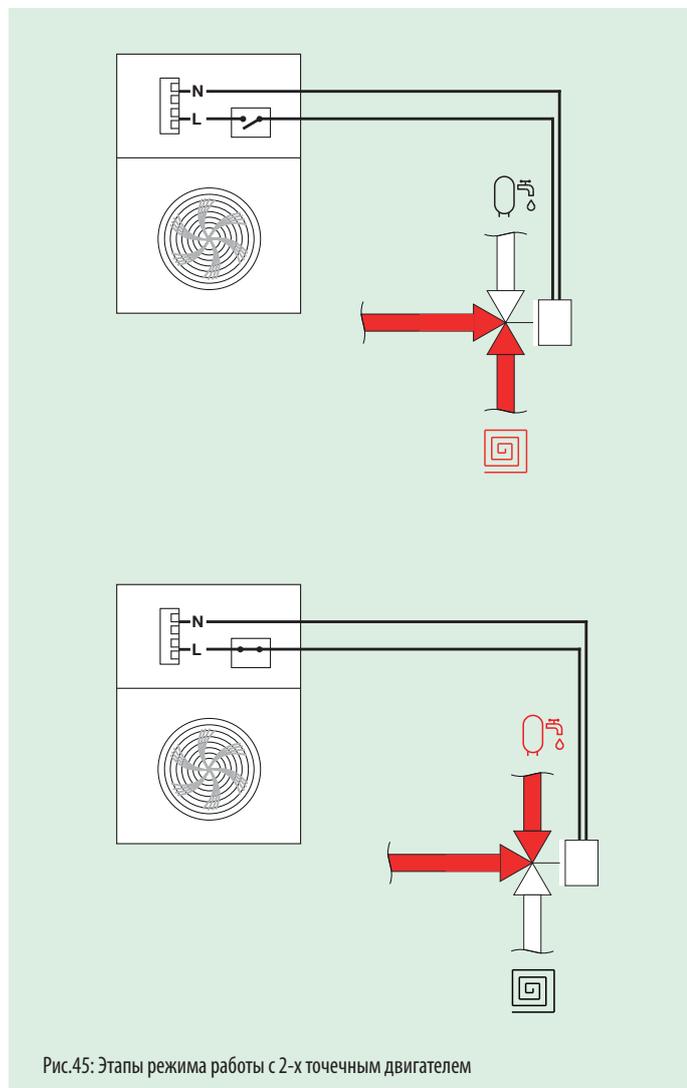


Двигателем перекидного клапана может управлять 2-х точечный или 3-х точечный привод.

2-Х ТОЧЕЧНЫЙ ПРИВОД

В случае двухточечного управления клапан может иметь пружинный возврат или конденсаторный разряд.

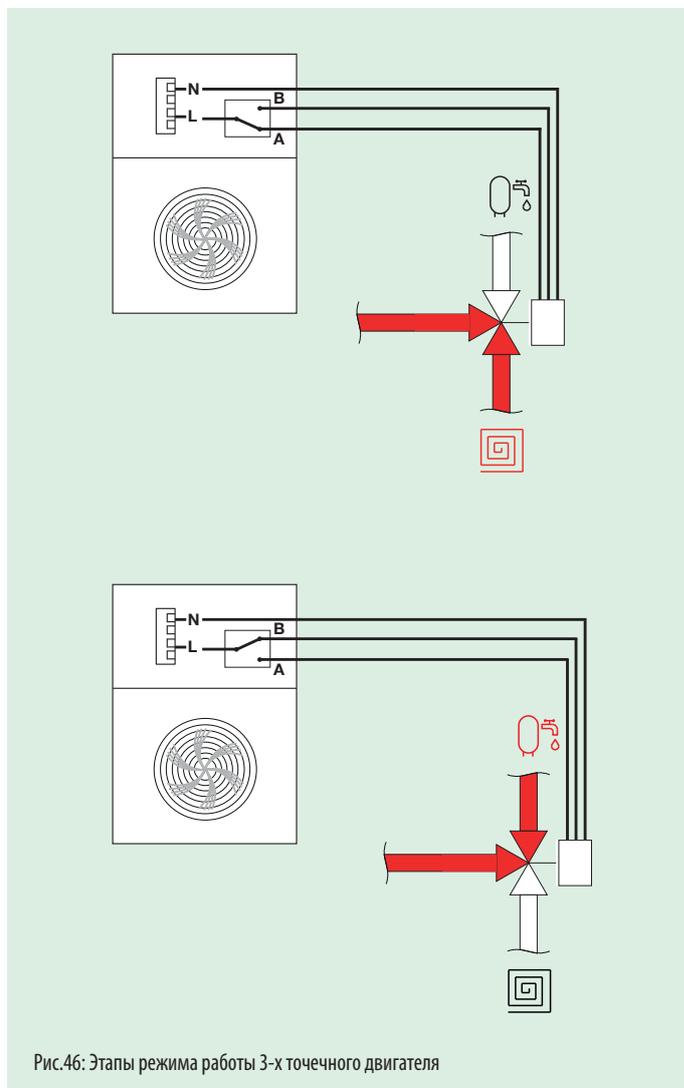
В первом случае, по достижении температуры настройки снимается напряжение и клапан механически приводится в отопительно-вентиляционный режим; во втором случае, когда отключено питание привода, двигатель, снабженный конденсатором, использует накопленную им энергию для приведения клапана в первоначальное положение (Рис.45).



3-Х ТОЧЕЧНЫЙ ПРИВОД

У трёхточечного привода есть следующие этапы режима работы:

- если питание подается на контакт А, двигатель отклоняет клапан на отопительно-вентиляционный контур;
- если питание подается на контакт В, двигатель отклоняет клапан на водонагреватель ГВС;
- если питание контактов отсутствует, двигатель остается отключенным в своем последнем положении, поэтому и клапан также остается в своем последнем положении.



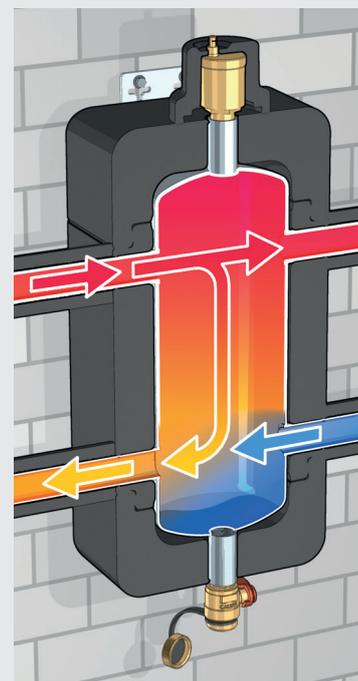
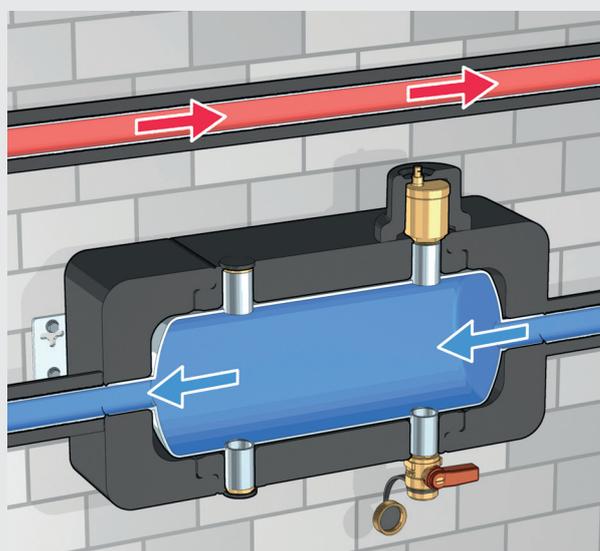


- Объединяет функцию гидравлического разделителя и инерционного объема
- Корпус из нержавеющей стали
- Изоляция, подходящая для систем отопления и охлаждения
- Гибкость монтажа, благодаря 6 одинаковым подсоединениям
- Возможность использования, как инерционного бака в линии

Инерционный гидравлический разделитель из **НЕРЖАВЕЮЩЕЙ** стали для систем на тепловом насосе имеет двойное назначение: гидравлическое разделение и инерционного накопителя.

Гидравлическое разделение нужно для того, чтобы сделать независимыми между собой расходы первичного контура (контура теплового насоса) и вторичного контура (к отопительным приборам). А объем инерционного гидравлического разделителя нужен для обеспечения минимального содержания воды в системе для правильного режима работы теплового насоса.

Эта серия разработана для настенной установки, как вертикально, так и горизонтально и для режима работы при отоплении и охлаждении.



Материал **НЕРЖАВЕЮЩАЯ** сталь AISI 304

Инерционный гидравлический разделитель Серии 5485, благодаря своему высокому качеству, по сравнению с традиционными типами из углеродистой стали, помогает поддерживать систему отопления в чистоте

Поэтому снижаются проблемы, относящиеся к загрязняющим примесям, образующимся от коррозии, и, как следствие, затраты на техническое обслуживание всей системы.

Расчет

Гидравлический разделитель рассчитывается с учетом значения максимального расхода, рекомендованного на входе. Выбранное значение должно быть наибольшим среди суммы расходов первичного контура и суммы расходов вторичного контура.

А объем инерционного гидравлического разделителя зависит от минимального объема воды, требуемого производителем теплового насоса, для обеспечения правильного режима работы агрегата, также и во время этапов размораживания. Обычно, для последних моделей тепловых насосов, можно принять среднее значение, рассчитанное на основании мощности агрегата, которая меняется от 2,5 до 3,5 литров/кВт.

Объем	Подсоединения	Максимальный расход	Номинальная мощность ТН
15 л	1"	3,5 м³/ч	3–5 кВт
20 л	1"	3,5 м³/ч	
25л	1"	3,5 м³/ч	6–8 кВт
30 л	1"	3,5 м³/ч	9–12 кВт
50 л	1 1/4"	5,5 м³/ч	13–25 кВт

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛЯ ОДНОГО ДОМА – ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

В этом последнем разделе журнала представлены некоторые практические примеры реконструкции небольшой виллы на одну семью.

Для случая, приведенного в качестве примера, рассматривалась несущая конструкция из кирпичной кладки, неизолированная, и генератор, представленный традиционным газовым котлом.

Это очень распространенная ситуация строительного парка, которая требует энергетической реконструкции.

Внутри данного типа, было сделано различие, по сравнению с двумя самыми распространенными в жилищном секторе системами отопления: радиаторными системами и системами теплого пола (на отопительных панелях).

Для каждой из этих двух категорий были проанализированы различные вмешательства по реконструкции, такие как:

- замена генератора тепла, при учете, как случая замены на конденсационный котел, так и замены на тепловой насос воздух-вода. В этом последнем случае была имитирована температура подачи в систему соответствующая предполагаемому типу отопления и изоляции.
- изменение системы регулирования, приспособливая ее к типу отопления. Например, учитывая регулирование с помощью термостатических клапанов и климатическое для радиаторных систем и климатическое регулирование для отопительных панелей.
- включение тепловой изоляции строительной конструкции, при учете изоляции неостекленных элементов: вертикальных стен и кровли. Было высказано предположение, что это вмешательство имеет наибольшее соотношение между затратами и выгодами.
- установка фотоэлектрической системы. Этот тип был рассмотрен только в сочетании с генератором тепла, чтобы можно было использовать выгоды от нее также и в системах отопления.

Рассмотренные вмешательства были выбраны с целью энергетической реконструкции, которую можно было бы выполнить, при сохранении обитаемости жилых помещений.

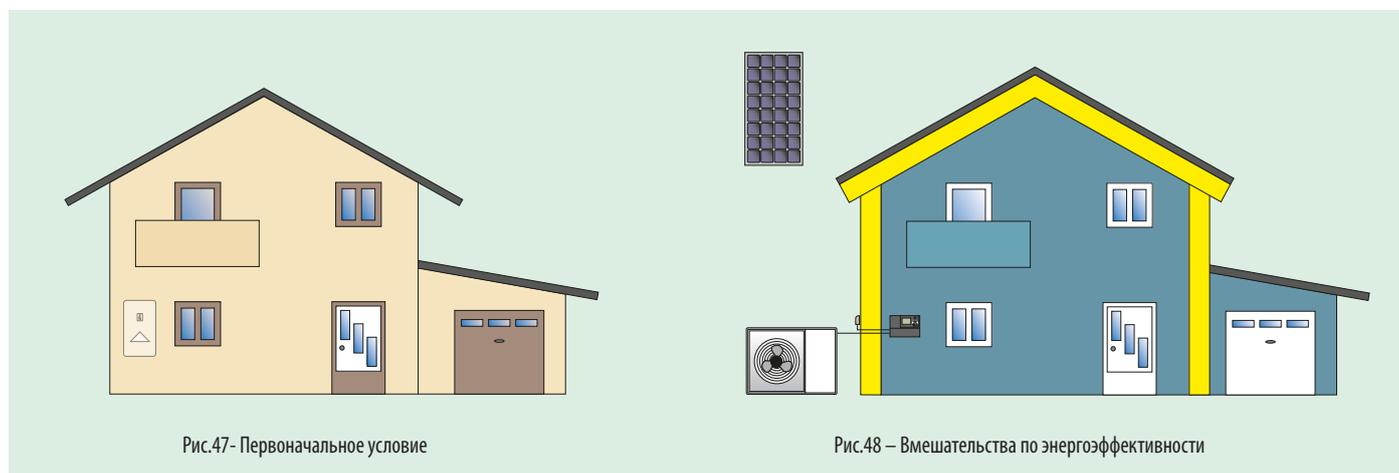


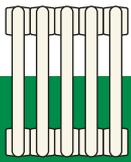
Рис.47- Первоначальное условие

Рис.48 – Вмешательства по энергоэффективности

В частности, экономическое сбережение, на которое существенно влияют цены на энергоносители (природный газ и электроэнергия), было разделено на три величины:

- номинальное значение, которое учитывает оптимально отрегулированную систему, но без каких-либо мер особого управления, таких как, преимущественная активация тепловых насосов в дневное время суток;
- минимальное значение, которое представляет экономию (или, в некоторых случаях, большие затраты), которую можно достичь при плохо отрегулированной и управляемой системе;
- максимальное значение, которое является показателем экономии, достижимой при хорошо отрегулированных и управляемых системах.

Это разделение, как показано в таблицах на следующих страницах, выделяет важность регулирования и управления системами при энергетической реконструкции; фактически, является общей практикой, что сбережениям энергии высокого класса, в большинстве случаев, не соответствует экономическое сбережение.



ВМЕШАТЕЛЬСТВА ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ЗДАНИИ ДЛЯ ОДНОЙ

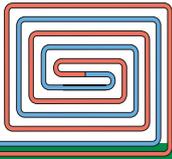
Значения относятся к небольшой отдельной вилле с площадью, составляющей 135м² - рассеивающая площадь 420м²

Тип вмешательства				Изменение величин / потребления		
ИЗОЛЯЦИЯ КОНСТРУКЦИИ	ТЕПЛОЙ ГЕНЕРАТОР	РЕГУЛИРОВКА СИСТЕМЫ	ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА	МОЩНОСТЬ ГЕНЕРАТОРА	ПОТРЕБЛЕНИЕ ГАЗА	ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
 Никакой изоляции	 Традиционный газовый котел	 Термостат ВКЛ./ОТКЛ.	 Нет фотоэлектрической системы	кВт 0 %	 Nm ³ 0 %	 0 %
 Никакой изоляции	 Конденсационный котел	 Термостатические клапаны Блок климат-контроля	 Нет фотоэлектрической системы	0 %	-11 %	0 %
 Изоляция конструкции	 Конденсационный котел	 Термостатические клапаны Блок климат-контроля	 Нет фотоэлектрической системы	-36 %	-48 %	31 %
 Никакой изоляции	 Тепловой насос	 Термостаты среды Блок климат-контроля	 Нет фотоэлектрической системы	0 %	-100 %	2964 %
 Изоляция конструкции	 Тепловой насос	 Термостаты среды Блок климат-контроля	 Нет фотоэлектрической системы	-36 %	-100 %	1302 %
 Никакой изоляции	 Тепловой насос	 Термостаты среды Блок климат-контроля	 Фотоэлектрическая система	0 %	-100 %	-2153 %
 Изоляция конструкции	 Тепловой насос	 Термостаты среды Блок климат-контроля	 Фотоэлектрическая система	-36 %	-100 %	638 %

СЕМЬИ С РАДИАТОРНОЙ СИСТЕМОЙ И ТРАДИЦИОННЫМ ГАЗОВЫМ КОТЛОМ

- конструкция с традиционными стенами, кровля из кирпича и бетона – оконные блоки деревянные со стеклопакетом

Энергосбережение		Экономическое сбережение		
ПЕРВИЧНАЯ ЭНЕРГИЯ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КЛАСС	МИНИМАЛЬНОЕ	НОМИНАЛЬНОЕ	МАКСИМАЛЬНОЕ
кВтч/м ² /год	 F	 0 %	 0 %	 0 %
10 %	F	1,3 %	10,3 %	14,4 %
48 %	D	40,0 %	45,5 %	19,0 %
61 %	C	-48,5 %	7,2 %	25,7 %
82 %	A3	32,1 %	57,5 %	66,0 %
72 %	A1	-9,2 %	31,7 %	52,2 %
91 %	A4	64,2 %	31,7 %	84,4 %



ВМЕШАТЕЛЬСТВА ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ЗДАНИИ ДЛЯ ОДНОЙ СЕМЬИ С СИСТЕМОЙ

Значения относятся к небольшой отдельной вилле с площадью, составляющей 135м² - рассеивающая площадь 420м²

Тип вмешательства				Изменение величин / потребления		
ИЗОЛЯЦИЯ КОНСТРУКЦИИ	ТЕПЛОВОЙ ГЕНЕРАТОР	РЕГУЛИРОВКА СИСТЕМЫ	ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА	МОЩНОСТЬ ГЕНЕРАТОРА кВт	ПОТРЕБЛЕНИЕ ГАЗА Nm ³	ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
 Никакой изоляции	 Традиционный газовый котел	 Термостат ВКЛ./ОТКЛ.	 Нет фотоэлектрической системы	0 %	0 %	0 %
 Никакой изоляции	 Конденсационный котел	 Термостатические клапаны Блок климат-контроля	 Нет фотоэлектрической системы	0 %	-9 %	0 %
 Изоляция конструкции	 Конденсационный котел	 Термостаты среды Блок климат-контроля	 Нет фотоэлектрической системы	-38 %	-48 %	88 %
 Никакой изоляции	 Тепловой насос	 Термостаты среды Блок климат-контроля	 Нет фотоэлектрической системы	0 %	-100 %	2615 %
 Изоляция конструкции	 Тепловой насос	 Термостаты среды Блок климат-контроля	 Нет фотоэлектрической системы	-38 %	-100 %	884 %
 Никакой изоляции	 Тепловой насос	 Термостаты среды Блок климат-контроля	 Фотоэлектрическая система	0 %	-100 %	1806 %
 Изоляция конструкции	 Тепловой насос	 Термостаты среды Блок климат-контроля	 Фотоэлектрическая система	-38 %	-100 %	456 %

НА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЯХ (ТЕПЛЫЙ ПОЛ) И ТРАДИЦИОННЫМ ГАЗОВЫМ КОТЛОМ

- конструкция с традиционными стенами, кровля из кирпича и бетона – оконные блоки деревянные со стеклопакетом

Энергосбережение

ПЕРВИЧНАЯ ЭНЕРГИЯ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КЛАСС

кВтч/м²/год

0 %



F

Экономическое сбережение

МИНИМАЛЬНОЕ

НОМИНАЛЬНОЕ

МАКСИМАЛЬНОЕ



0 %



0 %



0 %

9 %

F

5,9%

12,9 %

11,4 %

48 %

D

46,1 %

50,1%

14,0 %

61 %

B

-16,5 %

14,5 %

28,3 %

85 %

A3

55,0 %

67,0 %

72,3 %

72 %

A1

16,9 %

39,0 %

55,2 %

91 %

A4

72,6 %

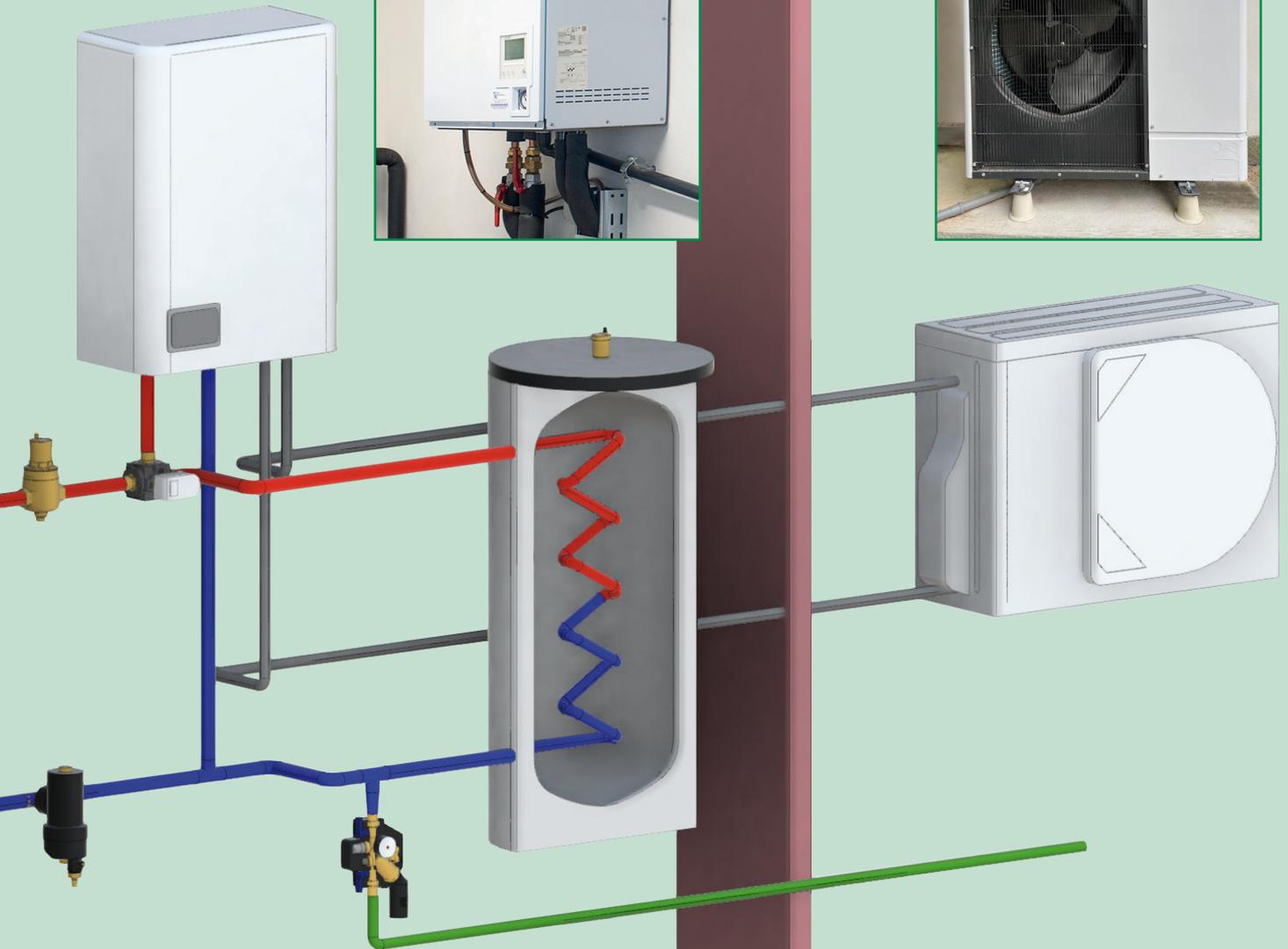
79,9 %

85,2 %

ОТ ПРОЕКТА ДО РЕАЛИЗАЦИИ



Рассмотренное вмешательство по реконструкции касалось системы, установленной на двух этажах отдельного дома. Первоначальная система, установленная в начале 2000-х годов, в качестве генератора имела газовый котел на 29 кВт, отопление осуществлялось с помощью чугунных радиаторов, снабженных однотрубными клапанами. На общем уровне были заменены оконные блоки, была установлена внешняя облицовка с изоляцией перекрытий и фотоэлектрическая система на 9 кВтп и батареи на 20 кВтч. Система отопления была преобразована с генератором на тепловом насосе охлаждающем-сплит на 14 кВт, отопление с помощью системы на отопительных панелях (теплый пол) и накопительный водонагреватель на 400 л. Система снабжена вентиляционным агрегатом УМВ с интеграцией теплового насоса. Энергетический класс здания перешел от F к A4.



КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ GREEN ЭВОЛЮЦИИ



СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ
**ТЕПЛОВЫХ
НАСОСОВ**
ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ ПЕРЕХОД ЭНЕРГИИ

Тепловые насосы меняют рынок сантехники и отопления с точки зрения «green». Мы разработали полный ассортимент продукции для правильного режима работы, эффективности и безопасности новых отопительно-вентиляционных систем: зонный клапан серии 6445, перепускной клапан серии 518, магнитный фильтр-грязеуловитель CALEFFI XF, инерционный гидравлический разделитель серии 5485 и клапан защиты от замерзания iStop®. ГАРАНТИРОВАНО CALEFFI.

