

Электроотопление — локальная ниша или глобальная перспектива в условиях энергоперехода?

С.С. АНФИМОВ, В.В. КОРОТЧЕНКО, к. т. н., Ассоциация «НП Совет рынка»

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ СЕГОДНЯ

Обеспечение предприятий и населения теплом и горячей водой, особенно в холодное время года, — одна из важнейших задач, которая стоит перед органами исполнительной власти в регионах нашей страны. В России функционирует сложно организованная, но в значительной мере надёжная система производства и распределения тепловой энергии, состоящая из множества локальных систем теплоснабжения. Более 80% из них — это системы централизованного теплоснабжения (СЦТ), остальные обеспечивают потребителей теплом от индивидуальных источников. В крупных и средних городских поселениях исторически сложилась высокая степень централизации систем теплоснабжения. Основные источники тепловой энергии для городских СЦТ — теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) и водогрейные котельные.

Исторически основную тепловую нагрузку ТЭЦ по пару и, в меньшей степени, по горячей воде обеспечивали расположенные в непосредственной близости крупные промышленные предприятия, имеющие постоянное потребление тепловой энергии в течение суток или работающие по заранее согласованному с ТЭЦ графику потребления тепловой энергии. В начале 90-х годов на фоне экономической ситуации в стране произошёл спад потребления как электрической, так и тепловой энергии, а также массовый отказ тепловых потребителей от теплоснабжения от ТЭЦ с последующим переходом на собственные котельные, в том числе и паровые. В таких условиях на ТЭЦ постепенно подключалась тепловая нагрузка бытовых потребителей, что с одной стороны позволило сохранить возможность работы ТЭЦ в когенерационном режиме, а с другой стороны — эффективность работы ТЭЦ оказалась в большей степени зависима от сезонности и графика электрической нагрузки. Снижение отпуска тепловой энергии промышленным потребителям вместе с необходимостью поддержания требуемого диспетчерского графика электрической мощности вынуждают ТЭЦ работать в неэффективном режиме,

вплоть до работы в конденсационном режиме, либо ставить дополнительные водогрейные котлы для покрытия возрастающей нагрузки по отоплению в холодное время года, что со своей стороны приводит к скрытой «котельнизации» систем теплоснабжения.

При отсутствии в населённом пункте ТЭЦ основными источниками тепловой энергии являются котельные. Котельные в сравнении с ТЭЦ имеют невысокую дымовую трубу, необходимую для отведения продуктов сгорания в атмосферу, и далеко не всегда оборудованы системами очистки дымовых газов и продуктов горения. Если в газифицированных населённых пунктах проблемы с загрязнением атмосферного воздуха не столь критичны, то экологические показатели в населённых пунктах регионов, использующих уголь и мазут, в настоящее время оставляют желать лучшего.

Для улучшения экологической обстановки в населённых пунктах и снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в настоящее время реализуется федеральный проект «Чистый воздух». Первоначальный список из 12 крупных промышленных центров (Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Чита) на сегодняшний день расширен до 41 городского поселения и городского округа (добавлены города Улан-Удэ, Махачкала, Барнаул, Комсомольск-на-Амуре, Астрахань, Ангарск, Иркутск, Кемерово, Курган, Новочеркасск, Ростов-на-Дону, Южно-Сахалинск и др.)¹.

В городах и пригородах с низкой плотностью застройки, а также в сельской местности помимо централизованных котельных используются индивидуальные системы отопления как с использованием газа, так и с использованием угля. Использование газа для отопления на первый взгляд является наиболее удобным и экономически выгодным, однако несоблюдение мер безопасности может привести к печальным последствиям. Участившиеся в последнее время ава-

¹ Федеральный закон от 26.07.2019 № 195-ФЗ, распоряжение Правительства РФ от 07.07.2022 № 1852-р.

рии в частных и многоквартирных домах, подключённых к системе газоснабжения (причём не только для обеспечения тепловой энергией, но и для функционирования газовых плит), приводят не только к разрушению зданий, но и к человеческим жертвам. В этой связи вопрос обеспечения безопасности систем теплоснабжения становится особенно важным.

Рынок тепловой энергии, по сравнению с рынком электрической энергии, локальный, так как передача тепловой энергии на большие расстояния нецелесообразна из-за высоких тепловых потерь и затрат на передачу теплоносителя.

Распределение тепла от источника до конечного потребителя осуществляется по тепловым сетям с использованием в качестве теплоносителя горячей воды. Общая протяжённость тепловых сетей на конец 2020 года в двухтрубном исчислении составила 167,4 тыс. км, из которых нуждаются в замене 51,5 тыс. км (31%), в том числе ветхие (имеющие износ по данным технической инвентаризации более 60%) — 38,8 тыс. км (23%)¹. Рост сетей, как нуждающихся в замене, так и ветхих растёт ежегодно в среднем на 1%. Причина роста — низкие объёмы перекладки тепловых сетей (замена тепловых сетей в 2020 г. составила в целом по России всего 3,4 тыс. км, около 7% от требуемых объёмов замены сетей)².

Как следствие, средний возраст тепловых сетей в Российской Федерации неуклонно растёт. Это подтверждается данными по протяжённости участков магистральных тепловых сетей по срокам эксплуатации (рис. 1³). Подобных данных по распределительным (квартальным) тепловым сетям не приводится, но по анализу аварийных ситуаций в отрасли можно сделать вывод, что ситуация аналогичная.

Тепловые сети, особенно в средних и крупных городах, проложены в основном под землёй. Эксплуатация, ремонт и замена таких тепловых сетей требуют значительных расходов, в том числе связанных с необходимостью проведения масштабных и затратных земляных работ и восстановления благоустройства территорий (в том числе дорожного полотна), которые могут составлять в общих затратах от 30%.

Техническое состояние тепловых сетей напрямую связано с величиной потерь и аварийностью в системах теплоснабжения. С 2016 по 2020 год с увеличением доли тепловых сетей, требующих замены, в общей протяжённости тепловых сетей (с 29 до 31%) увеличиваются число аварий (с 18 до 22 шт./тыс. км) и доля тепловых потерь (с 11,8 до 12,3%)⁴. Рост аварийности приводит не только к росту затрат на восстановление работоспособности систем теплоснабжения, но и к дополнительным затратам на земляные работы и благо-

¹ Доклад о состоянии теплоэнергетики и централизованного теплоснабжения в Российской Федерации в 2020 году. ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, стр. 20–21.

² Там же, стр. 29.

³ Там же, стр. 23.

⁴ Там же, стр. 29.

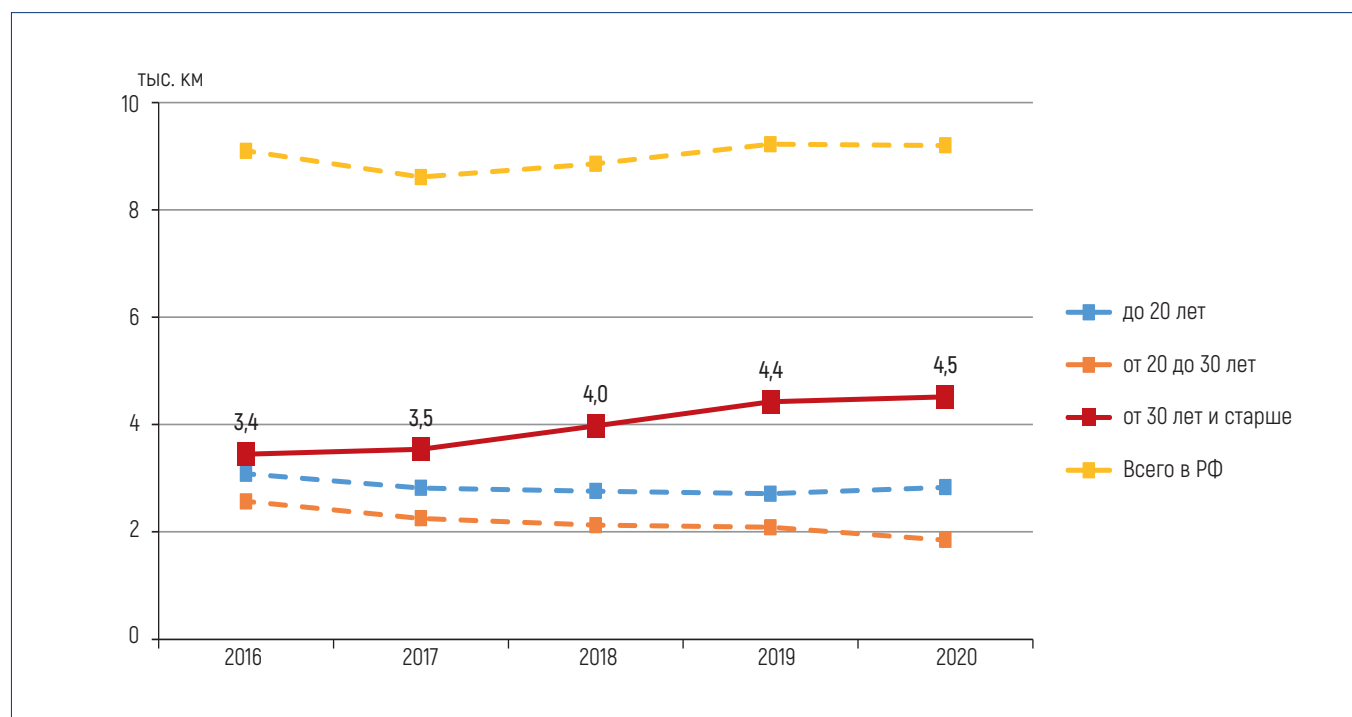


Рис. 1. Протяжённость участков магистральных тепловых сетей в 2016–2020 годах по срокам эксплуатации

устройство, которые сопоставимы с затратами на ремонт и замену тепловых сетей.

В совокупном платеже гражданина за коммунальные услуги отопление и горячее водоснабжение занимают значительную часть. По данным Росстата, в 2021 году расходы домашних хозяйств на оплату жилья и коммунальных услуг для многоквартирных домов составляли в среднем 5294 рублей в месяц, из которых около 40% — расходы на оплату центрального отопления и горячего водоснабжения¹.

Рост тарифов на коммунальные услуги для населения ограничен величиной индексов изменения размера платы граждан², тарифы на тепловую энергию для промышленных потребителей не ограничены на законодательном уровне. Отрасль теплоснабжения недофинансирована и субсидируется из региональных бюджетов. Например, согласно данным из утверждённых законов о региональных бюджетах на 2023 год, компенсация выпадающих доходов, возникающих в результате применения льготных тарифов на тепловую энергию и горячее водоснабжение, ресурсоснабжающим организациям в Тамбовской области составляет 102,6 млн рублей, компенсация выпадающих доходов, связанных с применением льготных тарифов на тепловую и электрическую энергию (мощность), в Хабаровском крае, — 415,8 млн рублей, компенсация расходов по организации теплоснабжения теплоснабжающими организациями в Томской области — 228,2 млн рублей, компенсация выпадающих доходов теплоснабжающих организаций в Челябинской области — 5,9 млрд рублей, финансовое обеспечение затрат организациям в связи с производством (реализацией) тепловой энергии потребителям по регулируемым тарифам на территории Мурманской области — 5,2 млрд рублей.

Согласно расчётному финансовому балансу в сфере теплоснабжения за 2016–2022 годы, при ежегодной себестоимости более 2,0 трлн рублей ежегодная расчётная валовая выручка составляет 1,9 трлн рублей (половина — платежи населения, остальная часть — промышленность и прочие потребители). Ежегодный убыток составляет 8–9%. Структура затрат из года в год практически не изменяется: затраты на топливо — 33–35%, оплата труда — 21–22%, амортизация — 6%, прочие затраты — 37–40%³.

В отрасли достаточно остро стоит проблема привлечения инвестиций, поскольку затраты измеряются

миллиардами рублей, сроки окупаемости — десятками лет (либо инвестиции не окупаются без существенного повышения тарифа), при этом инвестору необходимо предоставить гарантии и создать понятные условия возврата вложенных денежных средств на весь срок окупаемости проекта.

С учётом вышеперечисленных проблем целесообразно прорабатывать иные варианты обеспечения потребителей теплом и горячей водой. В качестве одного из таких вариантов предлагается рассмотреть возможность использования электроотопления.

ЭЛЕКТРООТОПЛЕНИЕ: ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Если обратиться к истории, то бурный рост строительства электростанций наблюдался в начале 90-х годов прошлого века в некоторых регионах нашей страны, когда в связи с тяжёлой экономической ситуацией из-за спада потребления электрической энергии в энергосистемах регионов образовалась избыточная дешёвая электрическая энергия, вырабатываемая на ГЭС. Энергосистемы таких регионов нужно было загружать электропотреблением, в том числе для предотвращения холостых сбросов на ГЭС в паводковые периоды.

В конце 1990-х годов, по мере восстановления промышленности и увеличения объёма потребляемой электрической энергии, помимо избыточной дешёвой электрической энергии, вырабатываемой на ГЭС, стала востребована и электрическая энергия, вырабатываемая на тепловых угольных электростанциях.

В настоящее время, при уровне цен на оптовом рынке электрической энергии и мощности, достаточном для покрытия затрат угольных тепловых электростанций, использование электрической энергии для целей отопления менее эффективно, чем использование тепловой энергии, вырабатываемой на этих же электростанциях в комбинированном режиме, или тепловой энергии, вырабатываемой на угольных котельных, поскольку при выработке энергии с сжиганием топлива получение тепловой энергии не требует дополнительного преобразования.

При том, что для электростанций, по сравнению с газовой, угольной или мазутной котельными, не нужна дымовая труба, склад для хранения топлива, а эксплуатация электрических котельных максимально удобна для оперативного персонала, на сегодняшний день использование электростанций можно наблюдать в регионах с низкими ценами на электрическую энергию (Иркутская область, Красноярский край) в качестве пиковых резервных источников теплоснабжения или в регионах с дорогим привозным топливом (например, в Мурманской области

¹ Федеральная служба государственной статистики. Доходы, расходы и потребление домашних хозяйств в 2021 году (по итогам Выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств). https://gks.ru/bgd/regl/b21_102/Main.htm

² Порядок расчёта, утверждения и применения индексов по субъектам Российской Федерации (утв. постановлением Правительства РФ от 30.04.2014 № 400).

³ Доклад о состоянии теплоэнергетики и централизованного теплоснабжения в Российской Федерации в 2020 году. ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, стр. 52–54.

78 % установленных мощностей котельных используются для выработки тепловой энергии привозной мазут, затраты на которое сопоставимы со стоимостью необходимой для выработки тепла электрической энергии.

Также электрокотельные используются для обеспечения теплом небольших удалённых населённых пунктов в том числе и при модернизации, реконструкции существующих систем теплоснабжения, использующих в качестве основного привозное топливо — мазут или уголь.

Вот некоторые примеры использования электрокотельных на сегодняшний день: в населённых пунктах Мурманской области работают более 40 электрокотельных от 0,07 до 49 Гкал/час, суммарной установленной тепловой мощностью 197 Гкал/ч (2,3 % от общей установленной тепловой мощности всех источников тепловой энергии), в г. Красноярске — четыре крупных электрокотельных (две в пиковом режиме, две в резерве) суммарной установленной мощностью 559 Гкал/час (около 10 % от общей установленной тепловой мощности всех источников тепловой энергии), в г. Иркутске — 15 электрокотельных суммарной установленной мощностью 234 Гкал/час (8 % от общей установленной тепловой мощности всех источников тепловой энергии), две самые крупные из них — 156,52 Гкал/час и 51,6 Гкал/час — в качестве пиковых резервных источников.

Нужно также сказать, что при замене угольных, мазутных или дизельных котлов на электрические решается проблема с модернизацией и обеспечением удобным топливом источника тепловой энергии, снижаются затраты на его содержание, но проблемы с передачей теплоносителя по тепловым сетям, с насосным оборудованием, водоподготовкой остаются. По статистике, именно аварии, связанные с повреждением тепловых сетей в системах теплоснабжения, составляют большую часть (по данным за 2020 год, аварии на паровых и тепловых сетях составляют более 80 % от общего количества¹).

При использовании в системах отопления электрокотельных в качестве источника тепловой энергии передача тепловой энергии всё равно осуществляется по распределительным (квартальным) тепловым сетям, в большинстве своём достаточно изношенным, с высокими потерями тепловой энергии и неизбежными сопутствующими затратами энергоресурсов, в том числе на прокачку теплоносителя. Таким образом, не используется одно из конкурентных преимуществ непосредственного (прямого) электроотопления, а именно возможность передачи энергии на расстояние, в том

числе при сложном рельефе местности, в высотные здания без высоких дополнительных затрат и потерь в тепловых сетях, и как следствие — возможность исключения из экономического обоснованного тарифа на тепловую энергию затрат на обслуживание инфраструктуры по передаче и распределению тепловой энергии. В случае использования систем непосредственного (прямого) электроотопления тепловая энергия вырабатывается непосредственно у потребителя, без её передачи по тепловым сетям.

ЭЛЕКТРООТОПЛЕНИЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ВАРИАНТЫ

В последнее время с ростом затрат на технологическое присоединение к тепловым сетям и затрат на коммунальные услуги по отоплению и горячему водоснабжению (которые могут составлять более половины всех коммунальных платежей) всё больший интерес вызывает использование децентрализованных систем электроотопления как для индивидуальных домовладений, так и для многоквартирных домов.

В жилых зданиях на сегодняшний день возможно использование в том числе следующих схем систем отопления и горячего водоснабжения с использованием электрической энергии²:

- домовая котельная — индивидуальный тепловой пункт (ИТП) с электрокотлом, баком-аккумулятором, водяной системой отопления и циркуляционной системой горячего водоснабжения (рис. 2);
- поквартирные электрические отопительные приборы с электрическими накопительными водонагревателями (рис. 3).

В первом варианте (рис. 2) водяная система отопления и циркуляционная система горячего водоснабжения аналогичны применяющимся в настоящее время в зданиях с централизованным теплоснабжением. В индивидуальном тепловом пункте жилого здания устанавливается электрокотел, обеспечивающий нагрев воды в баке-аккумуляторе до температуры не ниже нормативной. Использование данной системы может быть актуально при реконструкции, модернизации существующих систем централизованного теплоснабжения (особенно в системах с излишней тепловой мощностью), поскольку в данной схеме будут задействованы существующие внутренние домовые сети отопления и горячего водоснабжения. Подобная схема подключения применяется в некоторых населённых пунктах Мурманской области в составе проектов подомового электроотопления (пос. Килпъявр,

¹ Доклад о состоянии теплоэнергетики и централизованного теплоснабжения в Российской Федерации в 2020 году. ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, стр. 83.

² Альбом типовых проектных решений систем отопления и горячего водоснабжения жилых зданий с использованием электрической энергии, разработанный Институтом жилища — НИПТИС им. Атаева С.С. Минск. Республика Беларусь. 2019 год.

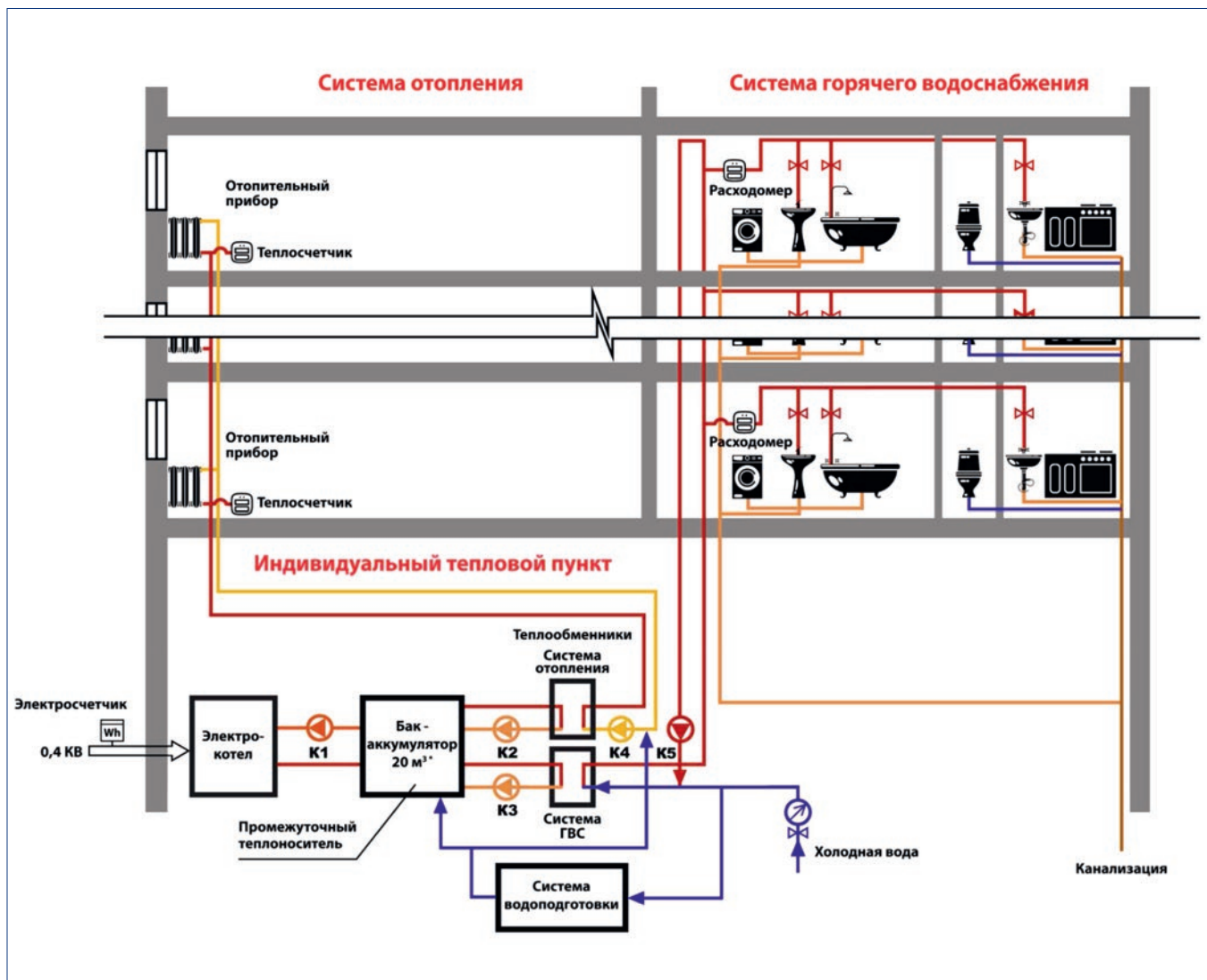


Рис. 2. Функциональная схема системы домовой котельной с электрокотлом, баком-аккумулятором, водяной системой отопления и циркуляционной системой горячего водоснабжения

пос. Териберка) с подключением индивидуальной домовой электрической котельной (ИДЭК). ИДЭК выполнена в контейнерном исполнении, имеет в своём составе электроды, насосное оборудование и подключается к существующим внутренним домовым сетям теплоснабжения. При необходимости ИДЭК может быть оперативно перемещена на другое место и в короткие сроки подключена для теплоснабжения нового объекта.

Для реализации второй схемы (рис. 3) в каждом отапливаемом помещении квартир устанавливаются электрические отопительные приборы с автоматическими регуляторами температуры. Для обеспечения горячего водоснабжения применяются электрические накопительные водонагреватели.

Для отопления помещений могут быть использованы системы отопления:

- на основе тёплого пола (тёплые полы монтируются по всей площади жилого помещения);
- на основе конвекторов (вместо традиционных батарей отопления в жилых помещениях устанавливаются электроконвекторы);
- комбинированная система (тёплые полы монтируются в ванной комнате и кухне, в остальных помещениях вместо традиционных батарей отопления устанавливаются электроконвекторы).

Системы непосредственного (прямого) электроотопления и горячего водоснабжения с использованием электрической энергии также могут эффективно применяться в новых жилых многоэтажных зданиях, особенно высотных¹ (более 25 этажей), поскольку в этой схеме нет проблем, которые возникают в систе-

¹ Общественные здания высотой не менее 55 м и жилые здания высотой не менее 75 м (СП 253.1325800.2016).

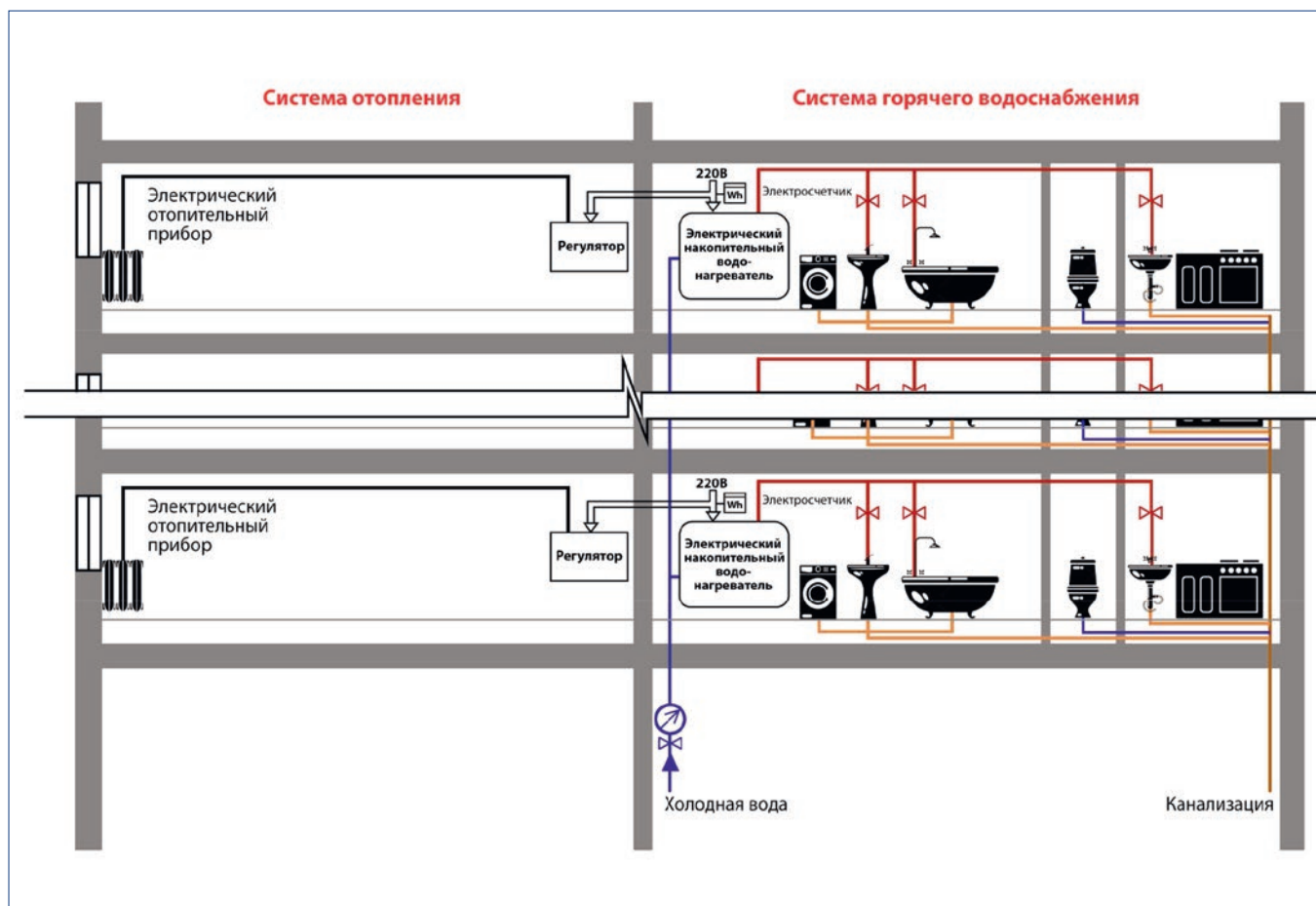


Рис. 3. Функциональная схема системы с поквартирными электрическими отопительными приборами и электрическими накопительными водонагревателями

мах централизованного водяного отопления, связанных с обеспечением требуемых параметров систем отопления и горячего водоснабжения на последних этажах зданий.

Системы отопления высотных зданий согласно правилам¹ необходимо делить по высоте зданий на зоны (зонировать), а отопительные приборы, запорную и регулирующую арматуру и трубопроводы следует выбирать с учётом гидростатического и рабочего давлений в системе отопления каждой зоны. Для этого требуется дополнительное оборудование для систем внутреннего теплоснабжения, которое для каждой зоны следует устанавливать в отдельных помещениях, как правило, на технических этажах.

Системы непосредственного (прямого) электроотопления и горячего водоснабжения с использованием электрической энергии используют основные преимущества систем электроотопления по сравнению с водяными: отсутствие затрат, связанных с передачей теплоносителя по тепловым сетям, их обслуживанием

и ремонтом, а также отсутствие риска аварийных ситуаций в тепловых сетях, составляющих основную долю в общем количестве аварий в отрасли.

В настоящее время жилые многоквартирные дома (МКД) с использованием систем непосредственного (прямого) электроотопления построены и успешно эксплуатируются в г. Екатеринбурге (ЖК «Вивальди», Электродом «Смородина+», МКД по ул. Никонова, дом 4, ЖК «Женева»), г. Тюмени (ЖК «Вознесенский»), г. Абакане (ЖК «Лазурный»), г. Сочи (ЖК «Белая Акация»). В г. Смоленичи Минской области Республики Беларусь с использованием системы непосредственного (прямого) электроотопления построен целый микрорайон из 18 МКД, двух детских садов и школы. Прямое электроотопление жилых домов в южных регионах России позволяет значительно экономить на инфраструктуре распределения тепловой энергии, востребованной лишь 2–3 месяца в году, а остальные 9–10 месяцев находящейся в режиме ожидания, но тем не менее требующей значительных расходов на эксплуатацию, которые в итоге ложатся на население и/или на бюджет.

¹ Свод правил инженерных систем высотных зданий (СП 253.1325800.2016).

ЭЛЕКТРООТОПЛЕНИЕ: ВЫГОДЫ ДЛЯ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Системы теплоснабжения относятся к системам с большой инерцией, поскольку изменение температуры теплоносителя и отапливаемого помещения не происходит мгновенно, а требует времени (обычно это несколько часов). Чем крупнее система теплоснабжения, чем выше протяжённость тепловых сетей, тем больше объём теплоносителя и, соответственно, длительнее период, необходимый для изменения основных параметров режима.

Таким образом, кратковременное (до одного часа) отключение источников тепловой энергии практически не окажет влияния на температуру теплоносителя. При наличии резервных аккумулирующих мощностей (например, баки-аккумуляторы горячей воды) отключение источников тепловой энергии в системах теплоснабжения в зависимости от температуры наружного воздуха возможно на более длительные периоды (от 4 до 8 часов).

Использование дополнительного оборудования, позволяющего запастись тепловой энергией, позволяет более гибко вести режим потребления электрической энергии в системах электроотопления и производить отключение электрической нагрузки в период плановых пиковых часов нагрузки в энергосистеме региона. В случае, если часы отключения системы электроотопления совпадут с фактическими часами пиковой нагрузки региона, то это позволит снизить совокупные затраты на покупку потреблённой электрической энергии и мощности в части снижения фактических обязательств по оплате мощности. В период снижения потребления электрической энергии для обеспечения бесперебойного теплоснабжения потребителей температура теплоносителя поддерживается с помощью бака аккумулирования тепла.

Для оценки эффекта от возможного снижения стоимости потребляемой электрической энергии и мощности начиная с декабря 2020 года на электростанции в пос. Африканда Мурманской области (мощность 11,7 Гкал/ч) проводится эксперимент со снижением потребления электрической энергии в установленные Системным оператором плановые пиковые часы нагрузки. В часы суток, определённые для каждого месяца на основании статистической информации о пиковых часах для региона (Мурманская область) за прошлые периоды, в зависимости от температуры наружного воздуха потребление электрической энергии на электростанции снижалось до минимально возможного значения.

Для обеспечения бесперебойного теплоснабжения потребителей в период снижения потребления электрической энергии необходимая для системы те-

плоснабжения температура теплоносителя поддерживается с помощью бака аккумулирования тепла. В свою очередь нагрев теплоносителя в баке аккумулирования тепла происходит вне пиковых часов, а также в ночное время в часы минимального потребления электроэнергии в системе (с 00:00 до 06:00).

За два года проведения эксперимента такой оптимизационный режим работы по сравнению с режимом без использования бака аккумулирования тепла позволил суммарно снизить затраты на оплату потреблённой электрической энергии на 40 млн рублей (28%).

Помимо баков аккумуляторов с горячей водой возможно использование и альтернативных устройств. Например, компания из Финляндии Polar night energy¹ построила первую коммерческую песчаную батарею, аккумулирующую тепловую энергию, на территории электростанции Vatajankoski недалеко от Хельсинки, которая обеспечивает теплом небольшой город Канкаанпяя населением 12 тыс. человек. Батарея представляет собой цилиндрический бак высотой 7 метров, в котором находится около 100 тонн песка, разогреваемого до 500 °С. Данная батарея способна накапливать до 8 МВт·ч тепловой энергии (примерно 6,9 Гкал). Песок нагревается за счёт электроэнергии от источников ВИЭ, от песка нагревается воздух в камере теплообменника, которым впоследствии нагревают воду для теплоснабжения потребителей. Поскольку песок обладает высокой теплоёмкостью, то, по заверению разработчиков проекта, батарея может поддерживать высокую температуру песка несколько месяцев.

Режим работы систем электроотопления может позволить выполнить отключение/снижение потребления электроэнергии в заранее запланированные часы, в которые состоится событие управления спросом, и, соответственно, системы электроотопления могут быть рассмотрены в качестве ценного участника в составе агрегаторов управления спросом.

В отличие от дорогих накопителей электрической энергии, в частности химических аккумуляторов, накопителем тепловой энергии могут выступать различные материалы, например, кирпичные и бетонные стены и перекрытия домов, в этом случае системы электроотопления могут использоваться для аккумуляции энергии в виде тепла, увеличивая потребление в ночные и снижая нагрузку на энергосистему в пиковые часы, тем самым выравнивая суточный график нагрузки.

Возможность регулирования потребления электрической энергии системами электроотопления позволяет использовать эти системы в управлении спросом с широким диапазоном снижаемой мощности.

¹ <https://polarnightenergy.fi/sand-battery>

Способность систем электроотопления к мгновенному отключению нагрузки при масштабном их использовании, централизованном оперативном управлении и централизованной настройке систем автоматического регулирования даёт возможность использовать их в качестве альтернативного способа регулирования частоты в энергосистемах в аварийных и послеаварийных режимах.

Кроме того, обусловленная тепловой инерционностью возможность систем электроотопления без ущерба для потребителей моментально снижать потребление электроэнергии вплоть до нулевых значений может найти своё особое место — управление спросом в режиме реального времени.

Для отключения системы электроотопления по команде диспетчера или под действием защит необходимо только перевести условный выключатель в положение «выкл.». Мгновенное отключение нагрузки даст диспетчеру необходимое время в послеаварийном режиме для включения генерации из холодного резерва и восстановления нормального режима работы энергосистемы. Такой подход может позволить пересмотреть в сторону уменьшения состав генерирующего оборудования, в том числе находящегося в горячем резерве, определяемого Системным оператором, для учёта в конкурентном отборе рынка на сутки вперёд в рамках выбора состава включённого генерирующего оборудования (ВСВГО) и, возможно, снизить затраты потребителей на оплату мощности на оптовом рынке электрической энергии и мощности.

Также данная способность может рассматриваться как один из возможных способов снижения объёма необходимого резерва генерирующих мощностей в отдельных частях энергосистемы, и как следствие — снизить потребность в дорогостоящей маневренной пиковой генерации, а также составить конкуренцию промышленным накопителям электрической энергии, включая гидроаккумулирующие электростанции, при существенно меньших капитальных затратах. Для сравнения, общие затраты на строительство Ленинградской ГАЭС 1560 МВт в 2013 году составляли по курсу доллара США на 2023 год из прогноза МЭР¹ 208,32 млрд руб.² — 133,5 млн руб./МВт, затраты на строительство блочно-модульной электростанции мкр. Дровяное г. Мурманска 3,63 МВт — 12,66 млн руб. — 3,5 млн руб./МВт, удельные полные затраты для МКД с прямым электроотоплением — от 17 до 24 млн руб./МВт. Для энергосистем без маневренной гидроге-

нерации масштабное использование систем непосредственного (прямого) электроотопления МКД с централизованным управлением может рассматриваться как альтернатива применяемым для выравнивания суточного графика нагрузки ГАЭС и промышленным накопителям электрической энергии, но с гораздо более низкими капитальными затратами.

Использование систем электроотопления позволяет решить и экологические проблемы в населённом пункте или регионе, поскольку за счёт перевода тепловой нагрузки малых угольных или мазутных котельных на системы электроотопления снижаются вредные выбросы в атмосферу.

Такой же эффект можно получить и при переводе индивидуальных домовладений с печного отопления (дрова, уголь) на электрическое (эта проблема особенно остро стоит в г. Улан-Удэ и г. Красноярске). В этом случае при использовании систем электроотопления будет увеличиваться и объём выработки электроэнергии в том числе на электростанциях, работающих на угле, но высокая дымовая труба, системы очистки дымовых газов, системы золошлакоочистки, используемые на электростанциях, сведут к минимуму вредные выбросы в атмосферу.

Отдельно стоит отметить безопасность использования в быту систем непосредственного (прямого) электроотопления, ввиду отсутствия в жилых помещениях открытого огня и горючих веществ. Этот фактор особенно актуален в последнее время на фоне участвовавших аварий со взрывом бытового газа в жилых домах в России³.

ПОИСК ПИЛОТОВ И «ТЁПЛОГО» МЕСТА

На сегодняшний день есть развитые и доступные технологии для внедрения систем непосредственного (прямого) электроотопления, необходимая автоматика и способы регулирования нагрузки для их эффективного использования.

Несмотря на реализованные проекты, доказывающие возможности применения систем непосредственного (прямого) электроотопления, которые в настоящее время эффективно используются в г. Екатеринбурге (5 МКД), г. Тюмени (1 МКД), г. Абакане (1 МКД), г. Сочи (2 МКД), г. Смолевичи (Минская область, Республика Беларусь) (с использованием данной системы построен целый микрорайон), живого интереса к данной технологии и её масштабного применения в нашей стране не наблюдается. Почему?

Одна из возможных причин заключается в стереотипном представлении, что обеспечение теплом

¹ <https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy-socialno-ekonomicheskogo-razvitiya/prognoz-socialno-ekonomicheskogo-razvitiya-rossiyskoy-federacii-na-2023-god-i-na-planovyy-period-2024-i-2025-godov.html>

² <http://www.rushydro.ru/activity/invest/pricing-audit/2013/materials/leningradskaya-gaes/>

³ Взрывы бытового газа в жилых домах в России в 2022–2023 годах. <https://ria.ru/20230209/gaz-1850710501.html?ysclid=le31e-j6oan323304059>

с помощью электрической энергии якобы ненадёжно, небезопасно и неэффективно.

Есть устоявшееся мнение, что в аварийных ситуациях при прекращении подачи электрической энергии жилые помещения могут остаться без тепла и будут разморожены. Однако в настоящее время, особенно в крупных городах, распределительная питающая сеть 10/6/0,4 кВ является достаточно разветвлённой и взаиморезервируемой, а аварийные прерывания питания в многоквартирных домах крайне редки и непродолжительны (менее 1 часа).

К тому же отапливаемые жилые помещения МКД сами по себе имеют достаточно большую инерционность (кирпичные стены, бетонные перекрытия) и при прекращении подачи тепла могут в зависимости от температуры наружного воздуха сохранять тепло в течение нескольких часов или даже суток. Важно понимать, что при аварии с потерей электрической энергии будут обесточены и котельные (газовые, угольные, мазутные, дизельные), а подача теплоносителя потребителям будет невозможна из-за неработающих электрических сетевых насосов. Поэтому риски, связанные с прекращением подачи электрической энергии, для источников тепловой энергии в системах электроотопления можно считать сопоставимыми с рисками прекращения подачи электрической энергии для газовых, угольных, мазутных или дизельных котельных.

Ещё один стереотип: электроотопление — это дорого! При слове «электроотопление» у всех в памяти сразу возникает образ спирального нагревателя, которые вынужденно включали в квартирах, когда на улице уже похолодало, а отопительный период ещё не начался. При этом счётчик за потреблённую электроэнергию начинал вращаться с сумасшедшей скоростью.

Так было раньше. На сегодняшний день высокоэффективные электрические конвекторы, технологии «тёплого пола», технологии аккумулирования тепловой энергии, использование ВИЭ, тарифное регулирование (многотарифные счётчики), возможность участия в механизмах управления спросом могут позволить эффективно использовать электрическую энергию для целей отопления и горячего водоснабжения и показывать сопоставимые расходы на оплату электрической энергии по сравнению с суммарными оплатами за отопление и горячее водоснабжения в централизованных системах водяного отопления.

На текущий момент с учётом доступности технологий и 100-процентной локализации оборудования возможно рассмотрение проектов по применению систем электроотопления при модернизации, реконструкции существующих жилых и промышленных зданий, в том числе с использованием каскадных котлов для нагрева

теплоносителя, с максимальным использованием существующих внутренних сетей. Для размещения необходимого оборудования и систем автоматики можно использовать существующие подвальные помещения, технические помещения первого этажа, так и размещать оборудование в отдельной пристройке/контейнере (например, ИДЭК пос. Килпъявр).

Снятия большинства вопросов в части использования систем электроотопления можно добиться реализацией наблюдаемого пилотного проекта в населённом пункте или в отдельной системе теплоснабжения, удовлетворяющих заранее определённым критериям, в число которых входят: достаточность электрической энергии и мощности с учётом обеспечения необходимого резерва, уровень тарифов в регионе, населённом пункте в части тепловой и электрической энергии. Для снижения рисков на время проведения эксперимента существующие источники тепловой энергии можно оставить в качестве резервных источников.

Поиск необходимого пилотного проекта предлагается проводить совместными усилиями с отраслевыми ФОИВ (Минэнерго, Минстрой) и РОИВ, заинтересованными в оптимизации затрат населения и бюджета на теплоснабжение потребителей, на основании следующих критериев.

1. Электросетевой комплекс:
 - отсутствие в населённом пункте электростанций с комбинированной выработкой тепловой и электрической энергии — ТЭЦ, либо невозможность подключения к ТЭЦ новых потребителей;
 - отсутствие дефицита электрической энергии и мощности;
 - наличие технической возможности подключения дополнительной электрической мощности (при необходимости).
2. Источники тепловой энергии и тепловые сети:
 - населённый пункт не подключён к газовым сетям и не включён в программу газификации в ближайшие пять лет;
 - отопление жилых помещений организовано от источников тепловой энергии малой мощности, основное топливо — мазут, уголь, дизельное топливо;
 - наличие значительного объёма индивидуально-частного сектора с печным отоплением углём;
 - высокий износ и потери в тепловых распределительных сетях, высокая аварийность, необходимость скорейшего проведения капитального ремонта с привлечением инвестиционных нетарифных средств в ближайшие два-три года.
 - высокая протяжённость тепловых сетей при низкой загрузке.

3. Уровень тарифов:

- в регионе цена электрической энергии для конечного потребителя (население, промышленность) ниже среднероссийского уровня;
- в регионе доля оплаты услуг по передаче электрической энергии в конечном тарифе ниже среднероссийского уровня;
- экономически обоснованный тариф на тепловую энергию превышает установленный региональным органом регулирования тариф на тепловую энергию для потребителя (субсидирование из бюджета).

Помимо реализации пилотного проекта необходимо также устранить пробелы в существующей нормативно-правовой базе и технической документации для стимулирования развития и применения систем электроотопления, например, в постановлениях Правительства Российской Федерации:

от 22.02.2012 № 154 — в части особенностей применения систем электроотопления при разработке схем теплоснабжения;

от 05.12.2019 № 1600 — в части возможности получения межбюджетных трансферов при использовании систем электроотопления;

от 29.12.2011 № 1178 — в части особенностей установления и применения тарифов для систем электроотопления;

а также в СП 60.13330.2020 «Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП 41–01–2003» — в части установления более детальных норм, требований, правил для проектирования и применения систем электроотопления.

На сегодняшний день слабая техническая проработка существующей нормативной и технической документации, отсутствие методических рекомендаций и проработанных типовых концепций для создания современных систем электрического отопления вынуждают проектировщиков крайне осторожно относиться к теме электрического отопления и, по возможности, избегать её. В свою очередь инвесторы крайне неохотно идут на изменение отлаженных технологических цепочек и опробованных решений, руководствуясь принципом: «лучшее враг хорошего», а также опираясь на «вековой опыт» предыдущих поколений. По этой причине при проработке технических проектных решений отбрасываются варианты применения систем электрического отопления, даже без проработки экономической составляющей: «никто же так не строит».

Внесение изменений в отраслевые нормативные правовые акты и нормативные акты технического регулирования, результаты, полученные по итогам работы пилотного проекта, а также систематическая работа, направленная на популяризацию примене-

ния систем электроотопления, могут позволить иначе взглянуть на решение существующих проблем в сфере теплоснабжения, снизить расходы на содержание существующей инфраструктуры, повысить качество предоставляемых услуг, решить экологические проблемы, а также оптимизировать затраты энергосистемы на поддержание необходимой мощности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При определённом наборе условий системы электроотопления могут быть более эффективным и экологичным способом обеспечить потребителям услугу теплоснабжения и горячего водоснабжения, чем привычные нам централизованные системы на базе ТЭЦ или котельных (в первую очередь использующие в качестве топлива уголь или мазут). Системы электроотопления имеют возможность за счёт взаимодействия систем электроснабжения и теплоснабжения получать синергетический эффект и значительно повышать эффективность не только в экономических показателях, но и решать экологические проблемы. При этом эффективность использования систем электроотопления может быть достигнута без применения каких-либо специальных принимаемых дополнительных мер субсидирования, возможно, даже с учётом капитальных затрат на замену технологии, и складываться из всех или части перечисленных в данной статье дополнительных возможностей.

Таким образом, использование систем электроотопления может и должно рассматриваться как альтернативный конкурентный вариант отопления и горячего водоснабжения при строительстве новых и модернизации/реконструкции существующих жилых и промышленных зданий наряду с классической системой водяного централизованного отопления.

