

УДК 696.42

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ И ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ КОММУНАЛЬНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Раков А.Ю.¹, студент гр. ЭТ-231, III курс
Научный руководитель: Губарев А.В.¹, ст. преподаватель
¹Белгородский государственных технологический
университет имени В.Г. Шухова
г. Белгород

Системы теплоснабжения были и остаются важнейшими системами жизнеобеспечения человека [1]. Традиционно главной категорией классификации систем теплоснабжения является расстояние между тепловым источником и потребителем. По указанному признаку системы теплоснабжения делятся на два типа: централизованные и децентрализованные (автономные) [2].

В децентрализованных системах тепловой источник размещается либо непосредственно в объекте теплопотребления, либо настолько близко к нему, что для передачи теплоносителя не требуется наличие тепловых сетей большой протяженности. Автономные системы теплоснабжения в свою очередь разделяются на местные, когда снабжение теплоносителем здания или подъезда осуществляется от отдельного теплового источника, и индивидуальные, когда для теплоснабжения каждого помещения (квартиры) используется отдельный теплогенератор. Теплопроизводительность тепловых источников децентрализованных систем теплоснабжения как правило невелика.

Мощность тепловых источников централизованных систем теплоснабжения обычно велика. Такие источники предназначены для покрытия тепловой нагрузки большого количества потребителей и часто расположены от них на значительном расстоянии. Поэтому для передачи теплоносителя от теплового источника до потребителя необходимы тепловые сети большой протяженности. Источником теплоснабжения в централизованных системах обычно являются тепловые электростанции, работающие по теплофикационному циклу (теплоэлектроцентрали – ТЭЦ), либо котельные (районные, квартальные) большой или средней производительности.

Целью данной работы ставится сравнение централизованных и децентрализованных систем теплоснабжения, а также выявление условий, для которых использование той или иной системы представляется наиболее обоснованным.

В настоящее время проблема обеспечения тепловой энергией жилых и общественных зданий связана с решением комплекса вопросов, таких как обеспечение высокой тепловой эффективности и экономичности систем теплоснаб-

жения при минимально возможном негативном их воздействии на окружающую среду и максимальном комфорте потребителей [3].

Тепловая эффективность системы теплоснабжения определяется величиной тепловых потерь в источнике теплоснабжения, в тепловых сетях (при их наличии) и в объекте теплопотребления, а также расходом энергии на подготовку и транспорт теплоносителя.

В контексте минимизации тепловых потерь в системе теплоснабжения наиболее предпочтительными представляются децентрализованные системы, поскольку при размещении теплового источника в непосредственной близости от объекта теплопотребления отсутствует необходимость в использовании протяженных тепловых сетей, тепловые потери в которых могут составлять десятки процентов отпуска теплоты потребителям. Кроме того, в таких системах значительно упрощается регулирование тепловой нагрузки, и отпуск тепла источником теплоснабжения максимально соответствует потребностям абонентов. Этот фактор также позволяет существенно повысить эффективность системы теплоснабжения в целом, поскольку здесь минимизируются потери теплоты «в форточки» потребителей, которые неизбежны в случае избыточного отпуска тепла отдельным потребителям централизованных систем. Также необходимо отметить, что в автономных системах теплоснабжения в настоящее время устанавливаются весьма эффективные теплогенераторы. В случае, если тепловым источником является крышная котельная, протяженность дымоходов и высота дымовых труб невелики, что делает относительно недорогим использование для их изготовления нержавеющей материалов или антикоррозионных покрытий. Этот фактор позволяет использовать в качестве теплогенераторов в таких тепловых источниках водогрейные котлы конденсационного типа, в которых возможно глубокое охлаждение уходящих газов и минимизация тепловых потерь с ними [1].

При этом необходимо отметить, что энергетическая эффективность теплогенерации максимальна на теплоэлектроцентралях, где тепловая энергия является побочным продуктом выработки электрической энергии. Однако крупные ТЭЦ строятся обычно на значительном расстоянии от потребителей, что обуславливает необходимость использования для транспорта теплоносителя разветвленных тепловых сетей большой протяженности и тепловые потери в них [4]. Кроме того, несмотря на то, что теплофикация позволяет существенно снизить расход топлива на нужды теплоснабжения, эффективность ТЭЦ жестко привязана к электрическому графику, что делает систему менее гибкой. По этой причине в периоды низкого спроса на электроэнергию необходимо использование резервных тепловых источников [5].

С позиций тепловой эффективности наименее привлекательными являются централизованные системы с тепловым источником в районной или квартальной котельной. Подготовка теплоносителя в таких котельных требует зна-

чительного удельного расхода топлива, а наличие тепловых сетей обуславливает существенные тепловые потери как через поверхность теплопроводов, так и с утечками теплоносителя. При этом необходимо отметить, что расстояние от таких котельных до теплопотребителей обычно значительно меньше, чем от теплоэлектроцентралей. Поэтому потери в тепловых сетях систем теплоснабжения с тепловым источником в котельных ниже, чем в системах, тепловым источником в которых является теплоэлектроцентраль [6].

Воздействие системы теплоснабжения на окружающую среду определяется ее тепловым загрязнением, масштабами выбросов загрязняющих веществ, степенью воздействия этих выбросов, а также сопровождающих подготовку и транспорт теплоносителя шума и вибрации на биогеоценоз (в том числе на жизнь и деятельность человека).

С точки зрения наименьшего вредного воздействия на окружающую среду и, прежде всего, на человека в зоне его жизни и деятельности предпочтение необходимо отдать централизованным системам теплоснабжения с тепловым источником на теплоэлектроцентрали. Поскольку ТЭЦ являются весьма крупными объектами, использование на них сложных, эффективных, но дорогих систем топливоподготовки и очистки продуктов сгорания от вредных компонентов является в значительной степени более рентабельным, чем в котельных и, тем более, в автономных системах. Кроме того, ТЭЦ традиционно строятся либо за территорией населенного пункта, либо на его окраинах. Это обстоятельство, а также весьма высокие дымовые трубы электростанций позволяют обеспечить хорошее рассеивание уходящих газов в атмосфере и комфортное для жизни и деятельности человека состояние атмосферы в приземном слое.

Однако необходимость отвода теплоты от отработавшего пара в конденсаторах турбин, обуславливает использование на теплоэлектроцентрали системы технического водоснабжения. При этом имеет место тепловое загрязнение либо водоемов, либо (при использовании градирен) воздуха в приземном слое. Необходимо также учесть, что при постоянно увеличивающихся площадях, занимаемых крупными городами, районы, ранее находившиеся за территорией города, могут оказаться со временем окруженными жилой застройкой.

При использовании автономных систем теплоснабжения выброс продуктов сгорания осуществляется непосредственно в жилой зоне [7]. И, несмотря на то, что исследования, проведенные отечественными специалистами, показывают, что удельный выход некоторых загрязнителей с уходящими газами котлов малой тепловой производительности ниже, чем в более крупных котельных установках [8], концентрация вредных компонентов в приземном слое атмосферы в жилых районах при массовом использовании децентрализованных систем теплоснабжения превышает аналогичный показатель централизованных систем.

Районные и квартальные котельные централизованных систем теплоснабжения часто располагаются на некотором удалении от жилой застройки. Уда-

ленность таких котельных от жилых и общественных зданий и сооружений, а также высота их дымовых труб обуславливают концентрацию загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, меньшую по сравнению с автономными системами.

Комфорт потребителей определяется прежде всего стабильным получением теплоносителя требуемых параметров в необходимом объеме. Весьма важными аспектами, определяющими комфорт потребителей, являются надежность и безаварийность работы системы теплоснабжения в заданных условиях эксплуатации, удобство регулирования тепловой нагрузки системы, а также гарантированное обеспечение бесперебойности снабжения абонентов теплоносителем требуемых параметров.

В разрезе надежности и комфорта потребителей централизованные системы с тепловым источником в котельной и, тем более, децентрализованные системы в значительной степени выигрывают по сравнению с теми централизованными системами, в которых подготовка теплоносителя осуществляется на ТЭЦ. Тепловой источник небольшой мощности обычно расположен ближе к жилым массивам, что сокращает длину магистральных сетей или позволяет полностью от них отказаться. Этот фактор уменьшает риск масштабных аварий на теплопроводах от котлов до потребителей [9].

При этом выход из строя одного сетевого подогревателя на ТЭЦ не окажет существенного влияния на теплоснабжение города, тогда как выход из строя теплогенератора в котельной может вызвать нарушение теплоснабжения группы потребителей. Однако последствия аварии на относительно небольшом объекте могут быть оперативно устранены при наличии резервных мощностей. В это же время масштабная авария с выходом из строя большинства или всех теплогенераторов в крупном тепловом источнике – ТЭЦ или котельной большой производительности – может обусловить серьезные нарушения теплоснабжения потребителей, охватывающие населенный пункт или его крупные районы. При этом ликвидация последствий аварии такого масштаба может занять недели и месяцы.

Экономичность системы теплоснабжения во многом зависит от величины капитальных затрат на ее создание, эксплуатационных затрат в процессе ее работы, стоимости ремонта оборудования, амортизации. Необходимо отметить, что все ранее перечисленные факторы (эффективность, экологичность, надежность и маневренность) также оказывают влияние на экономичность системы теплоснабжения. В конечном итоге комплекс указанных показателей определяет стоимость выработки и доставки потребителю единицы тепловой энергии.

Экономичность различных систем теплоснабжения также имеет разную природу. ТЭЦ – это стратегический объект с колоссальными капитальными затратами на входе, которые окупаются десятилетиями за счет продажи электроэнергии на оптовый рынок. Это позволяет удерживать тариф на тепловую энер-

гию для населения на относительно приемлемом уровне. Районная котельная строится быстрее и дешевле, она проще в эксплуатации и для нее требуется значительно меньший штат административного и обслуживающего персонала. Однако себестоимость единицы произведенной в котельной тепловой энергии здесь зависит от цены на закупаемое топливо и текущих затрат на содержание котлов.

Капитальные затраты на строительство децентрализованной системы теплоснабжения значительно меньше, чем централизованной. Это связано, в первую очередь, с отсутствием необходимости прокладки протяженных тепловых сетей. При этом в таких системах существенно возрастает удельная производительность и масса оборудования, а также эксплуатационные затраты, что повышает стоимость выработки тепловой энергии по сравнению с централизованными системами.

Таким образом можно сделать вывод, что выбор типа системы теплоснабжения всегда должен производиться с учетом множества факторов, таких как плотность застройки, климат и экономическая география региона и т.п.

Централизованные системы на базе ТЭЦ являются предпочтительными для крупных мегаполисов с плотной многоэтажной застройкой и развитой промышленной базой. В этих условиях комбинированная выработка тепловой и электрической энергии позволяет удерживать приемлемые тарифы для потребителей, несмотря на потери в сетях.

В свою очередь, централизованные системы с тепловым источником в котельных весьма актуальны для средних городов и новых микрорайонов, когда требуется быстро развернуть надежную систему теплоснабжения без привязки к глобальной энергосистеме. Котельная в данном случае выступает как более гибкий, маневренный узел, который проще модернизировать и легче адаптировать под локальные нужды, сохраняя при этом профессиональный уровень эксплуатации, недоступный частному сектору.

Децентрализованные системы наиболее эффективны в условиях малоэтажного строительства, в коттеджных поселках или при точечной застройке, где подключение к магистральным сетям экономически невыгодно или технически невозможно.

Также весьма актуальным, особенно в регионах с высокой вероятностью возникновения аварий, обусловленных природными факторами, геополитической напряженностью и т.п. видится использование для нужд теплоснабжения потребителей разветвленных централизованных систем, представляющих собой подключенные в единую тепловую сеть тепловые источники малой или средней мощности (в том числе, модульные), расположенные на значительном расстоянии друг от друга. В таком случае обеспечивается резервирование теплогенерации, и появляется возможность значительного сокращения времени, затрачиваемого на ликвидацию последствий аварий и подачу теплоносителя потребителям.

В конечном счете, будущее коммунальной энергетики видится не в слепом доминировании одного подхода, а в их разумном гибридном сосуществовании, поскольку рациональное проектирование всегда должно опираться на принцип целесообразности.

Список литературы

1. Kuleshov, M.I. On effectiveness and ways of ecological characteristics increase of the condensation boiler for heat supply independent systems / M.I. Kuleshov, A.V. Gubarev // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER). – 2015. – Vol. 10, № 24. – P. 44872-44878.
2. Кудинов, А.А. Отопление гражданского здания: учебное пособие для СПО / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. – Саратов: Профобразование, 2022. – 82 с.
3. Власова, А.А. Анализ структуры выработки и потребления тепловой энергии в России / А.А. Власова, П.Н. Тарасюк, П.А. Трубаев / Образование, наука, производство. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – С. 1225-1231.
4. Аманов, Д.В. Повышение эффективности систем теплоснабжения / Д.В. Аманов // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 35. – С. 688-691.
5. Гусев, Б.В. Системная оценка централизованного теплоснабжения (системы централизованного теплоснабжения, отказы систем, последствия отказов, кризис теплоснабжения) / Б.В. Гусев, А.А. Гришан // Двойные технологии. – 2011. – № 4 (57). – С. 22–28.
6. Губарев, А.В. Оптимизация расчета тепловой схемы котельной с водогрейными котлами / А.В. Губарев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2025. – №. 10. – С. 47–53. DOI: <https://doi.org/10.34031/2071-7318-2025-10-10-47-53>.
7. Децентрализованные системы водяного отопления индивидуальных жилых зданий: учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения / составитель Г.М. Климов. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 52 с.
8. Нурмеев, Б.К. Сравнительная оценка загрязнения атмосферы при сжигании органического топлива в тепловых источниках / Б.К. Нурмеев // Промышленная энергетика. – 2004. – № 7. – С. 51–54.
9. Власова, А.А. Сравнение централизованного и децентрализованного теплоснабжения / А.А. Власова, П.Н. Тарасюк, П.А. Трубаев // Образование, наука, производство. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С. 1232-1236.