

УДК 697.3

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Ушакова Т.К., аспирант гр. ТТа-251, I курс

Научный руководитель: Шевырёв С.А., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

**Аннотация.** Каждый источник теплоснабжения в лице теплоснабжающей организации заключает с потребителем тепловой энергии договор поставки горячей воды и теплоносителя, неотъемлемой частью которого является температурный график источника теплоснабжения. В данном графике указана температура подающего теплоносителя от источника теплоснабжения в зависимости от температуры наружного воздуха и температура обратного теплоносителя, которую должен возвращать потребитель относительно фактической среднесуточной температуры подающего теплоносителя.

На практике нередко наблюдается несоблюдение договорных обязательств между потребителями тепловой энергии и источником в виде несоблюдения параметров теплоносителя, возвращаемого от потребителей. Это приводит к существенным колебаниям суточного расхода воды и сложности поддержания гидравлических режимов в тепловой сети. Одним из решений данной проблемы является обоснование создания низкотемпературных местных систем потребителей и приведение к нормативным и договорным показателям характеристик теплоносителя, циркулирующего в тепловой сети.

**Введение.** Тепловая энергия является конечным продуктом при сжигании топлива в водогрейных котельных, а также как один из продуктов при выработке электроэнергии на тепловых электрических станциях. Независимо от способа получения тепла, источник тепловой энергии регулирует отпуск тепловой энергии в соответствии с утверждённым температурным графиком, как правило, предусматривающим центральное качественное регулирование. Отпуск теплоносителя с источника учитывает среднесуточную температуру наружного воздуха.

Согласно п. 128 Правил технической эксплуатации объектов теплоснабжения и теплопотребляющих установок [2], температура сетевой воды в обратных трубопроводах, расход сетевой воды в подающих трубопроводах, разность расходов в подающем и обратном трубопроводах обеспечиваются режимами работы системы теплоснабжения и контролируются диспетчером. Среднесуточная температура сетевой воды в обратных трубопроводах не должна превышать заданную температурным

графиком более чем на 5%. Понижение температуры сетевой воды в обратных трубопроводах по сравнению с графиком не лимитируется.

Важно отметить, что большинство теплоснабжающих организаций в температурных графиках указывают, что достижение нормативной температуры в подающем трубопроводе возможно только при соблюдении потребителем требуемой температуры обратного теплоносителя. Этот параметр является нерегулируемым для источника теплоснабжения и целиком определяется режимом теплопотребления на стороне абонента. Однако несоблюдение графика обратной сетевой воды ведет к существенному изменению гидравлического режима работы тепловой сети.

Тепловая сеть, функция которой является транспортирование тепловой энергии в виде теплоносителя до потребителя, имеет важную роль в эффективности централизованного теплоснабжения. Большинство мероприятий, связанных с повышением эффективности тепловых сетей направлены на применение более качественных теплоизоляционных материалов, выявление и устранение утечек. Тепловые потери являются неотъемлемой частью процесса транспортировки тепловой энергии, несмотря на проведение теплоизоляционных мероприятий. При неизменном диаметре трубопроводов величина удельных тепловых потерь снижается с увеличением количества тепловой энергии, передаваемой по тепловым сетям, поскольку нормируемая плотность теплового потока для заданного типа изоляции и условий прокладки остается постоянной.

Также на эффективность работы тепловой сети существенное влияние оказывают гидравлические режимы, непосредственно связанные с действиями потребителя. Тепловая сеть характеризуется неизменными диаметрами ее трубопроводов. При этом изменение расхода теплоносителя у потребителей, вызванное необходимостью регулировать теплопотребление для обеспечения комфортных условий в том числе в зависимости от наружной температуры, сопровождается уменьшением гидравлической устойчивости. В условиях заданной оптимальной пропускной способности трубопроводов это вызывает дополнительную потерю напоров, а для удаленных потребителей - ограничение циркуляции. При этом источник с фиксированной тепловой мощностью не способен оперативно нагреть резкопеременное количество возвращаемого теплоносителя (особенно для открытых систем) до нормативной температуры, вследствие чего соблюдение температурного графика становится невозможным. Таким образом, пропускная способность тепловой сети и тепловая мощность источника являются взаимосвязанными ограничивающими факторами. Соблюдение потребителем температурного графика является обязательным условием функционирования системы централизованного теплоснабжения.

Потребитель тепловой энергии, являясь важным элементом системы теплоснабжения, как правило, имеет слабое техническое оснащение, при этом политика теплоснабжающих организаций не стимулирует абонентов улучшать свои тепловые энергоустановки путем автоматизации, соблюдать

температурный график или внедрять энергоэффективные технологии. В договоре теплоснабжения прописаны допустимые отклонения температуры в обратном трубопроводе, однако никакие санкции не применяются даже в случае постоянного перегрева обратного теплоносителя. Значительная доля тепловых энергоустановок до сих пор оснащена элеваторными узлами смешения. Их конструктивные особенности не предусматривают возможности регулирования количества тепловой энергии по фактическим потребностям абонентов, что приводит к систематическим превышениям температуры обратного теплоносителя.

Для повышения эффективности режима работы системы теплоснабжения недостаточно соблюдения нормативных требований. Эффективность централизованного теплоснабжения в значительной степени определяется разностью температур между подающим и обратным теплоносителями, поскольку при фиксированном массовом расходе количество переданной тепловой энергии прямо пропорционально разности температур. Следовательно, увеличение разности температур позволяет при том же расходе теплоносителя передать большее количество тепловой энергии, либо при той же нагрузке снизить расход, уменьшив гидравлические потери, улучшить располагаемый напор у удаленных потребителей и обеспечить более равномерное распределение теплоносителя между потребителями.

Увеличение разности температур может быть достигнуто двумя принципиально различными способами: повышением температуры в подающем трубопроводе на источнике либо снижением температуры обратного теплоносителя у потребителя.

Повышение температуры подающего теплоносителя от источника требует тщательной оценки множества факторов: повышение тепловых потерь в подающем трубопроводе через существующую теплоизоляцию, увеличение расхода топлива и техническая невозможность оборудования увеличить температуру на выходе, в случае с водогрейными котельными. При этом потребитель тепловой энергии не всегда способен принять высокую температуру теплоносителя и в технологическом режиме распределить поступивший теплоноситель по тепловым энергоустановкам.

Поэтому более эффективный способ для всех участников системы теплоснабжения – увеличение разности температур путем снижения температуры обратного теплоносителя.

Данный способ заключается в понижении температуры теплоносителя на выходе из теплopotребляющих установок абонента. Если источник выдает температуру подающего теплоносителя в соответствии с графиком, то при неизменной тепловой нагрузке указанное понижение позволяет сократить циркуляционный расход, снизить гидравлическое сопротивление сети и повысить напор на конечных участках.

### **Результаты и обсуждение.**

Чтобы изменить ситуацию, сложившуюся в системе централизованного теплоснабжения, необходимы более строгие требования теплоснабжающих

организаций к потребителям тепловой энергии, так как они являются неотъемлемой частью технологического процесса. Теплоснабжающей организации следует разработать политику энергоэффективного теплопотребления, включающую три основных направления.

### 1. Нормативно-экономические инструменты для энергосбережения.

Целью данного направления будет являться создание экономических стимулов для рационального теплопотребления и соблюдения договорных параметров. Например, введение дифференцированных тарифов для потребителей и штрафных санкций за несоблюдение договорных параметров обратного теплоносителя. При выявлении нарушений, таких как перегрев обратного теплоносителя, недостаток установленной мощности, теплоснабжающая организация должна оперативно выдавать потребителям предписания об устранении нарушений. При повторном получении предписаний необходимо выписывать штрафы, размер которых может зависеть от процента отклонения от утвержденных данных и длительности нарушений. При соблюдении температурного графика и внедрении энергоэффективных технологий применять систему поощрений, таких как снижение цены за единицу тепловой энергии пропорционально снижению температуры обратного теплоносителя и льготные условия для таких абонентов при новых подключениях.

### 2. Составление планов энергоэффективных мероприятий

Данное направление предполагает разработку рекомендаций на проведение модернизаций и капитальных ремонтов теплопотребляющих установок с целью улучшения их технико-экономических показателей. В качестве подготовки к отопительному сезону теплоснабжающая организация вправе требовать от потребителей составление плана проведения энергоэффективных мероприятий и его поэтапного выполнения. Целью такой модернизации является внедрение погодозависимых узлов автоматического регулирования на вводах теплопотребляющих установок. Погодозависимые узлы регулирования работают согласно запрограммированному отопительному графику в зависимости от температуры наружного воздуха, обеспечивая необходимую температуру внутри отапливаемых помещений, что сокращает избыточное потребление тепловой энергии на 15-30%. Благодаря узлам регулирования через абонентский ввод расход не превышает расчетный, снижается гидравлическое сопротивление в тепловой сети и высвобождается располагаемый напор для удаленных потребителей, температура теплоносителя в обратном трубопроводе не превышает значений, установленных температурным графиком. В совокупности с установкой узлов коммерческого учета, фиксирующими фактическое теплопотребление, данные мероприятия приводят к прямой экономии в оплате за тепловую энергию за счет снижения температуры обратного теплоносителя и потребления необходимого количества тепловой энергии.

### 3. Применение низкотемпературных систем отопления

Наиболее энергоэффективными системами отопления являются низкотемпературные системы. При выдаче технических условий теплоснабжающей организации необходимо отдавать предпочтения низкотемпературным системам, особенно это касается зон теплоснабжения с плотной застройкой и вновь строящихся объектов. Низкотемпературные системы отопления панельного типа, например, водяной теплый пол, способны возвращать обратный теплоноситель в тепловую сеть с температурой не более 35°C при расчетных значениях температуры наружного воздуха. Массовое применение таких систем способно повлиять на снижение общей температуры теплоносителя в обратном трубопроводе, что приведет к увеличению разницы температур между подающим и обратным трубопроводами тепловой сети.

#### **Заключение.**

Вклад потребителя тепловой энергии является одним из ключевых факторов энергоэффективного теплоснабжения. Соблюдение им договорных параметров обеспечивает возможности источника и тепловой сети произвести и передать тепловую энергию в необходимом количестве с параметрами, соответствующими температурному графику. Внедрение мероприятий политики энергоэффективности в отношении потребителей способны увеличить качество реализуемой тепловой энергии и снизить удельные тепловые потери при ее транспортировке.

#### **Список литературы:**

1. Кузник И.В., Централизованное теплоснабжение. Проектируем эффективность. М., 2007. 100 с. с илл.
2. Приказ Минэнерго России от 14 мая 2025 г. № 511 «Об утверждении Правил технической эксплуатации объектов теплоснабжения и теплопотребляющих установок». — Текст: электронный // Официальный интернет-портал правовой информации. — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202506020074> (дата обращения: 30.03.2026)
3. Нургалеев, Р. Р. Повышение эффективности системы теплоснабжения / Р. Р. Нургалеев, Р. А. Сулейманова // Инновационная наука. — 2016. — № 8-2. — С. 70-73. — EDN WHTMBX.