

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ РАЗРУШЕНИЯ ТЕПЛОЙ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДА ПО ФАКТИЧЕСКИМ ТЕПЛОПOTЕРЯМ

*С. Н. КОЛДАЕВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Исследования выполнены в рамках разработки Заключения технической экспертизы о техническом состоянии участка теплоснабжения от котельной Локомотивного депо Жлобин, находящегося на балансе Коммунального дочернего унитарного предприятия котельных и тепловых сетей «Теплосервис», с целью разграничения ответственности за сверхнормативные тепловые потери со спорного участка сети теплоснабжения.

В соответствии с пп. 4.3–4.5 Методики расчета потерь тепловой энергии в сетях теплоснабжения с учетом их износа и условий эксплуатации от 1 января 2007 г. техническое состояние тепловых сетей определяется на основании испытаний [1]. При возникновении спорных вопросов по расчету нормируемых тепловых потерь на участках теплосети, не подвергшихся испытаниям на тепловые потери, необходимо проведение испытаний на этих конкретных участках. Необходимость разработки методики оценки технического состояния трубопровода была обусловлена невозможностью проведения испытаний вследствие демонтажа спорного участка трубопровода.

Согласно п. 4.9 [1] при невозможности проведения испытаний на момент возникновения спора из-за технических проблем по выполнению требований РД РБ 34.33.302-96 «Методические указания по испытаниям водяных и паровых тепловых сетей на тепловые потери через изоляцию трубопроводов» [2], удельные нормативные тепловые потери могут определяться теплотехническим расчетом теплоизоляционных конструкций этих участков при среднегодовых нормативных условиях работы тепловых сетей. Теплотехнический расчет должен выполняться на основании исполнительной документации по конструкции прокладки, технической документации заводов-изготовителей, данных по фактическому типу и влажности грунта. Расчет позволяет определить значения плотности теплового потока (тепловых потерь) на различных участках теплосети в соответствии с их конструкцией и способом прокладки без учета степени износа, в том числе степени деградации тепловой изоляции. Поскольку являющиеся предметом спора значения ненормативных тепловых потерь обусловлены как раз неудовлетворительным состоянием тепловой изоляции теплопроводов, задача настоящего исследования – подтвердить наличие деградации тепловой изоляции на основании имеющихся данных.

Принятая к расчету информация: схема теплоснабжения; конструкция транспортной трубы – количество слоев, толщины слоев, материалы (точная информация отсутствует; исходная конструкция – стальная труба в битумоперлитной оболочке – за годы эксплуатации могла быть подвергнута разрушению как со стороны несущего слоя (сталь) в результате корроирования, так и теплоизолирующего слоя – по механизму хрупкого разрушения в результате охрупчивания битума); глубина залегания оси трубопровода – 0,8 м; грунт – песок фракции 0,1–0,25 мм (мелкий), средней плотности, маловлажный, состав естественный.

При таких исходных данных возможен расчет диапазона вероятных значений тепловых потерь от нормативных (случай работоспособного состояния теплопровода с полноценной теплоизоляцией) до максимально возможных при полной деградации теплоизоляционного слоя. Расчет произведен на основании ТКП 45-4.02-323-2018 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» [3].

Данные расчета показывают, что для неизолированной трубы в сухом грунте плотность теплового потока (тепловые потери через стенки трубопровода) увеличивается относительно нормативной на 70 %. Согласно данным журнала учета отпуска тепла, на спорном участке теплотрассы постоянно регистрировались утечки теплоносителя. При наличии утечек грунт следует принимать влажным, также нужно учесть, что на влажных грунтах глубина промерзания увеличивается и температура грунта на глубине залегания теплотрассы снижается. В этом случае фактические тепловые потери могут превосходить нормативные на 684 % без учета потерь с утечкой теплоносителя.

Поскольку ситуация полного разрушения изоляционного слоя очевидно не соответствует действительности, произведен расчет мощности тепловых потерь со спорного участка теплотрассы для

различных вариантов возможного разрушения теплоизоляции. В расчет принимали возможное разрушение теплоизоляционного слоя от 5 до 30 % с шагом в 5 %. Разрушение более 30 % не рассматривали как маловероятное. При расчете процента ненормативных теплопотерь в зависимости от степени разрушения теплоизоляции учитывали возможность протечек грунт в зоне укладки трубопровода – грунт принимали сильновлажным. Расчетным путем установлено, что разрушение теплоизоляционного слоя в пределах 5–10 % приводит к росту избыточных теплопотерь от 34 до 68 % без учета потерь тепла с утечками теплоносителя. Фактически зарегистрированное превышение нормативных теплопотерь составляет 50,5 % с учетом вклада от утечек теплоносителя, что позволяет констатировать наличие разрушения теплоизоляционного слоя теплотрассы в диапазоне 7–8 %.

Поскольку точные данные о состоянии теплотрассы на спорный период времени отсутствуют, для анализа ситуации мы использовали имеющиеся сведения по учету тепловой энергии потребителями – ГУО «Ясли-сад № 19» и ГУО «СШ № 6». Произведен анализ заверенных потребителями отчетов о потреблении энергии по месяцам за 2018 год (спорный период) и (для сравнения) за предшествующий ему 2017 год, а также предоставленные потребителями копии журналов учета расхода тепловой энергии. Сведения о температурах теплоносителя на входе и выходе потребителей были получены из журналов учета расхода тепловой энергии.

Предоставленные абонентами данные по учету использования тепловой энергии носят выборочный периодический характер. Даты фиксации показателей между абонентами не синхронизированы. Тем не менее даже по столь узкой экспериментальной выборке можно судить о качестве поступающего абонентам теплоносителя. Так, по данным на 24.01.2018 видно, что температура в подающем трубопроводе на участке от источника до СШ № 6 (871,7 м) снижается на 15 °С – с 82 °С на источнике тепла до 67 °С у абонента. При более низком тепловом потенциале теплоносителя это снижение составило 10 °С – от 70 °С на источнике тепла до 60 °С у абонента (данные за 22.03.2018). Выделенные данные свидетельствуют об избыточных теплопотерях (нормативное снижение температуры носителя – 3 °С на 1 тр.км). Анализ схемы теплоснабжения показал, что в данном случае речь идет об одном и том же теплоносителе, отпущенном от котельной по магистральному теплопроводу. Снижение теплосодержания может быть обусловлено только теплопотерями при транспорте теплоносителя. При прочих равных условиях теплопотери пропорциональны длине участка трубопровода. При этом расстояние от котельной до школы в 1,6 раз меньше, чем до яслей-сада, т. е. ожидаемое отношение значений исследуемого параметра для этих двух объектов должно было составить не менее чем 1,6 (поскольку длина теплотрассы – не единственный параметр, влияющий на величину теплопотерь).

Очевидное расхождение результатов свидетельствует о критическом снижении тепловой защиты на участке теплотрассы, ведущем к СШ № 6. Этот вывод подтверждается многочисленными актами регистрации утечек теплоносителя.

В журнале учета тепловой энергии на источнике теплоснабжения (Локомотивного депо Жлобин) за указанный временной диапазон зарегистрированы следующие факты утечек теплоносителя (т. е. нарушение сплошности транспортной трубы) в направлении СШ № 6: 24, 28 и 29 января, 5, 10, 26 и 27 февраля; 7, 18 и 20 марта. По состоянию на 10.04.2018 при снижении теплового потенциала теплоносителя на источнике (снижение температуры до 60 °С по температурному графику) падение температуры теплоносителя в подающем теплопроводе на том же участке составило 17 °С, что свидетельствует о прогрессирующем разрушении теплотрассы.

#### Список литературы

1 Методика расчета потерь тепловой энергии в сетях теплоснабжения с учетом их износа и условий эксплуатации. – Минск, 2006.

2 ТКП 388-2012 (02230/02030). Правила подготовки и проведения осенне-зимнего периода энергоснабжающими организациями и потребителями тепловой энергии. – Минск : Минскэнерго, 2012.

3 ТКП 45-4.02-323-2018. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. – Минск, 2018.