

# Повышение надежности теплоснабжения как инструмент энергоэффективности при эксплуатации тепловой сети

**В.В. Галицкий**, начальник отдела экологии и промышленной санитарии<sup>1</sup>

**В.А. Зайцев**, докт. техн. наук, профессор<sup>2</sup>

**Е.Г. Гаши**, главный специалист управления программ энергобережения, канд. техн. наук<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ОАО «Московская теплосетевая компания»

<sup>2</sup> Институт химии и проблем устойчивого развития Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева,

<sup>3</sup> Всероссийский научно-исследовательский проектный институт энергетической промышленности

e-mail: GalickiyVV@mosteploseti.ru

## Ключевые слова:

авария,  
анализ,  
надежность,  
теплоснабжение,  
энергоэффективность.

*В статье обобщены и проанализированы мероприятия, направленные на повышение надежности теплоснабжения, которые разработаны и внедрены в ОАО «Московская теплосетевая компания». Анализ этих мероприятий показал их высокую энергоэффективность. В статье дана оценка экономической и эколого-экономической эффективности при внедрении мероприятий по повышению надежности теплоснабжения г. Москвы.*

## 1. Анализ надежности теплоснабжения

Надежность теплоснабжения зависит от многих факторов, в том числе от деятельности человека. В подготовке тепловых сетей к зиме участвуют представители строительно-монтажных, ремонтных, эксплуатационных и проектных организаций. При этом ставится цель с минимальными затратами, в заданные сроки и качественно подготовить оборудование к зимнему отопительному периоду [1].

Анализ результатов комплексных обследований теплоснабжающих предприятий Москвы, проведенных Мосгосэнергонадзором в 2002 г., показал, что тепловые сети являются самым ненадежным элементом системы теплоснабжения города. Существовал огромный резерв, который ранее не использовался: необходимо повысить качество выполняемых работ на всех этапах, от стадии проектирования до технического надзора.

Ежегодно в тепловых сетях города перекладывается большое количество магистральных трубопроводов. Но этот огромный объем не обеспечивает обновление тепловых сетей, поскольку работы выполняются некачественно, правила и нормативы нарушаются в процессе эксплуатации и ремонта тепловых сетей.

Срок службы трубопроводов, смонтированных с нарушением требований СНиП [2], снижается в 8–10 раз. В результате, вместо замены теплопроводов, отслуживших 25 лет и более, приходилось ремонтировать тепловые сети, отслужившие всего 5–6 лет. К сожалению, этот ремонт выполнялся без должного технического надзора со стороны теплоснабжающих предприятий.

## 2. Причины снижения ресурса тепловых сетей

Назовем причины такого положения.

*Организационные:*

- нет единой технической политики по повышению надежности тепловых сетей;
- неэффективно работают службы по защите тепловых сетей от коррозии;
- нет системы оперативного контроля состояния тепловых сетей, нет и ответственности должностных лиц за уровень эксплуатации и качество замены сетей;
- эксплуатационный персонал не знает методы защиты от коррозии, учеба по методам защиты не планируется и не проводится;
- перекладка тепловых сетей осуществляется без проектов и анализа причин выхода теплосети

из строя, что приводит к повторению ранее допущенных ошибок.

*Экономические:*

- затратный принцип образования тарифов не способствует снижению издержек;
- при отсутствии повсеместного учета тепла теплоснабжающие организации материально не заинтересованы в уменьшении его потерь;
- эксплуатационный персонал материально не заинтересован в увеличении срока службы тепловых сетей.

*Технические:*

- не контролируются наружная коррозия тепловых сетей и испытания на тепловые потери, характеризующие состояние тепловых сетей;
- электрохимическая защита труб применяется недостаточно;
- не уделяется должное внимание качеству антикоррозионных покрытий;
- при выполнении аварийных работ на тепловых сетях не проводят диагностику вскрытого участка и восстановление антикоррозионного покрытия;
- технические задания на проектирование тепловых сетей выдаются без учета причин преждевременного выхода из строя проложенных ранее тепловых магистралей;
- тепловые магистрали с пенополиуретановой (ППУ) изоляцией, имеющие ресурс минимум 30 лет, на некоторых участках из-за некачественного проектирования и монтажа выходят из строя через 2–3 года эксплуатации.

### 3. Качественные изменения к подходу по повышению надежности теплоснабжения и энергосбережению в Москве

ОАО «Московская теплосетевая компания» (далее — ОАО «МТК») занимается транспортировкой и распределением 70% потребляемой в Москве тепловой энергии и техническим обслуживанием тепловых магистралей, находящихся на собственном балансе, а также принадлежащих ОАО «Мосэнерго» [3]. Суммарная протяженность обслуживаемых тепловых магистралей составляет более 4,5 тыс. км. Средний годовой объем распределенного через них тепла превышает 65 млн Гкал, подаваемого для снабжения 55 тыс. зданий, в том числе 873 промышленных предприятий.

Для ОАО «МТК» надежность теплоснабжения и энергосбережение стали целевыми показателями работы. Мероприятия, первоначально разработанные для улучшения эколого-экономической ситуации, позднее вошли в перечень технологических задач всех подразделений предприятия. Результаты

работы по повышению надежности напрямую связаны с доходами персонала, определяют высокую эффективность и прибыльность ОАО «МТК».

Опираясь на результаты деятельности ОАО «МТК», Министерство регионального развития (Минрегион) РФ подготовило проект «Комплекс мер по привлечению в ЖКХ частных инвестиций». Минрегион нашел способ привлечь инвестиции в теплосети Москвы и сделать из них эталон энергоэффективности [4].

Условно мероприятия, направленные на повышение надежности теплоснабжения и энергосбережение, можно разделить на три направления: организационно-экономические, организационно-технические и инновационные.

**К организационно-экономическим** относятся мероприятия по экономическому стимулированию повышения надежности, усилению уровня персонального контроля и по подготовке и переподготовке кадров.

**Основные организационно-технические мероприятия**

*Переход от точечного к локально-вставочному ремонту тепловых сетей.* Для предотвращения аварийных ситуаций в отопительный сезон с мая по сентябрь проводится ремонтная кампания: гидравлическая и термическая опрессовка тепловых сетей с целью выявления предаварийных участков. Гидравлическая опрессовка осуществляется водой (температура около 40 °С) с созданием давления, превышающего рабочее значение на 50%. Термическая опрессовка проводится перегретой водой (температура около 115 °С) при рабочем давлении в трубе.

При опрессовке труба в местах, ослабленных коррозией или внутренними дефектами, разрывается, что приводит к последствиям для экологии (повреждению почвенного и растительного покрова, загрязнению поверхностных водоемов, образованию отходов). Часто наблюдались случаи, когда после первого разрыва, проведения локального ремонта трубопровода и повторной опрессовки возникали повторные разрывы на этой магистрали на некотором удалении от места предыдущего разрыва. Проанализировав эти ситуации, в ОАО «МТК» было принято решение перейти от точечного к локально-вставочному ремонту (заменить весь участок трубы, поврежденный коррозией).

После выявления при опрессовке ослабленного участка тепломагистрали стали проводить замену значительных по длине участков магистрали (от 6 до 100 м) в зависимости от результатов визуальной и инструментальной диагностики. При реализации этого технологического решения по ремонту тепломагистралей значительно снизился ущерб для окру-

жающей среды. При этом вскрытие грунта и бетонных каналов (при канальной прокладке тепловых магистралей) было минимизировано, так как проводилось не на всю его длину, а небольшими участками длиной от 3 до 6 м на расстоянии от 12 до 30 м между точками раскопок (в зависимости от диаметра тепломагистрали). Дорожное полотно при этом практически не повреждалось.

*Мероприятия по мониторингу тепловых сетей.* С целью своевременного выявления предаварийных участков тепломагистралей в отопительный сезон персонал эксплуатационных районов проводит ежедневный визуальный мониторинг и выборочный инструментальный контроль, с фиксацией в журнале проверенных участков и выявленных дефектов. Для тепломагистралей с ППУ-изоляцией этот мониторинг осуществляется в дистанционном режиме с выявлением на самой ранней стадии риска разрыва трубопровода по изменению сопротивления ППУ-изоляции.

*Контроль химического состава теплоносителя.* Ежедневный контроль водно-химического режима тепловых сетей проводится по следующим показателям: карбонатная жесткость, содержание кислорода, железа и pH. Изменение жесткости, щелочности и содержания кислорода в сетевой воде позволяет определить смещение химочищенной воды с исходной в водоподогревателях у потребителей и принять меры. Это позволяет исключить попадание «сырой» воды в теплотель, избежать внутренней коррозии и увеличить срок службы оборудования и трубопроводов.

#### **Инновационные мероприятия**

*Внедрение новых технологий транспортировки теплоносителя.*

Использование труб с ППУ-изоляцией [5] позволяет:

- увеличить долговечность в 2–3 раза,
- снизить тепловые потери до 2%,
- сократить эксплуатационные расходы на обслуживание теплотрасс в 2 раза,
- снизить капитальные затраты при строительстве теплотрасс в 2–3 раза;
- не применять разрушающие методы контроля (опрессовку) и не отключать потребителей от горячего водоснабжения в летний период.

Экономия топлива при замене трубы с минераловатной изоляцией на ППУ-изоляцию для диаметра 400 мм показана в табл. 1.

Таблица 1

#### **Энергоэффективность при применении труб с ППУ-изоляцией**

Показатель	Ед. изм.	Значение
Снижение тепловых потерь при замене трубопроводов	Гкал/км	1160
Экономия топлива при замене 1 км трассы на трубы с ППУ	т у.т.	192,79

*Замена сальниковых компенсаторов на сильфонные.* Сильфонные осевые компенсаторы используют для компенсации температурного удлинения прямых участков трубопроводов теплосетей при подземной бесканальной, канальной и наземной прокладке труб [6]. Теплогидроизолированные сильфонные компенсаторы не требуют обслуживания в процессе эксплуатации. Их применение в строительстве трубопроводов значительно повышает надежность и практически полностью сокращает потери подпиточной воды (ПВ) на тепломагистралях.

*Замена задвижек с сальниковыми уплотнениями на шаровую арматуру.* Главные преимущества шаровых кранов:

- высокая герметичность и сокращение потерь ПВ,
- высокое быстродействие,
- удобный монтаж и эксплуатация,
- относительно низкая стоимость обслуживания,
- высокая надежность и большой срок безаварийной работы.

*Поиск и внедрение новых технологий по диагностике состояния тепловых сетей*

С 2009 г. начались поиски новых методов неразрушающего контроля. Для инструментальной диагностики состояния тепловых сетей в ОАО «МТК» применяют следующие методы: бесконтактная магнитная диагностика, ультразвуковая толщинометрия стенок теплопровода, ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений и металла труб, измерение блуждающих токов. Первые результаты дистанционного контроля позволили обнаружить ранее не выявленные предаварийные участки трубопроводов и предотвратить возникновение аварий, как в отопительный сезон, так и в период ремонтной кампании.

#### **4. Результаты управления надежностью теплоснабжения**

Результаты управления надежностью теплоснабжения представлены на примере показателей 12-го эксплуатационного района (далее — район) ОАО «МТК». Протяженность тепломагистралей, обслуживаемых этим эксплуатационным районом, составляет 200 км (в том числе труб в ППУ-изоляции 50 км). Для оценки эффективности принимаемых в ОАО «МТК» мероприятий по повышению надежности теплоснабжения проанализирована статистика возникновения аварий в отопительный сезон и сокращения потерь подпиточной воды с 2004 г.

Статистика аварий в 12 районе ОАО «МТК» показала их сокращение с 47 (в 2004 г.) до 4 (в 2010 г.). Такое резкое сокращение числа аварий связано с пере-

ходом от точечного к локально-вставочному ремонту и работам по неразрушающей диагностике тепловых магистралей.

Анализ сокращения потерь ПВ в 12-ом районе ОАО «МТК» показал уменьшение удельного расхода (размерность — литров ПВ на 1 м<sup>3</sup> теплоносителя, прокачанного через тепловую сеть) и среднемесячного (размерность — м<sup>3</sup>) расхода в отопительный сезон, с 1,47 л/м<sup>3</sup> и 914 м<sup>3</sup> (в 2004 г.) до 0,75 л/м<sup>3</sup> и 515 м<sup>3</sup> (в 2010 г.), соответственно. Изменение расхода ПВ связано с заменой основного количества сальниковых компенсаторов на сильфонные и установкой шаровой арматуры.

### 5. Эколого-экономический эффект

Эколого-экономический эффект от внедрения мероприятий оценен по следующим показателям: сокращение аварийных инцидентов в отопительный сезон, сокращение расхода ПВ, уменьшение тепловых потерь.

*Эколого-экономический эффект от сокращения аварий в отопительный сезон.* Для оценки эффективности принимаемых в 12-м районе ОАО «МТК» мероприятий по повышению надежности теплоснабжения рассмотрен ущерб, нанесенный окружающей среде, в 2006 и 2011 гг. (аварий в отопительный сезон 2010/2011 г. не было).

Для ликвидации аварии проводился точечный ремонт тепловой сети. При этом повреждался грунт на площади не менее 54 м<sup>2</sup>. Ориентировочная оценка ущерба от повреждения почвенного покрова проведена по методике «Об исчислении размера вреда, причиненного лесам вследствие нарушения лесного законодательства», утвержденной постановлением Правительства РФ от 8 мая 2007 г. № 273. Размер ущерба от одной аварии составляет 3,996 млн руб. Суммарный ущерб от аварий, зафиксированных в 2006 г., составил 175,8 млн руб.

*Экономический эффект от сокращения расхода ПВ.* Экономическая оценка от сокращения расхода ПВ для всех районов ОАО «МТК» проведена по результатам 2010 г. по сравнению с 2006 г. Потери ПВ при транспортировке теплоносителя в 2006 г. составили 19 778,2 т (удельная утечка 1,05 л/м<sup>3</sup>), а в 2010 г. — 13 367,5 т (удельная утечка 0,78 л/м<sup>3</sup>). Экономия от со-

кращения потерь ПВ в 2010 г. составила 179 млн руб. Экономический эффект от установки одного сильфонного компенсатора в 2010 г. составил 66 493 руб.

*Эколого-экономический эффект от уменьшения тепловых потерь (ТП).* Оценка эколого-экономического эффекта от уменьшения ТП в целом по ОАО «МТК». За период с 2006 по 2010 г. ТП сократились с 6,31 до 3,13%. В 2010 г. в сеть ОАО «МТК» принято 69 335 тыс. Гкал тепловой энергии для передачи потребителям. Сокращение ТП по сравнению с уровнем 2006 г. составило 2204,9 тыс. Гкал. Эколого-экономический эффект от уменьшения ТП по ОАО «МТК» в результате принятых мероприятий составил 366 тыс. т у. т. в год.

*Сокращение расхода природного газа (ПГ) на компенсацию тепловых потерь* (с 6,31 до 3,13%) составило 486 тыс. нм<sup>3</sup> в год. При стоимости 2296,8 руб. / тыс. нм<sup>3</sup> ПГ (в ценах на начало 2010 г.) за год экономия от сокращения расхода ПГ составила 1117 млн руб.

*Экономия от сокращения ТП* при передаче тепловой энергии от уровня тепловых потерь 2006 г. составила в 2010 г. 679 млн руб.

*Сокращение эмиссии CO<sub>2</sub> в атмосферу* в результате принятых мероприятий в период с 2006 по 2010 г., рассчитанное с использованием методики [7, 8], составило 635 тыс. т CO<sub>2</sub> в год.

Внедрение мероприятий, направленных на повышение надежности теплоснабжения (экономическое стимулирование, локально-вставочный ремонт, мониторинг, контроль теплоносителя и инновационные технологии), позволило значительно сократить число аварий и привело к сокращению расхода природного газа, снижению выбросов CO<sub>2</sub>. Экономический эффект от внедрения этих мероприятий составил 858 млн руб. в год. Разработанные в ОАО «МТК» мероприятия должны быть включены в Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности [9], а накопленный опыт должен быть распространен на все теплоснабжающие предприятия РФ.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, Государственный контракт № 14.740.11.0959.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Пашенко Е.И. Анализ причин снижения ресурса тепловых сетей // Новости теплоснабжения. — 2002. — № 12. — С. 33 — 35.
2. СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети».
3. Информация, размещенная на сайте ОАО «МТК».
4. Вместе теплей // Ведомости/ — 2011. — 31 мая.
5. Информация предоставлена ЗАО «МосФлоулайн».
6. Информация предоставлена компанией СТС (Современные Трубопроводные Системы).
7. Приказ Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 25 августа 1999 г. № 232 «О методике расчета выбросов диоксида углерода в атмосферу от котлов ТЭС и котельных».

8. Постановление Правительства Москвы от 29 декабря 2009 г. № 1508-ПП «О схеме теплоснабжения города Москвы на период до 2020 года с выделением двух этапов 2010 и 2015 гг.».
9. *Виниченко В.Н., Гашо Е.Г., Гусева Т.В., Дмитриев Е.А., Панкина Г.В.* Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности. — М.: ООО ЭКОЛАЙН, 2009.

## Increasing of Heat Supply Reliability as Power Efficiency Tool in the Process of Thermal Network Operation

**V.V. Galitsky**, Chief of Ecology and Industrial Sanitary Department, OJSC “Moscow Heat Distribution Company”

**V.A. Zaytsev**, Doctor of Engineering, Professor, Institute of sustainable development problems, D. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia

**E.G. Gasho**, Chief Specialist of Board of Control of energy saving programs, Ph.D. of Engineering, All-Russian Research Design Institute of Power Industry

Measures for increasing of heating supply reliability developed and introduced in OJSC “Moscow Heat Distribution Company” are generalized and analyzed in this article. Analysis of these measures has shown their high power efficiency. Assessment of economic and ecological-economic efficiency from introduction of measures for increasing of heating supply reliability of Moscow is also given in this article.

**Keywords:** failure, analysis, reliability, heating supply, power efficiency.

### Госдумой РФ принят в третьем чтении проект нового закона об образовании в Российской Федерации

Госдума 21 декабря 2012 г. приняла в третьем чтении проект нового закона об образовании в РФ, призванный заменить два действующих базовых документа — «Об образовании» и «О высшем и послевузовском профессиональном образовании», которые были приняты в 1992 и 1996 годах соответственно (законопроект № 121965-6). Законопроект направлен на дальнейшее рассмотрение в Совет Федерации РФ.

В законопроекте на 404 страницах устанавливаются общие принципы, регулирующие отношения в системе образования. Закрепляются госгарантии реализации права на образование на протяжении всей жизни в соответствии с образовательными и профессиональными потребностями.

По мнению министра образования и науки РФ Д. Ливанова, законопроект носит ярко выраженный социальный характер. «Он закрепляет социальные гарантии обучающихся и тех, кто обучает, которые были в прежнем законодательстве, и расширяет их, — отметил Ливанов. — Он также создает механизмы и инструменты для реализации этих гарантий». Что касается основных новаций, то проект «расширяет круг организаций, в том числе организаций различных форм собственности, в которых граждане могут получать бесплатное образование». С вступлением его в силу граждане смогут получать образование за счет государства не только в государственных, но и в негосударственных организациях. Таким образом, увеличивается доступность качественного образования, считает глава ведомства.

«Закон принципиально нацелен на формирование возможности выбора для каждого обучающегося — выбора различных учебных курсов как в самой образовательной организации, так и вне ее. Достигается это использованием новых технологий обучения, в том числе дистанционных, электронных. Также закрепляется на законодательном уровне сетевое взаимодействие образовательных организаций», — рассказал министр.

«Впервые закрепляются особенности образовательной деятельности — при получении образования гражданами, которые проявляют выдающиеся способности, гражданами с ограниченными возможностями здоровья, а также реализации образовательных программ в таких сферах, как искусство, культура, медицина, оборона и безопасность государства», — сообщил глава Минобрнауки России. Предусматриваются и нормы, которые обеспечивают открытость образовательных учреждений и программ для учащихся и их родителей. Также вводится процедура «независимой оценки качества образования, которая позволит специализированным организациям проводить оценки деятельности образовательных организаций, определять достоверность информации о качестве образования и его соответствии запросам потребителей». С текстом законопроекта, направленного в Совет Федерации, можно ознакомиться на сайте Госдумы РФ:

<http://asozd2.duma.gov.ru/main.nsf/%28SpravkaNew%29?OpenAgent&RN=121965-6&02>.