

УДК 623.435.004

**В.Н.Кобелев**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

**В.А.Жмакин**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

**Н.С. Кобелев** д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ПРИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ И ПОТРЕБЛЕНИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

*Тепловые сети представляют собой сложные инженерные сооружения, строительство которых требует выполнения ряда дорогостоящих операций. Из всех инженерных коммуникаций городов тепловые сети являются наиболее дорогими, трудоемкими при сооружении, поэтому при их проектировании необходимо учитывать требования длительной эксплуатации без проведения ремонтов и переключений. Кроме того, необходимо учитывать важность сохранения эксплуатационных качеств на всем протяжении срока службы. Теплопроводы прокладывают подземным или надземным способами. Подземный (канальный, бесканальный) способ является основным в жилых районах, при этом не загромождается территория и не ухудшается архитектурный облик города, надземный способ применяют обычно на территориях промышленных предприятий при совместной прокладке энергетических и технологических трубопроводов.*

*Системы теплоснабжения, в отличие от других систем, таких, как системы газоснабжения, имеют локальный характер. Однако несмотря на локальность, суммарное влияние систем теплоснабжения в масштабе страны весьма существенно, поэтому оптимизация тепловых сетей является важным направлением исследований.*

*Выбор структуры теплоснабжения зависит от ряда условий. Одним из главных условий является экономическая эффективность снабжения потребителей тепловой энергией. Схема теплоснабжения потребителя тепла определяется путем расчета технико-экономических показателей вариантов и дальнейшего их сравнения. Кроме технико-экономических показателей, при выборе схемы тепловой сети необходимо учитывать такие факторы, как требуемый уровень тепло- и энергосбережения, надежность сети, безопасность эксплуатации, а также требования экологии.*

**Ключевые слова:** классификации, тепловые потери, прокладка теплопроводов системы теплоснабжения, теплопотери трубопроводов, экономия тепловой энергии, тепло и энергосбережение.

\*\*\*

В настоящее время системы теплоснабжения составляют важную часть топливно-энергетического комплекса России. Производство тепловой энергии для систем теплоснабжения представляет собой одного из основных потребителей энергоресурсов нашей страны [1, 2, 3]. Доля теплового хозяйства в потреблении энергоресурсов диктует важность совершенствования и оптимизации тепловых сетей [4, 5]. На теплоснабжение в России в год расходуется более 400 млн т условного топлива. Согласно сводным данным по объектам теплоснабжения регионов Российской Федерации общая

протяжённость тепловых сетей при их двухтрубном исполнении составляет примерно 185 тыс. км. Средний процент их износа оценивается в 60–70%. Для приведения транспортной системы теплоносителя в надежное состояние необходимо построить заново или провести реконструкцию 150 тыс. км теплотрасс в двухтрубном исполнении.

Одним из наиболее трудоемких и дорогостоящих элементов систем теплоснабжения являются тепловые сети. Они представляют собой сложные сооружения, состоящие из соединенных между собой труб с тепловой изоляцией, ком-

пенсаторов температурных удлинений, подвижных и неподвижных опор, запорной и регулирующей арматуры, строительных конструкций, камер и колодцев, дренажных устройств и др. [6].

**Классификация основных тепловых потерь при транспортировании и потреблении теплоносителя**

Транспортирование – тепловые сети		
Вид прокладки тепловых сетей	Материал трубопровода	Тепловая изоляция
Бесканальная, канальная и воздушная	Металлический, пластмассовый	Теплоизоляционная, одновременно теплоизоляционная и теплоаккумулирующая
Регулирование расхода и температуры в индивидуальных тепловых пунктах		
Аппаратура и оборудование	Вид тепловых потерь	Пути устранения потерь тепла теплоносителем
Регулирующая, предохранительная и контролирующая	При дросселировании теплоносителя, теплопроводностью корпуса устройства и тепловая инерция аппарата	Применение дозированного количественного регулирования, использование материалов корпуса аппарата с низкой теплопроводностью и снижение порога чувствительности аппарата.
Теплоснабжение укрупненных объектов		
Наименование	Воздействия	Тепловая защита
Здания (жилые, офисы и т.д.) Сооружения комплексов помещений предприятия и/или склада) Отдельное помещение здания или сооружения	Ветровая нагрузка (роза ветров) многоэтажность, балконы. Солнечная радиация, ориентация	Многослойные стены с теплоизолирующим и теплоаккумулирующим слоем. Наружное покрытие дополнительной панельной теплоизоляцией с учетом дизайна наружных стен. Солнечные коллекторы с наклонными воздушными щелями, герметизированное остекление.
Отопление помещения		
Потребление тепловой энергии	Способы передачи теплоты (преимущественно)	Используемые средства
Теплообменные аппараты расположенные у поверхности наружной стены Теплые полы, теплые потолки	Конвективный Лучистый Конвективно-лучистый	Отражательная перегородка перед поверхностью наружной стены  Теплоаккумулирующие и теплоизолирующие изделия

Затраты на сооружение тепловых сетей составляют в городах около 50% начальной стоимости строительства ТЭЦ. Вместе с тем, многолетний опыт эксплуатации тепловых сетей различных конструкций указывает на их недолговечность: срок службы магистральных сетей 16–18 лет, распределительных и внутриквартальных 6–8 лет, а многие теплопроводы, особенно горячего водоснабжения, уже через 2–3 года выходят из строя. Это обусловлено, главным образом, низкой коррозионной стойкостью теплопроводов, а также нарушениями технологии при строительстве, низким качеством выполнения отдельных операций и т.д.

Резерв экономии тепловой энергии имеет несколько источников, среди которых ведущее место занимает теплоизоляция. Качественная тепловая изоляция позволяет снизить потери тепла только на теплоэлектростанциях в 3–4 раза. В настоящее время на ТЭЦ находится в эксплуатации около  $7,7 \cdot 10^6 \text{ м}^3$  теплозащищаемых конструкций, излучающих в окружающую среду  $2 \cdot 10^3 \text{ Вт/ч}$  тепла. В отечественных теплопроводах уровень потерь в 2,5 раза превышает нормативный, при этом 16,5% вырабатываемой тепловой энергии теряется в сетях. Реальный резерв этого источника энергосбережения можно оценить в 60 млн т условного топлива в год [7]. Поэтому проблема создания эффективного теплоизоляционного материала, который используется в том числе и для систем теплогазоснабжения и вентиляции, является актуальной, что и привело к целенаправленной разработке экономичного технического оборудования по производству теплоизоляционного волокна из базаль-

тового сырья [8]. Проведенный анализ известной отечественной и зарубежной технической литературы и опыт эксплуатации систем транспортирования и потребления тепловой энергии позволили выявить основные направления устранения потерь тепла, что стало основой разработки научно-технических решений, позволяющих более эффективно использовать теплоноситель в системах теплоснабжения.

Научная новизна разработанной классификации тепловых потерь при транспортировке и потреблении тепловых потерь позволяет прогнозировать на стадии проектирования способы и устройства эффективного использования тепловой энергии [9,10,11,12].

### Выводы

1. Особенность территориального расположения России обусловлено значительной продолжительностью отопительного периода, поэтому ресурсосберегающее теплоснабжение и потребление тепловой энергии является актуальной проблемой снижения энергозатрат топливно-энергетического баланса России.

2. Решение по ресурсосберегающему транспортированию и потреблению тепловой энергии первоначально определяется выявлением и максимально возможным устранением основных тепловых потерь высокостойкого теплоносителя, производимого при централизованном теплоснабжении.

3. Разработана ресурсосберегающая классификация основных тепловых потерь при транспортировании и потреблении теплоносителя, которая послужит основой для разработки мероприятий для

различных регионов страны по снижению себестоимости систем теплоснабжения и потребления тепловой энергии.

#### Список литературы

1. Балуев Е.Д. Перспективы развития централизованного теплоснабжения // Теплоэнергетика. – 2001. – № 11. – С. 127–136.

2. Мелькумов В.Н., Кузнецов И.С., Кобелев В.Н. Выбор математической модели трасс тепловых сетей // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2011. – № 2(22). – С. 31–36.

3. Ресурсосберегающие технологии в системах теплоснабжения жилищно-коммунального хозяйства: монография / Н.С. Кобелев, А.В. Моржавин, В.Н. Кобелев [и др.]; Юго-Зап. гос.ун-т. – Курск, 2013. – 106 с.

4. Николаев Ю.Е. Выбор оптимального варианта развития малых ТЭЦ в системах децентрализованного теплоснабжения // Пром. энергетика. – 2001. – №1. – С.15–17.

5. Сазанов Б.В. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 303 с.

6. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. – М., 2003.

7. Хаванов П.А. Источники теплоты автономных систем теплоснабжения // АВОК. – 2002. – №1.

8. Волокнистые материалы из базальтов Украины: сб. ст. – Киев.: Техника, 1971. – 172 с.

9. Пат. 2316699 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 01 Д 21/66. Котел отопительный газовый / Кобелев Н.С., Кобелев В.Н., Кладов Д.Б [и др.]; заявитель и патентообладатель Курск. гос. техн. ун-т. №2009114608/22; заявл. 17.04.2009; опубл. 20.10.2009, Бюл. № 29.

10. Кобелев В.Н., Алябьева Т.В., Кобелев В.Н. Методика расчета устройств комплексной очистки вентиляционного воздуха для влажных помещений. – Курск, 2016. – С. 158–163.

11. Тепловлажностный режим вентилируемой воздушной прослойки / Н.С. Кобелев, Т.В. Алябьева, В.Н. Кобелев [и др.] // Известия Курского государственного технического университета. – 2010. – № 1. – С. 73–77.

12. Мелькумов В.Н., Кузнецов И.С., Кобелев В.Н. Задача поиска оптимальной структуры тепловых сетей // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2011. – № 2(22). – С. 37–42.

*Получено 06.09.16*

**V. N. Kobelev**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru))

**V. A. Zhmakin**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru))

**N. S. Kobelev**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru))

#### HEAT LOSSES CLASSIFICATION IN THE PROCESS OF HEAT SUPPLY AND CONSUMPTION

*Heat networks are complex engineering structures, that is why their construction requires significant investments. Heat networks are the most expensive and time-consuming service among all utility lines, consequently such requirement as long-term usage without repairs has to be taken into account in the process of heat networks design.*

*In addition, functional performance over the whole period of service life must be also taken into consideration. Heat lines can be ground or underground. Underground lines are typical of residential areas. In this case residential area is not cluttered up and architectural aspect of the city is not damaged. Ground lines are typical of industrial areas in the process of joint power and industrial piping.*

*Heat networks, in comparison to gas networks are local. However, despite their locality, the total effect of heat networks on a national scale is very significant, therefore, it is very important to optimize heat networks. Heat networks optimization is one of the lines of this research.*

*Selection of the heat supply structure depends on a number of conditions. One of the main conditions is cost-effective heat energy supply. Heat supply scheme is created by calculating the technical and economic indicators of options and their further comparison. In addition to the technical and economic factors, it is essential to take into consideration such factors as required heat and energy efficiency level, network reliability, operational safety and environmental requirements.*

**Key words:** *classifications, heat losses, heat networks pipelining, pipelines heat losses, heat energy efficiency, heat and energy efficiency.*

\*\*\*

## Reference

1. Baluev E.D. Perspektivy razvitija centralizovannogo teplosnabzhenija // Teplojenergetika. – 2001. – № 11. – S. 127–136.

2. Mel'kumov V.N., Kuznecov I.S., Kobelev V.N. Vybor matematicheskoj modeli trass teplovyh setej // Nauchnyj vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2011. – № 2(22). – S. 31-36.

3. Resursosberegajushhie tehnologii v sistemah teplosnabzhenija zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva: monografija / N.S. Kobelev, A.V. Morzhavin, V.N. Kobelev [i dr.]; Jugo-Zap. gos.un-t. – Kursk, 2013. – 106 s.

4. Nikolaev Ju.E. Vybor optimal'nogo varianta razvitija malyh TJeC v sistemah decentralizovannogo teplosnabzhenija // Prom. jenergetika. – 2001. – №1. – S.15–17.

5. Sazanov B.V. Teplojenergeticheskie sistemy promyshlennyh predpriyatij. –M.: Jenergoatomizdat, 1990. – 303 c.

6. SNiP 41-02-2003. Teplovyje seti. – M., 2003.

7. Havanov P.A. Istochniki teploty avtonomnyh sistem teplosnabzhenija // AVOK. – 2002. – №1.

8. Voloknistye materialy iz bazal'tov Ukrainy: sb. st. – Kiev.: Tehnika, 1971. – 172 s.

9. Pat. 2316699 Rossijskaja Federacija, MPK7 V 01 D 21/66. Kotel otopitel'nyj gazovyj / Kobelev N.S., Kobelev V.N., Kladdov D.B [i dr.]; zajavitel' i patentoobladatel' Kursk. gos. tehn. un-t. №2009114608/22; zajavl. 17.04.2009; opubl. 20.10.2009, Bjul. № 29.

10. Kobelev V.N., Aljab'eva T.V., Kobelev V.N. Metodika rascheta ustrojstv kompleksnoj ochistki ventiljacionnogo vozduha dlja vlazhnyh pomeshhenij. – Kursk, 2016. – S. 158-163.

11. Teplovlazhnostnyj rezhim ventiliruemoj vozdušnoj proslojki / N.S. Kobelev, T.V. Aljab'eva, V.N. Kobelev [i dr.] // Izvestija Kurskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. – 2010. – № 1. – S. 73–77.

12. Mel'kumov V.N., Kuznecov I.S., Kobelev V.N. Zadacha poiska optimal'noj struktury teplovyh setej // Nauchnyj vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2011. – № 2(22). – S. 37–42.