

осложняющих работу тепловых сетей, увеличение теплопотерь в некоторых случаях не превышает допустимые нормы. Это вызвано тем, что существующие нормативные потери [3] не учитывают различие в теплофизических свойствах материалов теплоизоляции. Для минеральной ваты все закономерно: нормативные потери равны проектным, и при любом нештатном режиме работы фактические потери сразу превышают нормативные (табл.).

В результате, при использовании ППУ изоляции, остается огромный запас (порядка 30...40 %) на возможный рост тепловых потерь в процессе эксплуатации трубопроводов. Рост тепловых потерь, не превосходящий установленные нормы, не отслеживается тепло-сетевыми компаниями.

Из сказанного следует, значительной экономии в системе транспорта теплоэнергии (не менее 30 %) можно достичь, если пересмотреть существующие нормативные потери [3, 4]. Необходимо разделить нормативные потери в зависимости от типа используемого теплоизоляционного материала.

#### **Выводы**

Проведено сравнение влияния негативных факторов и нештатных условий эксплуатации трубопроводов на изменение тепловых потерь в действующих тепловых сетях для трубопроводов с тепловой изоляцией из пенополиуритана и минеральной ваты.

Показана возможность теплосбережения при транспортировке теплоносителя за счет разделения нормативных тепловых потерь в зависимости от материала теплоизоляционной конструкции и ужесточения норм потерь тепла для пенополиуритановой изоляции не менее чем на 30 %.

#### **Список литературы:**

1. Мунябин Л.И., Арефьев Н.Н. К вопросу о методике расчета тепловых потерь при различных вариантах тепловой изоляции // Новости теплоснабжения.- 2002.-№ 4.- С. 35-38.
2. Методические указания по составлению энергетической характеристики для систем транспорта тепловой энергии по показателю «тепловые потери», часть 3: РД 153–34.20.523–2003.М.: СПО ОРГРЭС, 2003.–28 с.
3. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях: РД 34.09.255-97.М.: СПО ОРГРЭС, 1988.- 18 с.
4. Кузнецов Г.В., Половников В.Ю. Тепловые потери магистральных трубопроводов в условиях полного или частичного затопления // Известия высших учебных заведений: Проблемы энергетики.–2006.–№ 3–4.– С. 3–12.
5. Кузнецов Г.В., Половников В.Ю. Численное исследование тепловых режимов теплопроводов в условиях деформации и нарушения целостности слоя тепловой изоляции // Тепловые процессы в технике.–2011. в печати.
6. Кузнецов Г.В., Половников В.Ю. Численный анализ потерь тепла магистральными теплопроводами в условиях полного или частичного затопления // Инженерно-физический журнал.– 2008.– т.81,– № 2.– С. 303–311.
7. Кузнецов Г.В., Половников В.Ю. Численное моделирование теплового состояния трубопровода в условиях затопления с учетом нестационарности процесса насыщения изоляции влагой // Теплоэнергетика.- 2008.- № 5.-С.60-64.
8. ГОСТ 30732-2006 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007.- 49 с.
9. СП 41–103–2000 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. М.: Госстрой России.– 2001.–42 с.
10. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для ВУЗов.– М.: Изд. дом МЭИ, 2006.– 472 с.

УДК 621.643

#### **Возможности теплосбережения в системе транспорта тепловой энергии**

*Г.В. Кузнецов, И.П. Озерова, В.Ю. Половников, Ю.С. Цыганкова*

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*E-mail: [tsygankovays@nipineft.tomsk.ru](mailto:tsygankovays@nipineft.tomsk.ru)*

Проведена оценка фактических тепловых потерь в сетях централизованного теплоснабжения с учетом неоднородности теплоизоляции по длине трубопроводов и реальных условий эксплуатации тепловых сетей. Показана возможность теплосбережения в системе транспорта тепловой энергии.

### Введение

В современных условиях, когда проблеме энергосбережения уделяется значительное внимание [1], необходимым фактором экономически эффективной работы тепловых сетей является снижение непроизводительных потерь тепла через теплоизоляционные конструкции при транспортировке теплоносителя.

В ходе эксплуатации различные физико-химические воздействия окружающей среды вызывают деструктивные процессы в теплоизоляционных конструкциях теплопроводов, которые приводят к увеличению эксплуатационной влажности и резкому снижению ее теплозащитных свойств [2].

На увеличение тепловых потерь в значительной степени сказывается разрушение тепловой изоляции в процессе эксплуатации теплопроводов [3].

Не редко в процессе работы тепловых сетей происходит уплотнение и снижение толщины теплоизоляционного слоя в верхней части конструкции и провисание, с образованием воздушной прослойки между теплоизоляционным слоем и трубопроводом, в нижней ее части [4]. Вследствие деформации изоляции снижается ее приведенное термическое сопротивление, и существенно возрастают теплотери [4].

Несмотря на то, что в современной научной литературе уделяется достаточно большое внимание вопросам, связанным с определением тепловых потерь в сетях теплоснабжения [2, 5, 6–11], до настоящего времени отсутствовал целостный подход к расчетной оценке тепловых потерь реальных участков систем транспортировки тепла, учитывающий все возможные негативные факторы и процессы, возникающие при эксплуатации и влияющие на интенсификацию теплопереноса в рассматриваемых системах.

Целью данной работы является оценка фактических потерь тепла при транспортировке теплоносителя с учетом технического состояния и реальных условий эксплуатации каждого характерного участка теплотрассы. Анализ возможности теплосбережения в системе транспорта тепловой энергии при декомпозиционном подходе к определению потерь тепла.

### Постановка задачи

В данной работе в качестве примера рассматривается однотрубная тепловая сеть в г. Кемерово. Схема фрагмента тепловой сети и геометрические характеристики приведены на рис. Типы изоляции: пенополиуритановая (ППУ), толщиной по [12], минеральная вата (МВ), толщиной по [13].

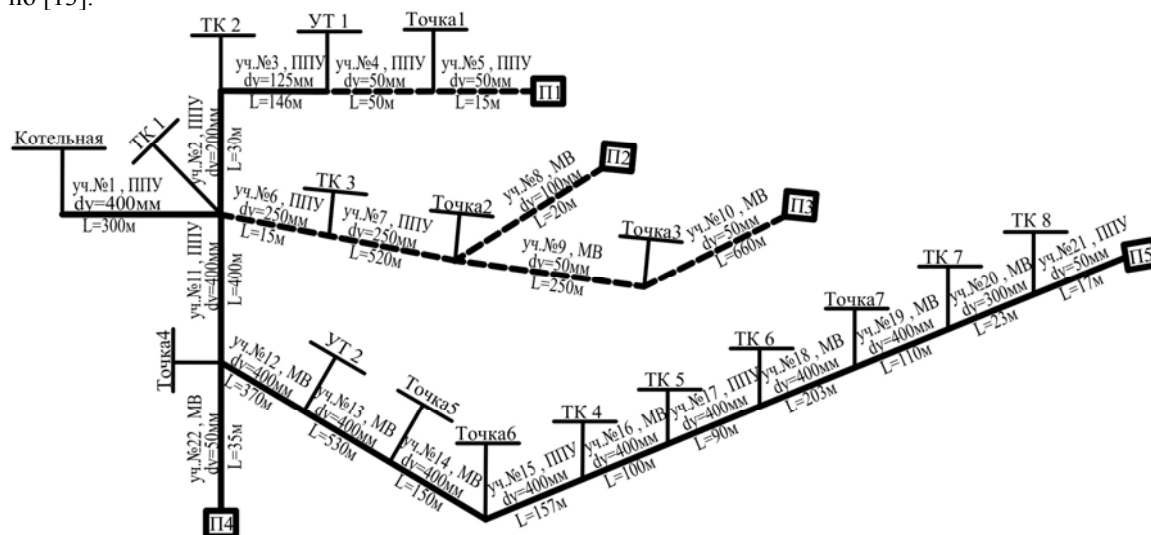


Рис. 1. Схема фрагмента тепловой сети: котельная – источник теплоснабжения; П1–П5 – потребители № 1–5; уч. № 1–22 – характерные участки трубопроводов, отличающиеся условиями прокладки или состоянием изоляции; точки 1–6 – точки, обозначающие границу изменения условий прокладки или состояния изоляции; ТК 1–8 – тепловая камера № 1–8; УТ 1, 2 – узел тепловой № 1, 2, --- - надземная прокладка, — — подземная прокладка.

Тепловые потери для надземной и подземной в непроходных каналах прокладках тепловых сетей вычисляются по формулам [14] с учетом условий [4, 6].

### Исходные данные

Согласно [13] расчет тепловых потерь при качественном регулировании проводится при

средних климатических условиях района. Для г. Кемерово средняя годовая температура наружного воздуха составляет 273 К [15]. Средняя температура теплоносителя равна 363 К, температура воздуха в канале, в соответствии с [14], составляет 296 К, а средняя температура грунта на глубине заложения (8м) – 278 К.

Для оценки влияния нештатных условий работы теплопроводов на изменение тепловых потерь рассматривалось несколько типичных вариантов эксплуатации тепловых сетей:

**Вариант 1.** Влажный воздух в непроходных каналах. Такая ситуация наиболее распространена, поскольку большинство каналов не вентилируются.

**Вариант 2.** Изоляция на участке № 13 увлажнена на 30 %, на участке № 14 – на 100 %, на участке № 15 – на 30 %, на участке № 18 – на 70 %.

**Вариант 3.** Изоляция на участке № 1 увлажнена на 100 %, на участке № 11 – на 70 %, на участке № 22 – на 10 %.

**Вариант 4.** Тепловая изоляция отсутствует на участках № 4, 6, 8, 20

**Вариант 5.** На участках № 1, 4, 19 наблюдается умеренная деформация слоя изоляции [4].

Под проектным режимом подразумеваются, что трубопроводы изолированы в соответствии с [13], изоляция находится в сухом состоянии.

#### Результаты исследований

Основные результаты расчетов потерь тепловой энергии теплоносителя приведены в табл.

Таблица 1. Результаты расчета тепловых потерь теплоносителя

Вариант	Qп1, Вт	Qп2, Вт	Qп3, Вт	Qп4, Вт	Qп5, Вт
Нормативные потери	29500	51489	71601	49840	170488
Проектные потери	17290	30245	53274	29292	170030
Вариант 1	21748	33560	56587	37106	190220
Вариант 2	21748	33560	56587	37106	287170
Вариант 3	39939	51743	74752	72604	225000
Вариант 4	56711	94898	90338	37106	190220
Вариант 5	24669	36482	59350	39871	194530

Из табл. видно, что эксплуатация рассматриваемой тепловой сети (рис.) в условиях, отличающихся от проектных, приводит к ожидаемому увеличению тепловых потерь. Например, при учете увлажнения воздуха в непроходных каналах (вариант 1), тепловые потери на пути к потребителям с преобладанием подземного способа прокладки теплопроводов возрастают в 1,12...1,25 раз по сравнению с проектными.

По варианту 2 при незначительном увлажнении (до 30 %) около 28 % протяженности тепловой сети до потребителя П5 и при полном увлажнении (100 %) 14 % протяженности тепловой сети тепловые потери на пути к потребителю П5, по сравнению с проектными, возрастают в 1,69 раз.

В варианте 3 при значительном увлажнении (более 70 %) 95 % протяженности трубопроводов до потребителя П4 и при незначительном увлажнении 5 % трубопроводов потери тепла увеличиваются в 2,48 раза.

В случае отсутствия изоляции (вариант 4) наблюдаются максимальные потери тепла. В частности, при разрушении изоляции всего на 9 % длины тепловой сети до потребителя П1 потери тепла увеличиваются в 3,28 раза по сравнению с потерями при проектных условиях эксплуатации.

При деформации изоляции (вариант 5) на 64 % длины тепловой сети от общей протяженности трубопроводов до потребителя П1 тепловые потери возрастают в 1,43 раза.

Полученные результаты свидетельствуют о важности и необходимости учета реальных условий эксплуатации тепловых сетей при расчетной оценке потерь тепла. Расчет фактических тепловых потерь позволит оценить масштаб тепловых потерь, выявить «проблемные» места на участках тепловых сетей и принять соответствующие меры по устранению нештатных режимов работы. Своевременные ремонтные работы и оперативное реагирование теплоснабжающих компаний в свою очередь обеспечат частичное выполнение программы энергосбережения [1].

Следует обратить внимание, что нормативные потери по [1,13] для трубопроводов с изоляцией из пенополиуретана (табл.) в среднем на 30 % превышают проектные потери. Поэтому при учете неудовлетворительного состояния изоляции трубопроводов фактические потери,

возрастая на 30–50 %, в некоторых случаях не превышают нормативные (табл.). Это обстоятельство позволяет говорить о возможном пересмотре и ужесточении нормативных потерь для участков тепловых сетей, имеющих изоляцию с высоким термическим сопротивлением.

Завышенные нормы потерь тепла позволяют относить к нормативным потерям даже потери, связанные с плохим техническим состоянием и непроектными условиями работы тепловых сетей. Такая ситуация не стимулирует теплоснабжающие компании к действиям в сторону сокращения потерь тепла, скорее наоборот, способствуют их бездействию.

#### **Выводы**

Проведена аналитическая оценка фактических тепловых потерь с учетом неоднородности тепловой изоляции по длине трубопровода и реальных условий эксплуатации тепловых сетей. Показана возможность теплосбережения в результате пересмотра и ужесточения нормативных потерь для участков тепловых сетей, имеющих теплоизоляцию с высоким термическим сопротивлением.

#### **Список литературы:**

1. ФЗ № 261 от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Слепченко В.С., Рондель А.Н., Шаповалов Н.Н. Влияние различных эксплуатационных факторов на тепловые потери в бесканальных подземных трубопроводах тепловой сети // Новости теплоснабжения. – 2002. – № 6. – С. 18–23.
3. Шойхет Б.М., Ставрицкая Л.В. Обследование технического состояния и реконструкция тепловой изоляции эксплуатируемых магистральных теплопроводов // Энергосбережение. – 2002. – № 3. – С. 60–62.
4. Кузнецов Г.В., Половников В.Ю. Численное исследование тепловых режимов теплопроводов в условиях деформации и нарушения целостности слоя тепловой изоляции // Тепловые процессы в технике. – 2011. – № 0. – С. 00–00.
5. Мунябин Л.И., Арефьев Н.Н. К вопросу о методике расчета тепловых потерь при различных вариантах тепловой изоляции // Новости теплоснабжения. – 2002. – № 4. – С. 35–38.
6. Кузнецов Г.В., Половников В.Ю. Численный анализ потерь тепла магистральными теплопроводами в условиях полного или частичного затопления // Инженерно-физический журнал. – 2008. – Т. 81. – № 2. – С. 303–311.
7. Пахомов А.А. Как посчитать тепловые потери в реальных условиях эксплуатации? // Жилищно-коммунальный комплекс Урала. – 2007. – № 6 (38). – С. 10–17.
8. Гудзюк В.Л., Шомов Е.В. Оперативная оценка реальных тепловых потерь при транспорте пара и горячей воды // Новости теплоснабжения. – 2010. – № 11. – С. 30–33.
9. Байбаков С.А. К вопросу о методах и проблемах определения фактических тепловых потерь в тепловых сетях // Новости теплоснабжения. – 2010. – № 6. – С. 36–39.
10. Семенов В.Г. Определение фактических тепловых потерь через теплоизоляцию в сетях централизованного теплоснабжения // Новости теплоснабжения. – 2003. – № 4. – С. 30–33.
11. Хромченков В.Г., Иванов Г.В., Хромченкова Е.В. Определение потерь тепла в тепловых сетях // Новости теплоснабжения. – 2006. – № 6. – С. 39–43.
12. ГОСТ 30732-2006 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007. – 49 с.
13. СП 41-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. – М.: Госстрой России, 2001. – 42 с.
14. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 472 с.
15. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 70 с.

УДК 62-663

#### **Поисковые исследования возможности производства из угля марки ЗБ высококалорийного топлива с низким содержанием летучих**

*М.В. Кулеш*

*ООО «СИБТЕРМО», г. Красноярск, Россия*

*E-mail: [aim@inbox.ru](mailto:aim@inbox.ru)*

Значительную часть угольных запасов России составляют бурые угли Канско-Ачинского бассейна – до 100 млрд тонн, пригодных для открытой добычи. Это – самые дешевые угли и в то