

**ВЛИЯНИЕ УВЛАЖНЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И ГРУНТА  
НА ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ ПОДЗЕМНЫХ  
ТЕПЛОТРАСС**

Кольчатов Е.Ю., Кочева М.А.

*Нижегородский государственный  
архитектурно-строительный университет,  
Нижегний Новгород, e-mail: kol4atov@yandex.ru*

Действующие тепловые сети не удовлетворяют современным требованиям надежности и долговечности ни по качеству строительных конструкций теплопроводов, ни по теплофизическим показателям, т.е. нормативное значение потерь теплоты не обеспечивается. На практике часто встречаются случаи непоправимо высоких потерь теплоты, увеличенных по сравнению с нормативными в 2-4 раза.

Основными причинами отклонения от проектных режимов работы теплосетей являются увлажнение изоляции и грунта из-за нарушения целостности строительной и изоляционной конструкций теплопроводов, быстрое старение и разрушение практически всех применяемых видов теплоизоляционных материалов.

В связи с этим представляет интерес оценить влияние объемной влажности грунта и изоляции на тепловые потоки в зоне подземных канальных и бесканальных теплопроводов.

Поскольку процессы теплопереноса в этих условиях характеризуются многими переменными, их детальное параметрическое исследование весьма затруднено, и поэтому ниже представлен лишь ряд типичных частных случаев.

Определение величин линейных тепловых потерь  $qL$  Вт/м, производилось на основе расчётных схем, описанных в [1, 2]. Зависимость коэффициентов теплопроводности грунта (суглинок) и тепловой изоляции от объёмной влажности принимались по данным [3].

Для удобства анализа, все графики характеризуются следующими одинаковыми исходными данными: диаметры теплопроводов – 0,3 м; глубина заложения – 1,5 м; толщина слоя изоляции – 0,06 м; толщина покровного слоя – 0,005 м. Температура наружного воздуха, а также температуры в подающем и обратном трубопроводах соответственно равны: –1,1; 88; 38 °С.

На рис. 1. показаны величины тепловых потерь канальной прокладки в зависимости от объёмной влажности изоляции  $W$  и грунта  $W_r$ . Материал изоляции – минеральная вата (так как именно она подвергается увлажнению лучше всего); размеры канала в свету – 2,0 x 1,0 м, при толщине стенок канала – 0,1 м. Коэффициент теплопроводности стенок канала – 1,0 Вт/(м·К).

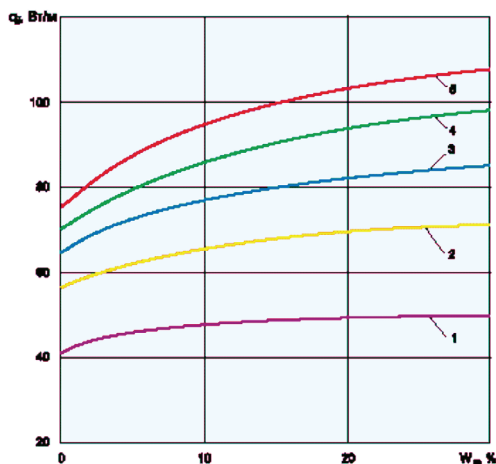


Рис. 1. Влияние объёмной влажности грунта и изоляции на величину линейных тепловых потерь канальной прокладки: 1 –  $W_z=0\%$ ; 2 –  $W_z=6\%$ ; 3 –  $W_z=12\%$ ; 4 –  $W_z=25\%$ ; 5 –  $W_z=50\%$

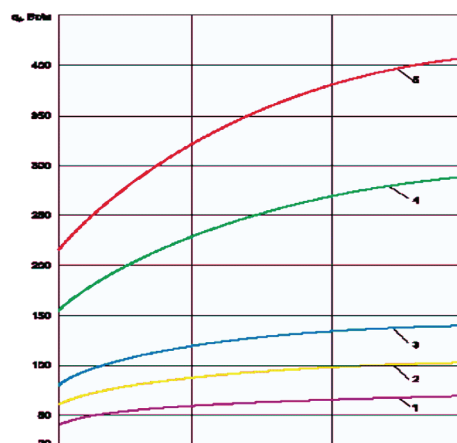


Рис. 2. Линейные тепловые потери при различных режимах работы канальной прокладки

Рис. 2. характеризует величины тепловых потерь при различных режимах работы канальной прокладки с одновременным увлажнением грунта от 0 до 30 %. Здесь приведены следующие случаи: нормальный режим работы (кривая 1); отсутствие изоляции на обратном трубопроводе (кривая 2); отсутствие изоляции на подающем трубопроводе (кривая 3); отсутствие изоляции а обоих трубопроводах (кривая 4); затопление канала из обратного трубопровода (кривая 5).

Из графиков следует, что увеличение объёмной влажности грунта  $W_r$  от 0 до 50%, когда  $W_u = 0\%$  вызывает рост тепловых потерь в 1,83 раз, когда  $W_u = 15\%$ , – в 2,08 раз, когда  $W_u = 30\%$ , – в 2,16 раз.

При проведении численных экспериментов в вариантах затопления канала сетевой водой величина коэффициента теплоотдачи от покровного слоя к воде и от воды к стенке канала принималась равной 100 Вт/(м<sup>2</sup>·К).

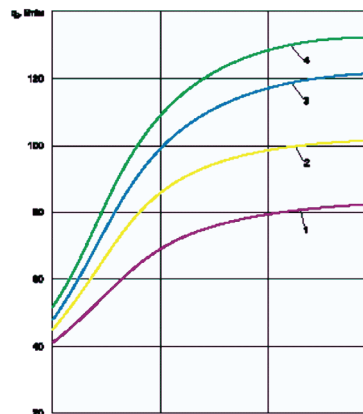


Рис. 3. Влияние объёмной влажности грунта и изоляции на величину линейных тепловых потерь бесканальной прокладки: 1 –  $W_u=0\%$ ; 2 –  $W_u=4\%$ ; 3 –  $W_u=8\%$ ; 4 –  $W_u=12\%$ ;

Анализ полученных кривых показывает, что рост тепловых потерь для разных режимов работы теплотрассы по отношению к проектному при увеличении  $W_{г}$  от 0 до 30% находился в пределах: 1,48–1,52; 1,98–2,03; 3,75–4,14 раз при отсутствии изоляции соответственно на обратном, подающем и обоих трубопроводах. Затопление же канала сетевой водой из обратного трубопровода увеличивало тепловые потери в 5,30–5,86 раз.

Рис. 3 и 4 относятся к бесканальной прокладке с расстоянием между осями труб – 0,7 м.

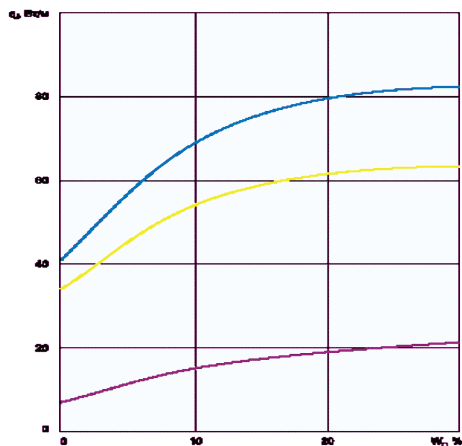


Рис. 4. Влияние объемной влажности грунта на линейные тепловые потери подающего и обратного трубопроводов бесканальной прокладки

Показанные на рис. 3 кривые позволяют судить о том, как меняется величина тепловых потерь в зависимости от изменения одновременно объемной влажности грунта ( $0 < W_{г} < 30\%$ ) и теплоизоляционного слоя. Материал тепловой изоляции – пенополиуретан.

Из приведенных кривых видно, что повышение  $W_{г}$  от 0 до 30%, когда  $W_{у} = 4\%$ , влечет за собой увеличение тепловых потерь в 2,24 раз; когда  $W_{у} = 8\%$  – в 2,52 раз; когда  $W_{у} = 12\%$  – в 2,56 раз.

Варианты, представленные на графиках рис. 4, относятся к предельному случаю  $W_{у} = 0\%$ . Расчеты показывают, что повышение объемной влажности грунта  $W_{г}$  от 0 до 30% влечет за собой увеличение тепловых потерь для обратного теплопровода (кривая 1) в 3,00 раза, для подающего (кривая 2) в 1,85 раз. Увеличение суммарных тепловых потерь (кривая 3) при этом составило 202%.

Таким образом, полученные численные данные могут быть использованы при оценке влияния объем-

ной влажности грунта и изоляции, а также характерных режимов и дефектов работы подземных теплотрасс на величину тепловых потерь.

#### Список литературы

1. Иванов В.В., Вершинин Л.В. Распределение температур тепловых потоков в зоне прокладки теплотрасс. // Вторая российская национальная конференция по теплообмену. Теплопроводность изоляции. – М., 1998. Т.7. С.103-105.
2. Иванов В.В. Шкрёбо С.В. Моелирование тепловых процессов подземных бесканальных теплотрасс // Вторая российская национальная конференция по теплообмену. Теплопроводность изоляции. – М., 1998. Т.7. С.106-108.
3. Чудновский А.Ф. Теплофизические характеристики дисперсных материалов. М.: Физмат, 1961. – 456 с.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Кондратьев Р.В., Кочева М.А.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, e-mail: rvkondratev@mail.ru

В последние годы в Российской Федерации прослеживается устойчивая тенденция роста цен на энергоносители. В связи с этим, в настоящее время, большое значение приобретает развитие одного из факторов экономики – энергосбережение. Главной задачей которого является достижение экономически оправданной максимальной экономии энергетических ресурсов и снижение суммарных затрат на добычу, транспортировку и использование топлива.

По заказу Министерства жилищно-коммунального хозяйства Нижегородской области ООО «Нижегородский Инвестиционный Центр Энергоэффективности – ИИ» (далее – ООО «НИЦЭ-ИИ») проведены исследования и анализ эффективности работы 1116 котельных, в том числе 857 муниципальных котельных, действующих на территории 12-ти северных районов Нижегородской области (Варнавинский, Ветлужский, Воскресенский, Ковернинский, Краснобаковский, Семеновский, Сокольский, Тонкинский, Тоншаевский, Уренский, Шарангский, Шахунский). Газифицированы в настоящее время только 5 районов (Воскресенский, Ковернинский, Краснобаковский, Семеновский и Сокольский), в остальных 7 природный газ отсутствует. [4]

Сравнительный анализ эффективности использования различных видов топлива для котельной

В таблице приведен сравнительный анализ эффективности использования различных видов топлива для котельной установленной мощности 1 МВт (при 90% нагрузке и продолжительности отопительного периода 229 суток), выполненный по результатам мониторинга за 2012 год.

Показатели эффективности использования топлива для котельной мощностью 1 МВт

Выработано тепловой энергии, с учётом указанной средней нагрузки	ГДж
за отопительный сезон :	1021
Затраты на топливо за отопительный сезон	руб.
котельной на опилках:	472183
котельной на щепе:	472183
котельной на дровах:	1225124
котельной на торфе:	1301695
газовой котельной:	2535327
угольной котельной:	2824592
котельной на печном топливе:	5487536
пеллетной котельной:	6142637
мазутной котельной:	6176669
дизтопливной котельной:	14829109
электрической котельной:	15986171

Примечание. Цены приведены по состоянию на октябрь 2012 года.