

УДК 697.133

## РАСЧЁТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММОГО ПАКЕТА «ТЕПЛОРОТТ-2»

*Алексеева Е.Г., Лежнёва Ю.А., Немова Т.Н.*

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск*

В настоящее время – период развития современных технологий - существует множество различных программ, которые позволяют быстро и без сложных математических вычислений получить данные о тепловых потерях и других показателях в системах теплоснабжения, тем самым облегчить работу инженеров и проектировщиков.

Одной из таких программ является «ТеплоРотт-2», которая проста в использовании, не занимает на ПК много места и находится в открытом доступе, (версия от 03.02.2012). Она позволяет рассчитать теплопотери через изоляцию трубопроводов при различных способах прокладки трубопровода, многослойных стенок (в том числе воздушных прослоек), паровых спутников мазутопроводов, а также провести расчеты: одноходовых теплообменников «труба в трубе», потерь давления на элементах узлов учета тепла, радиационно-конвективных щелевых рекуператоров промпечей, ограждений с теплопроводными включениями и прочее.

С целью достоверности применения данной программы для определения тепловых потерь в системе теплоснабжения при подземной прокладке трубопровода были проведены расчёты и сравнительный анализ с результатами других авторов [1].

Для трубопровода подземной прокладки программа позволяет рассчитать:

- Температуру на поверхности трубопровода, °С;
- Температуру на слоях изоляции, °С;
- Общее термическое сопротивление трубопровода, (м·К)/Вт;
- Термическое сопротивление конструкции канала, (м·К)/Вт;
- Термическое сопротивление грунта вокруг канала, (м·К)/Вт;
- Термическое сопротивление от воздуха к стенкам канала, (м·К)/Вт;
- Общее термическое сопротивление канала, (м·К)/Вт;
- Температуру поверхности грунта (только при неглубокой прокладке), °С;
- Среднюю температуру воздуха в канале, °С;
- Среднюю температуру внутренней поверхности стенок канала, °С;
- Общие удельные потери прокладки, Вт/м;
- Коэффициент эффективности изоляции, %.

Программа позволяет произвести данные расчеты при прокладке до 4-х трубопроводов в канале.

Основным требованием для расчета тепловых потерь в программе является сбор исходных данных, которые вводятся в выплывающие окна (рис.1.):

1. Характеристика конструкции канала;
2. Общие данные (температура грунта, коэффициенты теплопроводности грунта и теплоотдачи от трубопровода в воздух в канале и от воздуха в канале к стенкам канала, коэффициент местных тепловых потерь);
3. Характеристики изоляции(й) и трубопровода(ов).

Полученные результаты можно сохранить в формате ТХТ для дальнейших расчетов и анализа.

При расчете тепловых потерь трубопровода подземной прокладки можно по необходимости рассчитать оптимальные толщины слоев изоляции (от 0 до 300 мм) по приведенным годовым расходам.

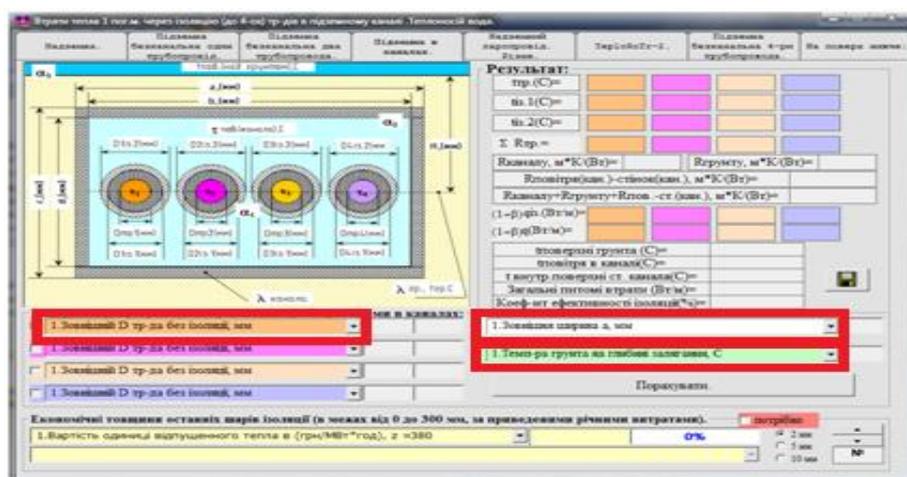


Рис. 1. Рабочая область расчета тепловых потерь через изоляцию (до 4-х трубопроводов) в непроходном канале.

### Физическая постановка задачи

Объектом исследования послужил часто используемый в России магистральный трубопровод в непроходном железобетонном канале подземной прокладки, изолированный пенополиуретановыми (ППУ) скорлупами (рис. 2).

При постановке задачи приняты следующие основные допущения:

- Теплофизические параметры материалов являются постоянными и известными величинами;
- Условия как снаружи, так и внутри канала остаются неизменными во времени (температура, теплофизические параметры: материала стенки трубопровода, тепловой изоляции, стенок канала, воздуха в канале, грунта).

### Исходные данные

Расчеты тепловых потерь проводились для трубопровода с условным диаметром 600 мм, изолированного ППУ скорлупами толщиной 50 мм и коэффициентом теплопроводности, равным 0,0224 Вт/(м·К).

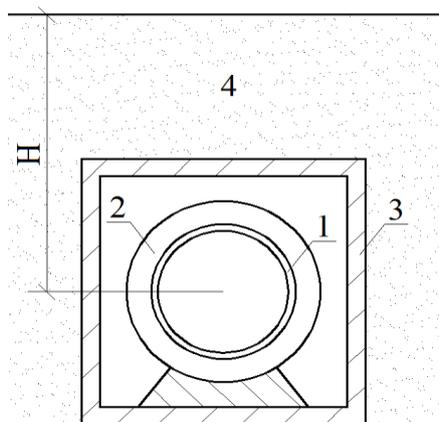


Рис. 2. Схематическое расположение трубопровода в непроходном одноячейковом канале подземной прокладки. Н - глубина залегания к горизонтальной оси; 1 - металлическая стенка трубы; 2 – слой изоляции; 3 – железобетонная стенка канала; 4 - грунт.

Трубопровод расположен на глубине залегания до оси к горизонтали 1,285 м в сборном железобетонном канале марки КЛс120-120 с коэффициентом теплопроводности материала стенок канала (при плотности железобетона 2500 кг/м<sup>3</sup>) 1,69 Вт/(м·К).

Средняя температура теплоносителя равна 90°C, а температура на поверхности грунта 10 °С.

В Томской области и г. Томске преобладает вид грунта – суглинок [2]. Коэффициенты теплоотдачи от трубопровода в воздух в канале, от воздуха в канале к стенкам канала для расчетов приняты, согласно [3], равными 8,141 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Коэффициент местных потерь принимается равным 1,15 [4].

Результаты проведенных расчетов по программе «ТерлоRoTr-2» в диапазоне температур теплоносителя от 100 до 130°C в сравнении с данными [1], полученными для тех же материалов и условий, представлены в таблице.

Таблица результатов расчета тепловых потерь

Т, °С	Тепловые потери, рассчитанные в программе «ТерлоRoTr-2», q <sub>1</sub>	Тепловые потери, рассчитанные по математической модели [1], q <sub>2</sub>	Отклонение от математической модели, %
100	70,1	68,42	2,4
110	77,9	77,34	0,72
120	85,7	86,26	0,65
130	93,5	95,18	1,77

### Заключение

1. Для одних и тех же материалов и условий эксплуатации магистрального трубопровода отклонение результатов по тепловым потерям, полученным с помощью программы «ТерлоRoTr-2» и [1], составляет менее 2,5 %.

2. Использование программы позволяет существенно сократить время, необходимое работникам, обслуживающим инженерные сети, для расчета тепловых потерь трубопроводов.

### Литература

1. Половников В.Ю. Математическое моделирование тепловых режимов теплотрубопроводов в условиях увлажнения изоляции: Дис. к.т.н.:05.14.04. – Томск, 2006. – 122 с.
2. СП 41-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. – М.: Госстрой России. 2001 – 42 с.
3. Громов, Н.К. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию / И.В. Беляйкина, В.П. Витальев, Н.К. Громов и др. – М.: Энергоавтомтомиздат, 1988. – 376 с.
4. Порядок определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя. КонсультантПлюс:[Электронный ресурс] : URLhttp://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_138495/?frame=2