

ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПОДЗЕМНЫХ ТЕПЛОПРОВОДОВ

Халецкая О.А., Гридин С.В.

Донецкий национальный технический университет

Изоляция трубопроводов — один из самых важных аспектов энергосбережения в современном мире. Уменьшение потерь тепла с помощью теплоизоляционных материалов для труб стало главным средством экономии энергии и ресурсов.

В виду разнообразия трубопроводов, их назначения и особенностей эксплуатации существует много материалов для их изоляции. Это могут быть минераловатные маты или цилиндры, теплоизоляция в виде трубок на основе вспененного каучука или полиэтилена, скорлупы из пенополиуретана, защитные полотна или жидкая теплоизоляция (термокраска).

При прокладке теплопровода в грунте тепловой поток направлен от теплоносителя (через стенку трубы, тепловую изоляцию и грунт) к поверхности земли и далее в окружающую среду. Таким образом, теплота, теряемая теплопроводом, нагревает прилегающий к нему грунт.

В многотрубном одноячейковом канале тепловые потоки от каждого теплопровода нагревают воздух в канале, затем общий поток от нагретого воздуха через стенки канала рассеивается в грунте. Вследствие этого, вокруг любого теплопровода образуется определенное температурное поле.

Для определения теплотерь каждого теплопровода необходимо определить температуру воздуха в канале.

Температуру воздушной среды в канале $t_{в.кан}$ определяем из уравнения теплового баланса [1]:

$$\sum_1^n \frac{t_i - t_{в.кан}}{R_i} (1 + \beta) = \frac{t_{в.кан} - t_0}{R_{кан}}$$

Примем параметры теплопровода и канала, например: глубина заложения до осей трубы 1,2 м; диаметр трубы 159х5 мм; толщина изоляции обоих теплопроводов – 60 мм; теплопроводность изоляции $\lambda_{из}=0,05$ Вт/(м°С); температура теплоносителя в подающем теплопроводе $t_1=150^\circ\text{C}$, в обратном – $t_2=70^\circ\text{C}$; температура грунта на оси заложения труб $t_0=5^\circ\text{C}$; теплопроводность грунта $\lambda_{гр}=1,7$ Вт/(м°С); теплопроводность стенок канала $\lambda_{канала}=1,3$ Вт/(м°С); коэффициент теплообмена $\alpha=12$ Вт/(м²°С); поправочный коэффициент $\beta=0,2$ [1].

Подставив в уравнение теплового баланса исходные значения (предварительно рассчитав сопротивления теплопередаче R_1 , R_2 и $R_{кан}$) и выразив из него $t_{в.кан}$, получаем температуру воздушной среды в канале, равной $31,7^\circ\text{C}$.

Следующим шагом является построение температурного поля, т.е. графическое представление распределения температуры в грунте. Зная температуру в каждой конкретной точке сечения канала, можно оценить возможность исполь-

зования нагретого грунта в полезных целях, например, для поддержания требуемой температуры в близко расположенных к каналу подземных или полуподземных сооружениях.

Для расчета и последующего построения температурного поля использовалась следующая формула [1]:

$$t_{x,y} = t_0 + (t_{в.кан} - t_0) \frac{1}{2\pi\lambda_{гр}} \ln \frac{\sqrt{x^2+(y+h)^2}}{\sqrt{x^2+(y-h)^2}}$$

Путем создания расчетных таблиц в программе Microsoft Excel было просчитано достаточное для построения температурного поля количество точек с искомой температурой.

На рис. 1 показано сечение теплопровода и подземного гаража (наименьшее расстояние в свету от канала до ближайшего инженерного сооружения согласно СНиП 2.04.07-86* (2000) "Тепловые сети" равно 2 м). Путем построения изотерм обозначено температурное поле, возникающее вокруг канала с теплопроводами. Изотермы построены для значений температуры: 15, 12, 10, 9, 8, 7, 6 °С.

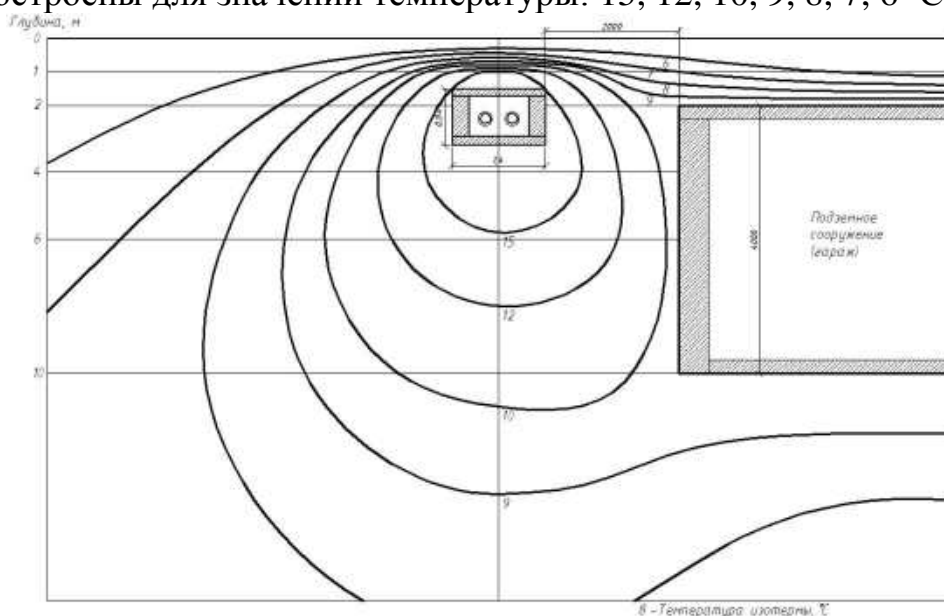


Рис. 1. Распределение теплового поля в грунте, сечение теплотрассы и подземного сооружения.

Как видно из рисунка, ограждающая конструкция близлежащего к теплотрассе инженерного сооружения (подземного гаража) попадет в область грунта с температурой 9 °С, в то время как естественная температура грунта на данной глубине 5 °С. Таким образом, благодаря смежному расположению гаража и теплотрассы можно повысить температуру воздуха в гараже на 4 °С, или сэкономить энергию, требуемую для поддержания в нем более высокой температуры, за счет меньшей разницы требуемого и естественного ее значения.

Одновременно с этим уменьшаются затраты теплопроизводителя на подогрев теплоносителя в силу создания "подпора" тепловому потоку из теплопровода и, как следствие, меньшим теплотерям по длине теплопровода.

Литература:

1. Ионин А. А. и др. Теплоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982.