

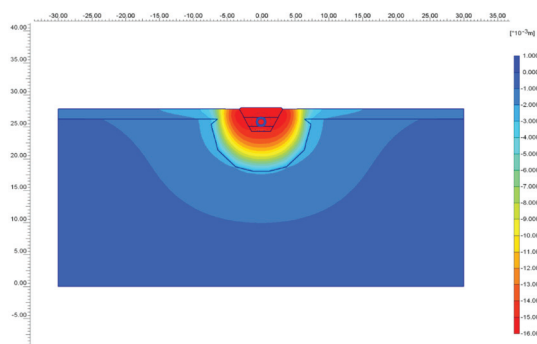


Рис. 2. Пример диаграммы интенсивности осадки

Результаты расчетов осадки в PPM Tube 2.0 и Plaxis

Номер участка (км)	Осадка по Tube 2.0 (м)	Осадка по Plaxis (м)	Абсолютная погрешность
А(1748,3)	1,08	1,087	0,007
Б(1747,9)	1,08	1,123	0,043
В(1747,3)	1,06	1,1	0,04

В результате анализа было выяснено, что значения погрешности вычисления осадки не превышают 0,1 м, что является приемлемым значением для инженерных расчетов.

Выводы

Значение погрешности вычисления осадки не превышает 0,1 м, что является приемлемым значением для инженерных расчетов. Данная методика позволяет определять осадку вмещающего магистральный трубопровод грунтового массива с точностью, достаточной для прогноза его напряженно-деформированного состояния.

Список литературы

1. Выполнение дополнительных расчетов и прогноз температурного поля вокруг трубопровода на участках с ММГ, не оборудованных термометрическими скважинами. Том 2 [Текст]: научн. техн. отчет. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2010.
2. Цытович, Н.А. Механика мерзлых грунтов. Общая и прикладная / Н.А. Цытович: Учебное пособие. Изд. 2-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 448 с.
3. Маленов А.А. Методика расчета осадки подземных магистральных нефтепроводов в районах распространения многолетнемерзлых грунтов с использованием программного комплекса PLAXIS (статья) / Сборник трудов аспирантов и магистрантов. Технические науки – Н. Новгород: ННГАСУ, 2011. – 266 с.
4. Маленов А.А. Расчеты и прогноз температурного состояния основания и осадки нефтепровода ВСТО-1 при обследовании безопасных режимов его эксплуатации (тезисы) / А.Н. Белов, Е.Н. Горохов // 13-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки 2011». Труды конгресса. Н. Новгород: гос. архит.-строит. ун-т. Н. Новгород: ННГАСУ, 2012.
5. Маленов А.А. Обеспечение экологической безопасности нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» на участках, проложенных в многолетнемерзлых грунтах (статья) / Е.Н. Горохов, Е.В. Копосов, С.В. Соболев, В.И. Ларионов, М.А. Козлов / Приволжский научный журнал. ННГАСУ 2011 г. – № 3.
6. Маленов А.А. Методика и программа компьютерного моделирования температурного режима вмещающего нефтепровод грунтового массива в криолитозоне (статья) / Е.Н. Горохов, В.И. Логинов, М.А. Козлов / Приволжский научный журнал. ННГАСУ-2011 г. – № 4.
7. СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах [Текст]: строит. нормы и правила: Госстрой России: взамен СНиП II-18-76: дата введения 01.01.90. – М.: ГУП ЦЦП, 2005. – 52 с.

Расчетные участки

Рассматриваются три сечения, расположенных на участке в пределах от 1779 км до 1904,4 км трассы нефтепровода ВСТО-1 [1]. Генеральное направление трассы на данном участке восточное. Ближайшие населенные пункты г. Олекминск. Рассмотрены три расчетных сечения А, Б и В на 1748,3, 1747,9 и 1747,3 км нефтепровода соответственно.

Исходные данные для расчета представлены в [1]

Результаты расчетов и сравнение

Результаты расчетов приведены для 2039 г. по трем сечениям А, Б и В (ПК 1748,3, ПК 1747,9 ПК 1747,3) (см. таблица). Для каждого сечения посчитаны абсолютные погрешности осадки относительно значения осадки, вычисленного в ПК Plaxis.

ТЕМПЕРАТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ОСНОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДА В КРИОЛИТОЗОНЕ

Гнетов Е.А., Горохов Е.Н., Маленов А.А.

Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет,
Нижегород, e-mail: gnetovnn@mail.ru

Особенности строительства объектов теплоснабжения в северной строительной-климатической зоне обусловлено наличием многолетнемерзлого грунта (ММГ). На практике в условиях вечной мерзлоты прокладка теплопроводов часто выполняется открытым способом (на эстакадах), что ухудшает качество благоустройства территории. Прокладка теплопроводов подземным безканальным способом в просадочных ММГ затруднительна, т.к. потери тепла через теплоизоляцию трубы при значительных температурах теплоносителя (порядка 150 °С) может привести к просадке грунта и высоким изгибающим моментам. Если на глубине оттаивания залегают непросадочные грунты, то допускается прокладка сетей в железобетонных лотках, но с обязательной вентиляцией [4].

Глубина оттаивания ММГ зависит от температуры теплоносителя, наличия теплоизоляции на поверхности теплопровода, теплофизических характеристик грунтов основания, климатических параметров района.

В рамках исследования определяется температурное состояние основания теплотрассы, возведенной в условиях вечной мерзлоты, на момент времени 300 лет с начала эксплуатации. Учитывается процесс кондуктивной теплопередачи, описывающийся уравнением Фурье, которое в двухмерных условиях будет иметь вид [1, 2, 3]:

$$C_{гр} \rho_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial X} \left(\lambda_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Y} \left(\lambda_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial Y} \right) \quad (1)$$

где $C_{гр} \rho_{гр}$ – объемная теплоемкость грунта, включающая теплоемкость всех его компонентов ($C_{гр}$ – теплоемкость грунта, $\rho_{гр}$ – плотность грунта); θ – температура грунта; t – время; $\lambda_{гр}$ – теплопроводность грунта.

Для грунтов, находящихся при температуре ниже температуры замерзания свободной воды, уравнение теплопроводности будет иметь вид:

$$C_{гр} \rho_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial X} \left(\lambda_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Y} \left(\lambda_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial Y} \right) + \rho_{л} n L \frac{\partial R}{\partial t} b; \quad (2)$$

где $\rho_{\text{л}}$ – плотность льда; n – пористость грунта; L – удельная теплота плавления льда; b – степень льдистости (влажности) грунта; R – относительная льдистость (представляет собой отношение массы порового льда к массе поровой воды).

Для решения задачи теплотехнического прогноза применен метод конечных разностей.

В качестве теплопровода в расчете рассматривается одна труба с температурой теплоносителя 150°C , помещенная в бетонный лоток, заглубленный на глубину 1,87 м. Расчет производится численным методом [3] с использованием программы Tube. v.1.0.

Расчетная схема представлена на рис. 1.

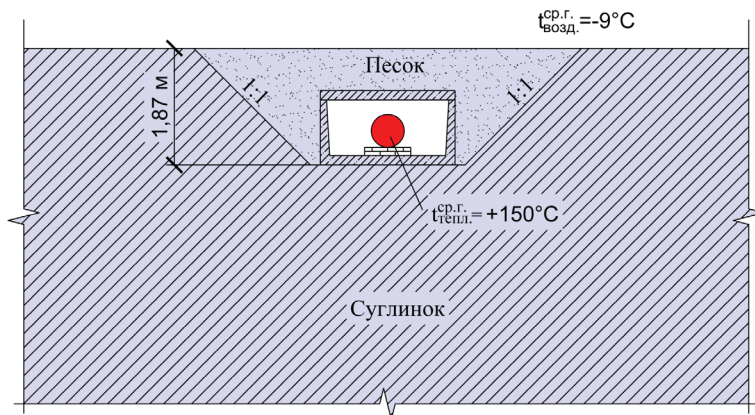


Рис. 1. Схема к расчету температурного состояния основания теплотрассы

Геотермическая ступень ММГ составляет 10 м/градус. Грунт основания – суглинок. В качестве опор теплопровода служит кладка из силикатного кирпича. Обратная засыпка выполняется из песка. Расчетная среднегодовая температура воздуха $t_{\text{возд.}}^{\text{ср.г.}} = -9^{\circ}\text{C}$; расчетная среднегодовая температура теплоносителя $t_{\text{тепл.}}^{\text{ср.г.}} = +150^{\circ}\text{C}$. Допуском в данной постановке задачи является приведение конвективного теплообмена воздухом в пространстве между трубой и лотком к кондуктивному посредством учета повышенного коэффициента теплопроводности для воздуха – $\lambda_{\text{конв}} = 0,1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\times\text{К}}$ [2].

Расчет выполняется в двух вариантах: для стальной трубы без теплоизоляции и для стальной трубы с теплоизоляцией из пенополиуретана (ППУ) с коэффициентом теплопроводности $0,033 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\times\text{К}}$. Результаты расчета представлены на рис. 2.

Полученные результаты в данном случае позволяют произвести визуальную оценку необходимости устройства теплоизоляции. Анализ результатов показывает, что глубина ореола оттаивания под теплопроводом для двух вариантов отличается примерно в 2,5 раза.

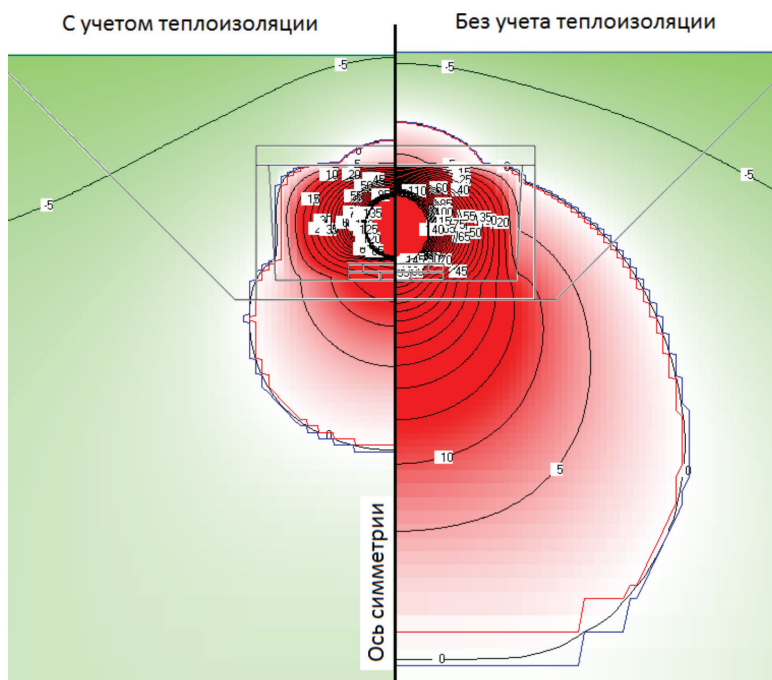


Рис. 2. Температурные поля, полученные на момент времени через 300 лет после начала эксплуатации, для двух вариантов поверхности трубы

Список литературы

1. Богословский П.А. Расчет многолетних изменений температуры земляных плотин, основанных на толщине мерзлых грунтов // Труды Горьковск. инж.-строит. инст-та. 1957. Вып. 27. С. 123-178.
2. Лыков А.В., Михайлов А. В. Теория тепло- и массопереноса М.-Л.: ГЭИ, 1963. – 535 с.
3. Лыков А. В. Теория теплопроводности / А.В. Лыков. – М.: Высшая школа, 1967. С. 599-600.
4. СНиП 2.02.04-88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах».

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ГОРИЗОНТАЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ ОДНОРЯДНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ СВАЙ

Григорьев Ю.С., Фатеев В.В.

Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет,
Нижегород, e-mail: valerav2@rambler.ru

Изучению работы горизонтально нагруженных одиночных свай и свайных групп посвящены исследования многих российских и зарубежных специалистов, что позволило разработать достаточно надёжные и проверенные на практике методы их расчётов. Вместе с тем практически не изучена работа ленточных фундаментов при одnorядном расположении призматических свай, в случаях, когда фундаменты зданий или сооружений, возводимых на склоновых территориях, работают как подпорная конструкция, воспринимающая горизонтальную нагрузку, в виде оползневого давления грунта.



Рис. 1. Общий вид испытательной площадки. Размеры площадки в плане 5x9 м, заглубление 0,8 м. Вертикальные стенки площадки усилены опалубкой из досок дюймовой толщины. Для защиты участка от атмосферных осадков выполнен навес из деревянных вертикальных стоек, горизонтальных балок с обрешеткой и стальным оцинкованным настилом с уклоном кровли 0,03

В настоящей работе приводятся некоторые результаты серии полевых экспериментов с использованием моделей призматических свай, погруженных в грунтовый массив природного сложения. Исследования проводились в полевых условиях на специально подготовленной площадке, расположенной в городе Бор Нижегородской области (рис. 1). При подготовке опытного прямоугольного в плане полигона длиной 9 м и шириной 5 м был снят растительный и плодородный слой почвы общей мощностью 0,5-0,8 м. Горизонтальная поверхность участка, с целью предотвращения высыхания грунтового массива, была покрыта полиэтиленовой плёнкой.

Серия выполненных экспериментов состояла из испытаний: 1) одиночной сваи; 2) группы из 2-х свай, объединенных жестким ростверком; 3) ленточного фундамента из 4-х свай расположенных в один ряд; 4) ленточного одnorядного фундамента из 6-ти свай.

В исследованиях использовались деревянные модели призматических свай длиной 600 мм с поперечным сечением 30x30 мм. Отношение длины сваи к стороне её поперечного сечения принималось равным 20, что по условиям геометрического подобия соответствовало стандартным железобетонным сваям длиной 6 м с сечением 300x300 мм (рис. 2).

Установка, с помощью которой, выполнялись исследования (рис. 1), представляет собой конструкцию, специально разработанную для испытаний моделей одnorядных ленточных свайных фундаментов при действии горизонтальных, а также при совместном действии горизонтальных и вертикальных нагрузок.

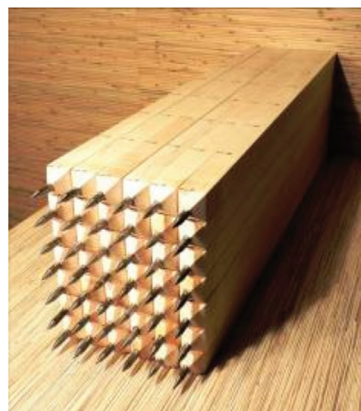


Рис. 2. Модели свай, изготовленные из цельного массива древесины сосны. В острие сваи, имеющей форму четырёхгранной усечённой пирамиды с углом наклона граней 60°, вставлен наконечник, представляющий собой цилиндрический стальной стержень-лидер диаметром 8 мм, длиной 100 мм и глубиной заделки в ствол модели 70 мм

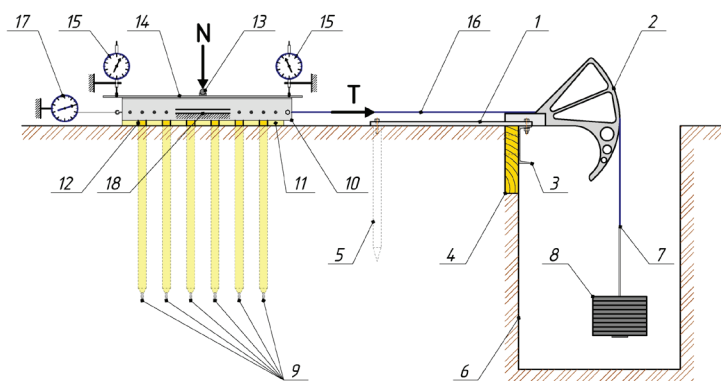


Рис. 3. Принципиальная схема экспериментальной установки