в одном пакете. Это позволяет снизить трудозатраты и сметную стоимость строительства.

Метод подъема перекрытий позволяет монтировать выпуклые и вогнутые оболочки, а так же конструкций сложных и неправильных геометрических форм. Они характерны для объектов, выполненных по индивидуальному проекту, способному учитывать все особенности участка проектирования (градостроительный ландшафт, плотность и этажность застройки). Это обогащает градостроительный пейзаж и повышает эстетическую ценность градостроительной

Вышесказанное доказывает, что метод подъема перекрытий следует рассматривать не только как один из способов оптимизации строительства, но и как средство создания архитектурно-пространственной среды города. Потенциально широкие формообразующие возможности метода подъема делают его не просто конкурентоспособным с другими технологическими способами индустриального возведения многоэтажных жилых зданий, а наиболее предпочтительным в определенных градостроительных **V**СЛОВИЯХ.

Список литературы
1. Возведение зданий и сооружений методом подъема: (Исследования, проектирование, строительство) / А.О. Саакян, Р.О. Саакян,

дования, проектирование, строительство) / А.О. Саакян, Р.О. Саакян, С.Х. Шахназарян. – М.: Стройиздат, 1982.
2. Шахназарян С.Х., Саакян Р.О., Саакян А О. Возведение зданий методом подъема этажей и перекрытий. Исследования, проектирование, строительство. – М.: Стройиздат, 1974.

Секция «Строительство», научный руководитель – Кочева М.А., канд. техн. наук, профессор РАЕ

ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКИ ТРУБОПРОВОДА В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛОМ ГРУНТЕ

Бобко К.П., Маленов А.А

Нижегородский государственный архитектурностроительный университет, Нижний Новгород, e-mail: kirill-vash@ya.ru

При эксплуатации нефтепроводов, проложенных в многолетнемерзлых грунтах, в результате растепляющего воздействия трубопровода с нефтью, происходит оттаивание многолетнемерзлого грунтового массива. Как правило, такое оттаивание сопровождается развитием тепловой осадки грунтового массива, неравномерность развития которой может послужить причиной критической деформации трубопровода и, как следствие, возникновения аварийной ситуации.

Для прогноза развития ореола оттаивания вмещающего трубопровод многолетнемерзлого грунтового массива используется ряд методик, реализованных в программном комплексе Tube [4, 5]. Целью данной работы является оценка адекватности методики определения осадки программой Tube v2.0.

Методика оценки адекватности определения осадки

Оценка адекватности производится путем сравнения результатов расчетов ряда сечений трассы трубопровода программой Tube (значение величины осадки трубопровода в расчетных сечениях) с результатами расчетов тех же сечений программным комплексом Plaxis. Под осадкой в данном случае подразумевается вертикальное смещение нижней точки трубы относительно его положения в началь Задача определения осадки делится на два пункта:

1. Определение толщины слоя оттаявшего грунта (определяется результатом температурного расчёта в программе Tube 2.0)

2. Определение осадки.

Осадка определяется программой Tube по методике, изложенной в [6] средствами самой программы. В основу методики положен расчет осадки по следующей зависимости [7]:

$$S = S_{th} + S_p, M; \tag{1}$$

где s_{th} – составляющая осадки основания, обусловленная действием собственного веса оттаивающего грунта; s_n – составляющая осадки основания, обусловленная дополнительным давлением на грунт от действия веса сооружения.

Составляющую осадки основания s_{th} и s_{v} , м, надлежит определять по формулам (2) и (3):

$$s_{th} = \sum_{i}^{n} \left(A_{th,i} + \delta_{i} \sigma_{zg,i} \right) h_{i}; \tag{2}$$

$$s_{th} = \sum_{i=1}^{n} \left(A_{th,i} + \delta_{i} \sigma_{zg,i} \right) h_{i};$$

$$s_{p} = p_{0} b k_{h} \sum_{i=1}^{n} \delta_{i} k_{\mu,i} \left(k_{i} - k_{i-1} \right).$$
(3)

Для определения осадки в программном комплексе Plaxis используется методика, изложенная ниже:

Исходными данными для расчета являются результаты решения температурной задачи, физико-механические характеристики грунтов [1] и геометрическая модель, представленная на рис. 1.

Результаты решения температурной задачи добавляются в геометрическую модель в виде границ раздела грунтовых элементов по границе изоайсы «-0» для ряда расчетных лет.

Расчет производится поэтапно, количество этапов вычисления определяется как количество расчетных периодов плюс один. На первом этапе свойства инженерно-геологических элементов задаются по их состоянию на момент пуска в эксплуатацию трубопровода и производится генерация начальных напряжений в грунтовом массиве. На последующих этапах свойства мерзлых грунтов в пределах ореола оттаивания заменяются на свойства этих же грунтов в талом состоянии с последующим расчетом вертикальной деформации. Результатом моделирования вмещающего массива в программном комплексе Plaxis являются, схема распределения интенсивности вертикальных деформаций вмещающего грунтового массива на расчетный момент времени (рис. 2) и значение вертикального перемещения нижней точки трубопровода.

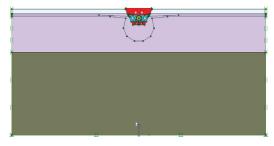


Рис. 1. Геометрическая модель для расчета осадки трубопровода с результатами решения температурной задачи

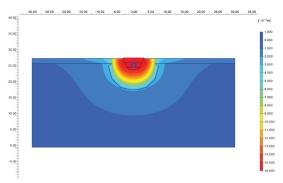


Рис. 2. Пример диаграммы интенсивности осадки

Расчетные участки

Рассматривается 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 2039г. 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.

Результаты расчетов осадки в ПРМ Tube 2.0 и Plaxis

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

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

Выводы

Значение погрешности вычисления осадки не превышают 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 многолетнемерэлых 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, промженных в многолетнемерзлых грунтах (статья) / Е.Н. Горохов, Е.В. Копосов, С.В. Соболь, В.И. Ларионов, М.А. Козлов / Приволжский научный журнал. ННГАСУ2011 г.—№ 3.
- 6. Маленов А.А. Методика и программа компьютерного моделирования температурного режима вмещающего нефтепровод грунтового массива в криолитозоне (статья) Г. 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 вечномерэлых грунтах [Текст]: строит. нормы и правила: Госстрой России: взамен СНиП II-18-76: дата введения 01.01.90. М.: ГУП ЦЦП, 2005. 52 с.

ТЕМПЕРАТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ОСНОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДА В КРИОЛИТОЗОНЕ

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

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

Особенности строительства объектов теплоснабжения в северной строительно-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]:

$$C_{\Gamma P} \rho_{\Gamma P} \frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial X} \left(\lambda_{\Gamma P} \frac{\partial \vartheta}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Y} \left(\lambda_{\Gamma P} \frac{\partial \vartheta}{\partial Y} \right), \quad (1)$$

где $C_{\Gamma P} \rho_{\Gamma P}$ — объёмная теплоёмкость грунта, включающая теплоёмкость всех его компонентов ($C_{\Gamma P}$ — теплоёмкость грунта, $\rho_{\Gamma P}$ — плотность грунта); ϑ — температура грунта; t — время; $\lambda_{\Gamma P}$ — теплопроводность грунта.

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

$$C_{\Gamma P} \rho_{\Gamma P} \frac{\partial \Theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial X} \left(\lambda_{\Gamma P} \frac{\partial \Theta}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Y} \left(\lambda_{\Gamma P} \frac{\partial \Theta}{\partial Y} \right) + \rho_{\Pi} n L \frac{\partial R}{\partial t} b; \tag{2}$$