

информации и технико-экономических исследований цветной металлургии, 1974.-73 с.

5. Проников, А.С. Надёжность машин [Текст] / А.С. Проников - М.: Машиностроение, 1978. - 592 с.

6. Диллон, Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем [Текст] / Б. Диллон, Ч. Сингх: пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 318 с.

7. Хенли, Э.Дж. Надежность технических систем и оценка риска [Текст] / Э.Дж. Хенли, Х. Кумамото: пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.

8. Исследование надёжности функционирования карьерных рудопотоков [Текст] / Н.И. Дядечкин, А.А. Темченко, Г.В. Константинов, Г.В. Шиповский //Горный журнал -2013. - № 12. - С. 82-83.

Стаття надійшла до редакції 23.02.2016 р.

УДК 681.2.62

Н.В. Зуєвська, д. т. н., проф., **К.О. Булітко**, аспірант, **О.З. Пасько**, магістр (НТУУ «КПІ»)

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ҐРУНТІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ГОРИЗОНТАЛЬНО НАПРАВЛЕНОГО БУРІННЯ

N.V. Zuievskia, K.O. Bulitko, O.Z. Pasko (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»)

SIMULATION OF TEMPERATURE REGIME OF SOILS IN HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING

Розглядається процес спорудження міських комунікаційних систем за допомогою горизонтально направленої буріння. Використовується програмне забезпечення SolidWorks для аналізу розповсюдження теплоти в ґрунтовому масиві від підземних комунікацій, яка була споруджена із застосуванням ГНБ. Визначаються розміри зон із підвищеною температурою.

Ключові слова: горизонтально направлене буріння; ґрунт; температура; теплопровідність; моделювання.

Рассматривается процесс сооружения городских коммуникационных систем с помощью горизонтально направленного бурения. Используется программное обеспечение SolidWorks для анализа распространения теплоты в грунтовой массе от подземных коммуникаций, которая была сооружена с применением ГНБ. Определяются размеры зон с повышенной температурой.

Ключевые слова: горизонтально направленное бурение; почва; температура; теплопроводность; моделирование.

The process of construction of urban communications systems using horizontal directional drilling. SolidWorks software is used to analyze the distribution of heat in the soil mass of

underground pipelines, construction of which was the use of HDD. Determined by the size of zones with high temperatures.

Keywords: *horizontal drilling; soil; temperature; conductivity; modeling.*

Вступ. Із швидким розвитком будівельних технологій з'являються нові методи та методики будівництва будинків та споруд. Незважаючи на такий швидкий прогрес будівельних технологій, ніхто не зупиняється на вирішенні недоліків уже існуючих методів та методик будівництва, а знову беруться до розробки нових методів та технологій будівництва. Звичайно це лише великий «плюс» для будівельної сфери, але необхідне і доцільне рішення було б що до вдосконалення уже існуючих методів та методик..

Метою роботи є визначення зон теплового розповсюдження в ґрунтовому масиві.

Актуальність теми полягає в тому, що неможливо забезпечити теплоізоляцію трубопроводів в процесі горизонтально направленому бурінні і тому не враховується вплив температурного чинника на ґрунтовий масив, який в свою чергу може відігравати значну роль на його просідання.

Викладення основного матеріалу. Зважаючи на звідкіль забудови великих міст, хотілося б відзначити, що цей процес відбувається дуже швидко. З'являються нові будинки та споруди (не тільки надземні). Все більше і більше зростає кількість будинків та споруд – це призводить до збільшення щільності забудови та зростання напружень в ґрунтовому масиві. Тому в сучасному будівництві постають нові завдання із більш жорсткішими умовами. Саме тому щоб із легкістю виконувати складні завдання у прокладанні підземних комунікацій та мереж був винайдений метод горизонтально направленого буріння (ГНБ). Переваги цього методу горизонтально направленого буріння полягають в тому, що:

- можливість прокладати трубопроводи нижче прогнозованих руслових деформацій, що надійно захищає трубопровід від будь-яких механічних пошкоджень;

- при будівництві та експлуатації зберігається природний режим водної перешкоди, що відповідає підвищеним екологічним вимогам і має особливе значення при перетинанні трубопроводами річок з розвиненим рибальством;

- виключається необхідність баластування трубопроводів (баластних вантажів і обтяжуючих покриттів);

- будівництво можливо в будь-який час року.

- проведення будівництва в обмеженому просторі у коридорі, де прокладено кілька трубопроводів і неможливо виконати вимогу ВБН В.2.2-45-1-2004 про мінімальну відстань проєктованого трубопроводу до існуючих;

- у випадках, коли техніко-економічними розрахунками встановлено скорочення коштів і часу.

З усього об'єму виконання ГНБ в місті Києві 60 % проведених робіт припадає на спорудження підземних комунікацій для проведення електромереж і 40% припадає на проведення робіт для каналізаційних мереж і

дощових стоків. Найбільш розповсюджена глибина проведення ГНБ в міських умовах до 2 м.



Рис. 1. Схема проведення горизонтально направлено буріння

При всіх перевагах використання методу ГНБ слід зазначити ймовірність негативних наслідків його застосування (рис.2), можливо, пов'язаних з транспортуванням рідких стоків при їх підвищеній температурі. Імовірність втрат тепла з підземних комунікацій, прокладених методом ГНБ, набагато вище в порівнянні з відкритим способом їх укладання, оскільки теплоізоляція труб ускладнена через необхідність збереження їх максимальної гнучкості і гладкості поверхні



Рис. 2. Деформації поверхні при проведенні ГНБ в міських умовах

Основними причинами цих невдало проведених робіт ГНБ – це виконання інженерно-геологічної розвідки в недостатньому обсязі або невраховування певних особливостей ґрунтів і їх взаємодія із температурним фактором, який часто зустрічається в комунікаційних мережах. Хоча згідно із ДБН ((Каналізаційні мережі та споруди) В.1.2-6-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд механічний опір та стійкість») температура в каналізаційних мережах не повинна перевищувати 60°C але це не завжди дотримується, але і при температурі 60°C ґрунти над поверхнею комунікацій прогріваються на значну відстань.

В роботах [1,2] підкреслюється, що температура, яка розповсюджується по ґрунтовому масиві впливає на просідання ґрунтів. В них зазначено, що за

рахунок проникнення температури в середовище ґрунту і підігрівання ґрунтової води і відбувається більш інтенсивне розчинення солей, які містить ґрунтовий масив і з паралельним вимивання часток ґрунту, що призводить до підвищених деформацій.

Відповідно до цього метою дослідження є процес прогнозування розповсюдження теплоти в ґрунтовому масиві. В статті проводиться процес моделювання розповсюдження температури в ґрунтовому середовищі при проведенні ГНБ із використанням програмного забезпечення SolidWorks.

Програмний комплекс SolidWorks призначений для автоматизації робіт промислового підприємства на етапах конструкторської та технологічної підготовки виробництва. Додатковий модуль SolidWorks Flow Simulation – дозволяє проводити гідродинамічні розрахунки, які включають: моделювання течії рідин і газів, управління розрахунковою сіткою, використання типових фізичних моделей рідин і газів, комплексний тепловий розрахунок, гідродинамічні і теплові моделі технічних пристроїв та виробів.

Процес теплообміну в ґрунтовому масиві, який ми будемо моделювати за допомогою пакету SolidWorks можна умовно представити на рис.3.



Рис. 3. Процес теплообміну в ґрунтовому масиві з комунікаційними мережами

Розглянувши негативний вплив підвищеної температури на ґрунтове середовище виникає питання яка температура передається через товщу стінок труб і розповсюджується в ґрунтовому масиві. Для вирішення цієї задачі було використано додатковий модуль SolidWorks Flow Simulation, у якому моделювалось ґрунтове середовище у вигляді глинистого (табл.№2) ґрунтового масиву та поліетиленові труби (табл.№1) різних діаметрів та товщини стінок. Основна задача полягає у визначенні максимальної відстані розповсюдження теплоти відтруби.



Рис. 4. Схематичне зображення труби ПЕ-100:

Dвн - внутрішній діаметр; Dз - зовнішній діаметр

Таблиця 1

Характеристика поліетиленової труби

Тип поліетилену	SDR6	SDR7.4	SDR 9	SDR11	SDR13.	SDR17
	Максимальний робочий тиск води при 20 °С, бар					
ПЕ-100	-	25	20	16	12,5	10

Зовнішній діаметр, мм	Товщина стінки, мм					
	315	52,3	43,1	35,2	28,6	23,2
400	-	54,7	44,7	36,3	29,4	23,7
630	-	-	-	57,2	46,3	37,4

SDR - стандартне розмірне відношення (безрозмірна величина, яка визначається арифметичним поділом зовнішнього діаметра на товщину стінки труби),

Для моделювання в SolidWorks ми використовували тип трубопроводу ПЕ-100, найбільш розповсюджені діаметри – 315, 400, 630 мм відповідно. Для дослідження було обрано тип ґрунту - глина із наступними його характеристиками:

Таблиця 2

Фізичні показники глини

№ п.п.	Властивості	Значення	Одиниці вимірювання
1	Модуль пружності	2000	Н/мм ²
2	Коефіцієнт Пуассона	0,34	-
3	Модуль зрізування	0,00021	Н/мм ²
4	Питома вага	2787	кг/м ³
5	Границя текучості	0,33	Н/мм ²
6	Теплопровідність	2,6	W/(м*К)
7	Питома теплопровідність	196	Дж/(кг*К)

Для того, щоб визначити максимальний ефект розповсюдження теплоти в ґрунтовому масиві розглядалися критичні умови, коли використовується трубопровід марки ПЕ-100 діаметром 600 мм, по якому протікає рідина температурою 60 °С. Після процесу моделювання в пакеті SolidWork ґрунтового масиву із трубопроводом ми отримали кінцевий результат (Рис. 5), а

саме температурні ділянки та зони розповсюдження температури в ґрунтовому середовищі.

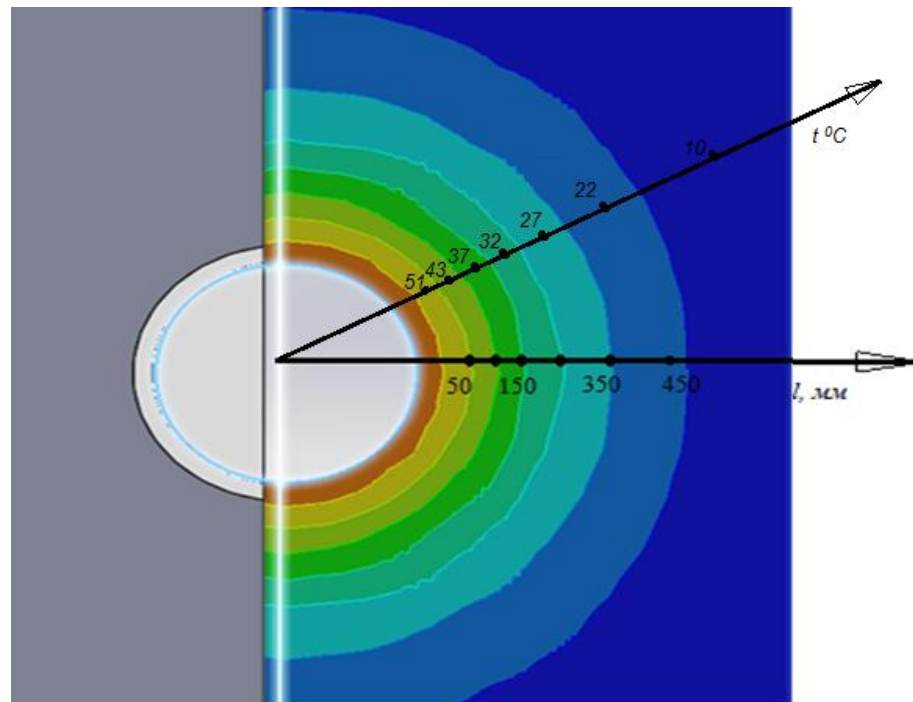


Рис. 5. Розподіл температури в ґрунтовому масиві

Аналізуючи даний розподіл температури в ґрунтовому середовищі, ми можемо виділити критичні ділянки, вони наступні:

Ділянка I – $L = 0-50$ мм (відстань вимірюється від поверхні трубопроводу) – ділянка із максимальною температурою -51°C ;

Ділянка II – $L=50-150$ мм, із температурою $43-37^{\circ}\text{C}$;

Ділянка III – $L = 150-350$ мм, із температурою $32-27^{\circ}\text{C}$;

Ділянка IV – $L=350-500$ мм, із температурою $<22^{\circ}\text{C}$.

Як зазначається в роботах [3, 4] вплив гідротермального фактора збільшує процес розчинності солей та цементуючих речовин, які є в складі ґрунтів в 2-4 рази. Виходячи із наших розрахунків зона, на яку впливає гідротермальний чинник від пластикової труби комунікаційної мережі сягає 0,5 м. Якщо вплив температурного чинника буде максимальний, і процес розчинності солей складатиме 4 рази, то деформації перевищать 8см, що буде критичним для споруд, що розташовані на поверхні.

В табл. 3 наведені результати моделювання, розповсюдь теплоти в ґрунтовому масиві при використанні різних типів діаметрів трубопроводу марки ПЕ-100 і різній температурі текучого середовища всередині труби.

Розподіл температури в ґрунтовому масиві

Діаметр труб, d , мм	Температура текучого середовища, T_s , °C	Температура поверхні труби, T_p , °C	Температура t (°C) на відстані 50мм	Температура t (°C) на відстані 150мм	Температура t (°C) на відстані 300мм	Температура t (°C) на відстані 450мм
315	20	16.3	14.2	12.8	10.5	10.4
	40	29.8	27.5	21	18.6	14.2
	60	44.6	40	34	28.2	19.8
400	20	17.0	16	14.4	12.8	11.2
	40	32.6	29.7	26.4	22.5	18
	60	48.8	42.2	36.5	30.2	20.5
630	20	18.2	16.6	15.5	13.2	11.9
	40	34.0	30.9	27.8	23.3	19.1
	60	51.2	43.4	37.7	31.8	21.8

Висновки

В результаті моделювання розповсюдження температури в ґрунтовому масиві при проведенні міських комунікаційних мереж з застосуванням ГНБ можна зробити висновки, що зона температурного впливу на ґрунтовий масив досить велика і не врахування цього впливу може призвести до аварійних деформацій над траєкторією прокладання трубопроводу. При проведенні горизонтального направлено буріння на глибини, які не перевищують 2 метри рекомендується проводити додаткові розрахунки для ґрунтів, схильних до просідання.

Список використаних джерел

1. Самедов, А.М. Химическая термодинамика горных пород при геотермальных воздействиях [Текст] / А.М. Самедов, А.А. Ткачук, Д. Чигаров // Geotechnika – Geotechnics, 2006. - С.501-510.

2. Зуєвська, Н.В. Вплив підвищеної температури води на просадні процеси при замочуванні лесового ґрунту [Текст] / Н.В. Зуєвська // Вісник НТУУ «КПІ»: зб. наук. праць. – К.: ВПК «Політехніка», 2011. – Вип. 21. – С. 19 – 20. – (Серія «Гірництво»).

3. Зуєвська, Н.В. Вплив температурного чинника на структурні зміни лесових просадних ґрунтів [Текст] / Н.В. Зуєвська // Вісник наукових праць НГУ. – 2012. - №39. – С. 67-73.

4. Зуєвська, Н.В. Аварійні явища на міських об'єктах в умовах лесових просадних ґрунтів в присутності температурного чинника [Текст] / Н.В. Зуєвська // Вісті Донецького гірничого інституту – 2013. - №1(32). – С. 62

5. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике [Текст] / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харионович, Н.Б. Пономарев; СПб: БХВ-Петербург, 2008. – 280 с.

6. Willoughby, D. Horizontal Directional Drilling: Utility and Pipeline Applications [Текст] / Willoughby D; National Academy of Mining - N.:NAM, 2005p - 267 с.

7. Основні вимоги до будівель і споруд механічний опір та стійкість [Текст]: ДБН В.1.2-6-2008 – [Чинний від 2008-10-01]. – Київ : Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій Мінрегіонбуду України, 2008. – 4 с. (Національний стандарт України)

Стаття надійшла до редакції 14.03.2016 р.

УДК 622.038:553.06

Э.А. Максимова, канд. геол. – мин. наук. (ГБУЗ «Национальный горный университет»)

ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ ПРИ ИХ РАЗРАБОТКЕ В РАЗЛИЧНЫХ ГОРНОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

E.O. Maksimova (National Mining University)

FEATURES OF GAS HYDRATES DEPOSITS WHEN DEVELOPING IN VARIOUS GEOLOGICAL CONDITIONS

Дана оценка природным газовым гидратам, как одному из самых перспективных дополнительных источников энергоресурсов. Установлены закономерности распространения месторождений газовых гидратов, в зависимости от расположения плит континентов и океанических впадин. Предложен методологический подход описания процесса разложения газогидратов, путем ввода в расчетные показатели соответствующих характеристик вмещающих пород, исходя из состава отложений, слагающих ложа и материковые склоны тех или иных морей и океанов.

Ключевые слова: газогидрат; разработка месторождений; метан; осадочные породы.

Дана оцінка природних газових гідратів, як одному з найбільш перспективних додаткових джерел енергоресурсів. Встановлено закономірності поширення родовищ газових гідратів, в залежності від розташування плит континентів і океанічних западин. Запропоновано методологічний підхід опису процесу розкладання газогідратів, шляхом