

УДК 624.131 (547.022)

© Н.В. Зуєвська, Л.В. Шайдецька, К.О. Булітко

АКТИВІЗАЦІЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕХНОГЕНИХ ГРУНТАХ

© N. Zuievska, L. Shaidetska, K. Bulitko

ACTIVATION OF DEFORMATION PROCESSES IN TECHNOGENIC SOILS

Встановлено причини продовження активного деформаційного процесу в ґрунтовому масиві після спорудження комунікаційних мереж. Визначено солевміст ґрунтів, їх елементний склад та вміст нафтопродуктів в залежності від глибини, які можуть знижувати несучу спроможність ґрунтів та впливати на їх деформацію.

Установлены причины продолжения активного деформационного процесса в ґрунтовом массиве после сооружения коммуникационных сетей. Определены солесодержание почв, их элементный состав и содержание нефтепродуктов в зависимости от глубины, которые могут снижать несущую способность ґрунтов и влиять на их деформацию.

Вступ. Відповідно до світової статистики 80% усіх порушень нормальних умов експлуатації будівель та споруд відбувається внаслідок недоліків та помилок при проектуванні, будівництві та експлуатації основ, фундаментів і підземних споруд. Витрати на усунення цих негативних явищ можна порівняти лише з початковою вартістю будівництва. Інженерно-геологічні умови України досить різноманітні і в її межах можна зустріти прояви багатьох складних інженерно-геологічних умов але не тільки це є єдиним поясненням досить значних поверхневих просідань при використанні ГНБ в міських умовах.

Використання горизонтального направленої буріння (ГНБ) при будівництві в великих містах з щільною забудовою вже досить давно і успішно використовується. Основними перевагами цієї сучасної технології прокладки трубопроводів різного діаметра в складних гідрогеологічних умовах є висока точність проходки під постійним контролем траєкторії, можливість проведення робіт незалежно від сезону і проведення робіт в обмеженому просторі без порушення наземних конструкцій які вже існують. З усього обсягу виконуваного ГНБ в Києві 60% проведених робіт доводиться на будівництво підземних комунікацій для проведення електромереж і 40% - на влаштування каналізаційних мереж і дощових стоків. Найбільш поширена глибина проведення ГНБ в міських умовах становить близько 2-3 м. При всіх перевагах використання ГНБ для щільної міської забудови нерідко спостерігаються негативні явища пов'язані із додатковими осіданнями ґрунтових основ поблизу зони розуцільнення ґрунту в результаті дії продавлюючих механізмів.

В результаті інтенсивного антропогенного і техногенного впливу в міських ґрунтах розвиваються негативні процеси, які погіршують їх якість внаслідок

порушення і руйнування ґрунтового профілю, дегуміфікації, розущільнення, порушення водно-повітряного і теплового балансу, хімічного і біологічного забруднення. В роботах [1, 2] відмічається про суттєві зміни в ґрунтах під впливом антропогенного фактору. Зазначається, що зниження міцносних характеристик ґрунтових основ, як правило, може відбуватися в процесі підвищення агресивності підземних вод за рахунок розчинення солей та забруднення ґрунтів нафтопродуктами що і призводить до зміни їх фізико-механічних властивостей. В роботах [2, 3, 4] зазначається, що важливе місце серед техногенних потоків займають різні види палива (в млн. т / рік): вугілля - 3,8; сира нафта - 3,6; природний газ - 1,7 і рідке паливо - 1,6. Співвідношення видів палива може бути і іншим, але кожне місто - мільйонер отримує в рік до 7 - 8 млн. тонн умовного палива.

Метою проведення досліджень є визначення вмісту нафтопродуктів, які можуть знижувати несучу спроможність ґрунтів та впливати на їх деформацію.

Для проведення якісного та кількісного аналізу ґрунтів застосовували рентгенофлуорисцентний спектрометр, який є неруйнівним експресним методом визначення елементного складу. З ростом порядкового номера елемента чутливість методу зростає, а помилка визначення кількісного елементного складу знижується. Прилад може визначати зміст елементів із середніми атомними номерами з помилкою 0,1%.

Виклад основного матеріалу досліджень. Враховуючи те, що більшість каналізаційних мереж, споруджуваних методом мікротунелювання, знаходяться в межах зони впливу автошляхів, тому і дослідження ґрунтів проводилися неподалік від їх близькості, зразки відбиралися на різних глибинах, щоб врахувати техногенний вплив людини на деформаційні властивості ґрунтових основ. Фізико-механічні характеристики досліджуваних ґрунтів приведений в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Найменування ґрунту	Параметри						
	Природна вологість $w, \%$	Щільність ґрунту $\rho, \text{г/см}^3$	Вологість на межі текучості, w_L	Вологість на межі пластичності, w_P	Кут внутрішнього тертя, φ^0	Коефіцієнт зчеплення, c , МПа	Модуль деформації, E , МПа
супісок	17,5	1,72	25	17	17	0.016	15
суглинок	23,2	1,94	34	23	15	0.046	22
глина	24,9	2,05	50	24	13	0.059	41

Ґрунти містять майже всі елементи періодичної системи Д.І. Менделєєва. За вмістом елементів та їх кількісним співвідношенням ґрунти відрізняються від живих організмів, мінералів і гірських порід. У ґрунтах майже всі елементи є обов'язковими і необхідними. Особливістю елементного складу є великий діапазон концентрацій. Перший зразок характеризується високим вмістом кремнію і низьким вмістом заліза. Зразки 2 і 3 мають нижчий вміст кремнію і вищий вміст заліза, та близькі між собою за елементним складом.

Для визначення вмісту нафтопродуктів (НП) було використано спектри протону - магнітного резонансу (ПМР) витяжки чотири хлористим вуглецем.

Схема вивчення речовин кожного класу будується за єдиним планом: 1) склад (які атоми містяться в молекулі і скільки їх кожного виду); 2) будова (яким чином ці атоми з'єднані, ізомерія); 3) властивості (фізичні - температури плавлення і кипіння, щільність, розчинність; хімічні - різні перетворення зі зміною складу або будови вихідної речовини); 4) отримання (природна сировина - де і в якій формі це речовина зустрічається; якими хімічними способами його можна отримати з інших речовин); 5) застосування (як використовується природою і людиною);

У зразок для порівняння (№0) додано 0,1 мл машинного масла / 100 г піщаного ґрунту, що відповідає допустимому рівню забруднення 1000 мг/кг [5]. Отримані екстракти фільтрували через паперовий фільтр, і фільтрат аналізували методом ПМР.

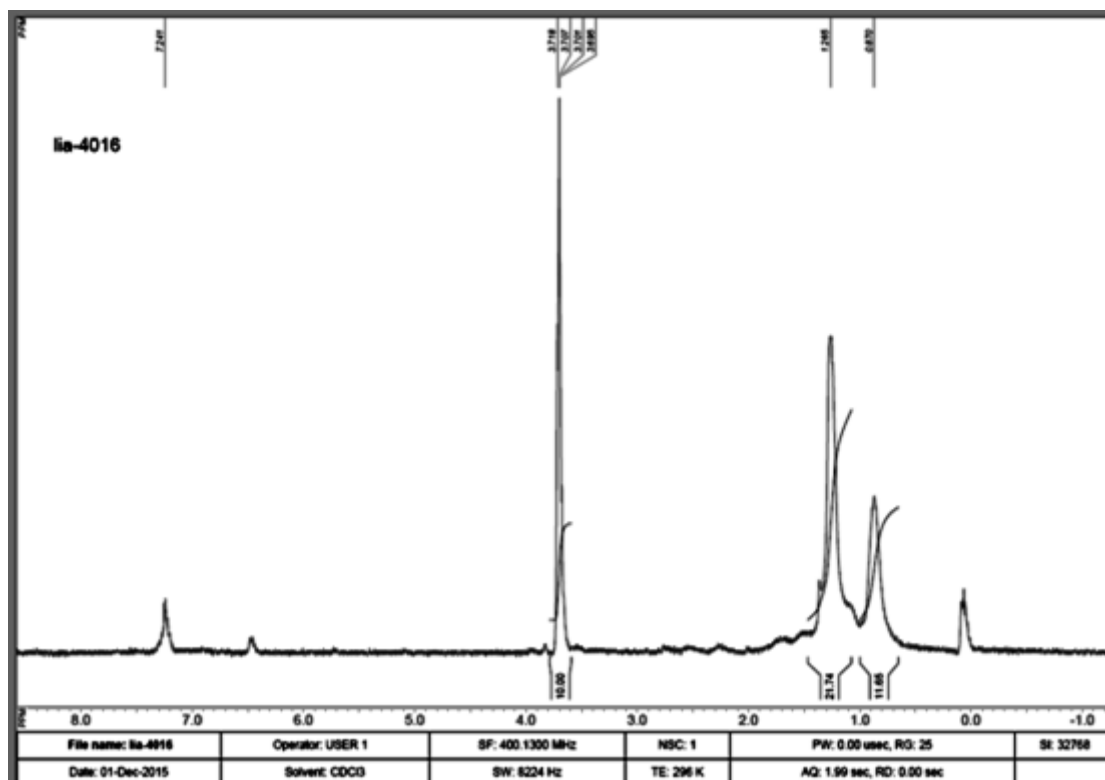


Рис. 1. Спектр ПМР для зразка із доданою оливою

Піки на зображенні спектра ПМР - це сигнали поглинання енергії зовнішнього прикладається магнітного поля протонами речовини. Число груп сигналів говорить про те, скільки протонів різних видів в молекулі. Хімічно еквівалентні протони (з однаковим оточенням) поглинають енергію в одній області спектра.

Розшифрування відповідності піків проведено з допомогою програми ChemixSchool 2.0.

На спектрі для зразка №0, із доданим допустимим вмістом машинного масла видно чіткі піки: 1) при 1.3 ppm, який відповідає $1.3 (1/1)C-CH_2-C$ (метиновий) та 2) при 0.8 ppm, який відповідає $0.8 (1/1)C-CH_3$ (насичений алкіл)

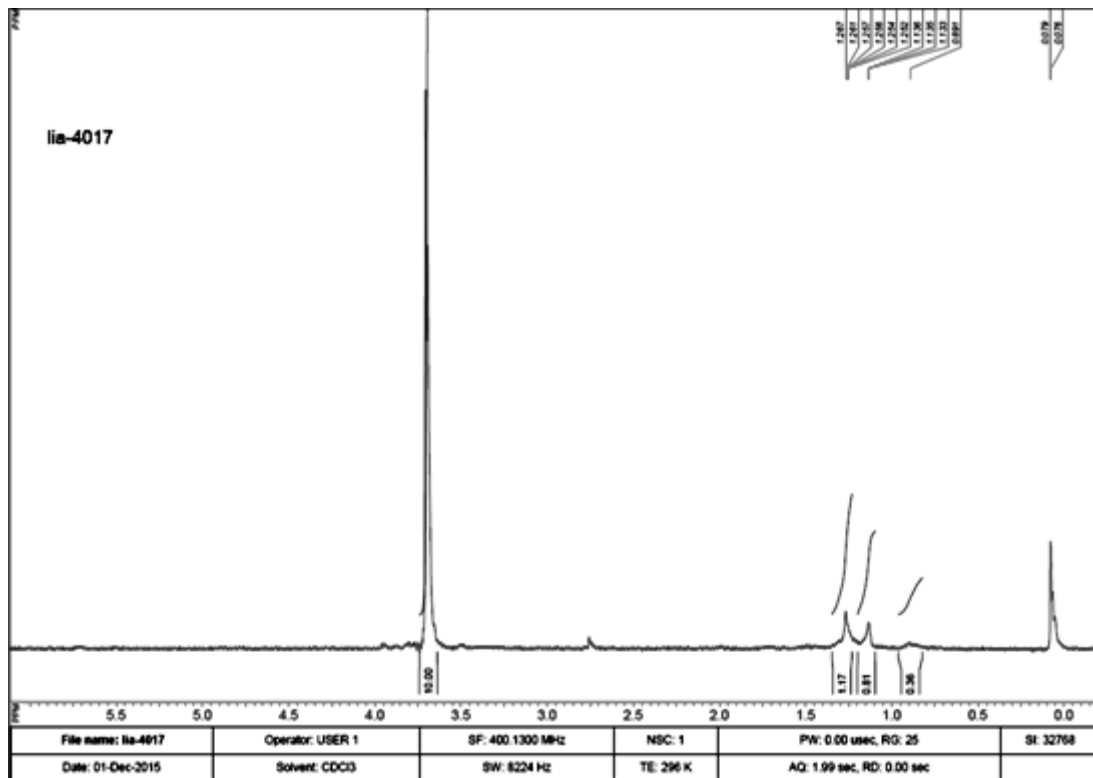


Рис. 2. Спектр ПМР для зразка ґрунту №1

Вміст і ненасичених вуглеводнів у наданих зразках ґрунту визначали по відношенню до піка полярних речовин присутніх у всіх зразках при 3.7 ppm.

$3.7 (1/1)C(=O)-O-CH$ (складні ефіри) $3.7 (1/1)R-O-CH$ (прості ефіри).

Вміст вуглеводнів оцінювали за відносною площею піків полярних груп, і піків (рис. 1 - 4), що відповідають насиченим та ненасиченим зв'язкам вуглеводнів (таблиця 2).

Отже у наданих зразках присутні сліди нафтопродуктів, у кількостях що не перевищують допустимого рівня забруднення [5].

Для оцінки забруднення ґрунтів прийнята класифікація показників рівня забруднення за концентрацією нафтопродуктів: <1000 мг/кг - допустимий рівень забруднення; 1000-2000 мг/кг - низький рівень забруднення; 2000-3000 мг/кг - середній рівень забруднення; 3000-5000 мг/кг - високий рівень забруднення; >5000 мг/кг – дуже високий рівень забруднення.

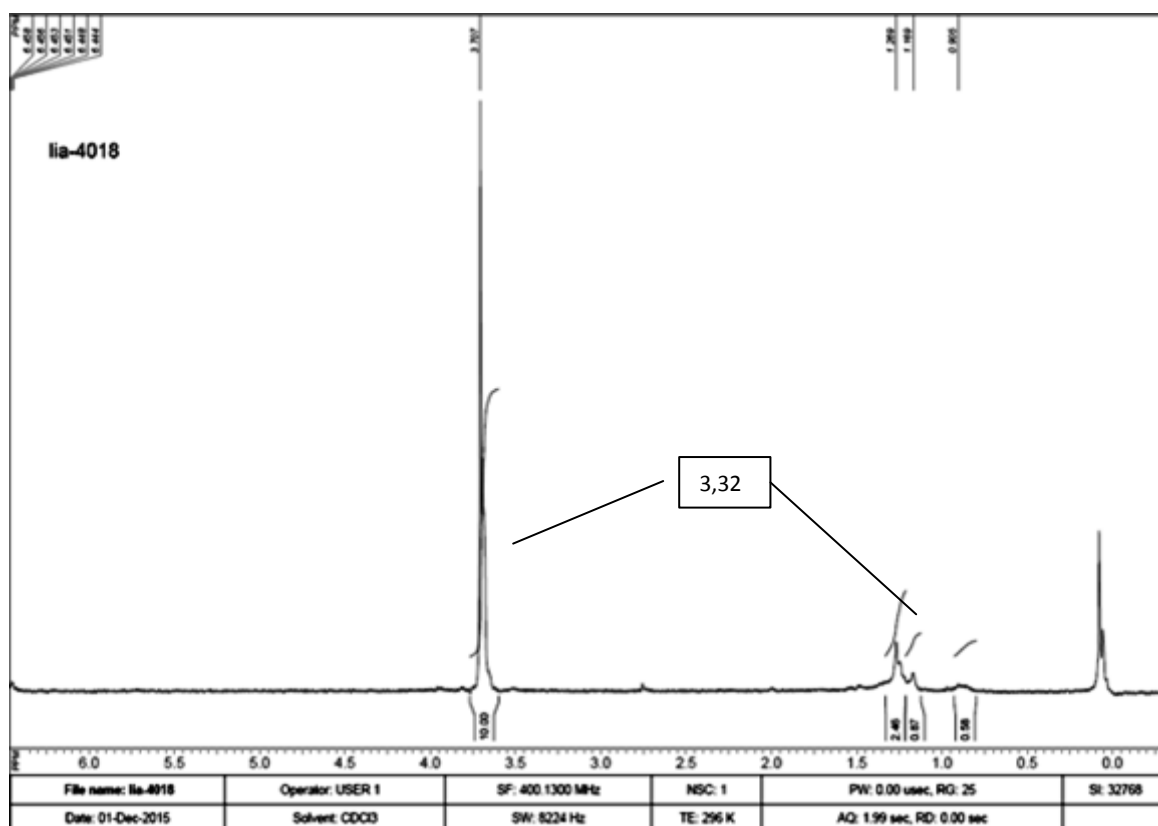


Рис. 3. Спектр ПМР для зразка ґрунту №2

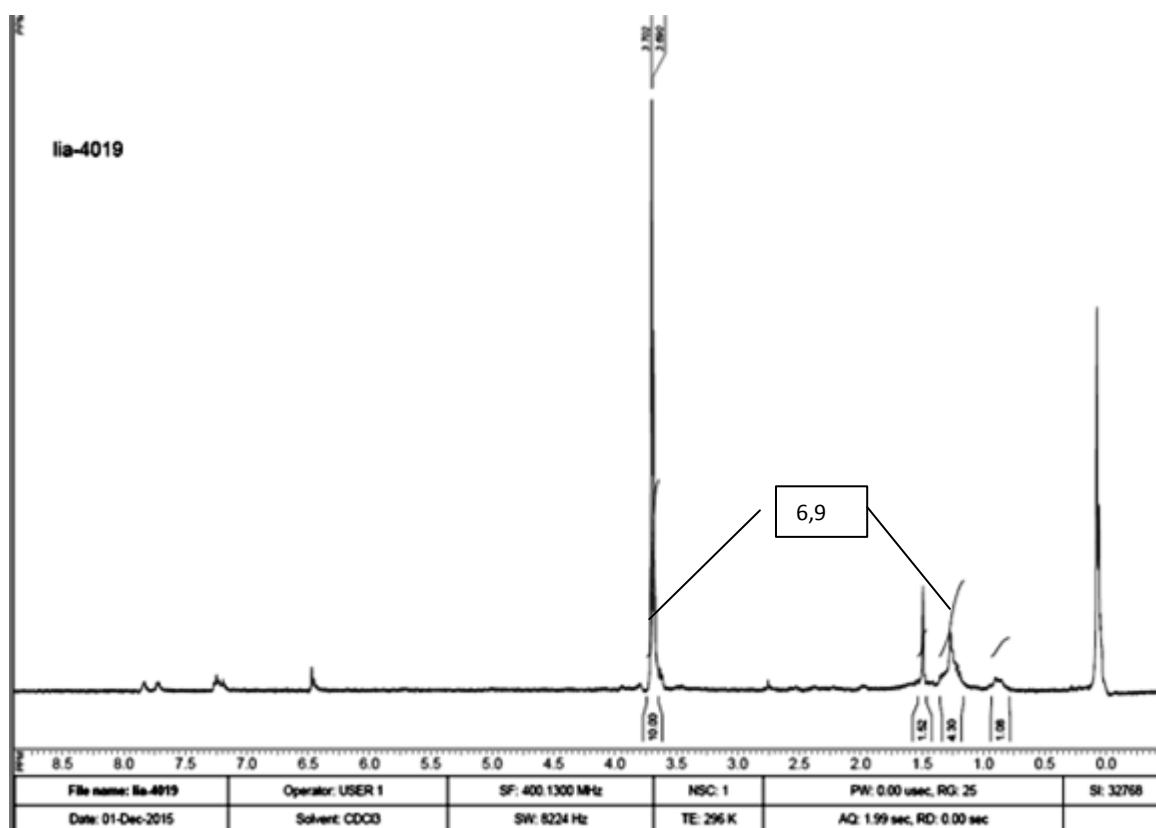


Рис. 4. Спектр ПМР для зразка ґрунту №3

Таблиця 2

Розрахунок вмісту нафтопродуктів у наданих зразках ґрунту

№ зразка	Площа піка полярних речовин	Площа піків вуглеводнів	Вміст вуглеводнів, мг/кг
0	10	33,39	1000
1	10	1,98	59,30
2	10	3,32	99,43
3	10	6,9	206,65

Найбільші значення НП при їх визначенні за допомогою чотири хлористого вуглецю (ЧХВ) на приладі АН-2 можуть свідчити про найбільш повне витягання органічного вуглецю не тільки легких і важких фракцій НП, а й органо-мінеральних комплексів. Такий сильний розчинник як ЧХВ здатний витягувати НП, що знаходяться в сорбованій формі на частинках породи, ґрунту, гумусу; в поверхневому шарі ґрунту у вигляді щільної органо-мінеральної маси; у вільному нерухомому стані, відіграючи роль цементуючого матеріалу частинок і агрегатів ґрунту.

Висновки. Будь-які види будівництва починаються з вивчення інженерно-геологічних умов території. Геологічна будова характеризує масив гірських порід, що знаходяться в сфері інженерного впливу. Вони визначають умови будівництва, надійність підстави будівель і споруд. Гірські породи є вміщає середовищем для підземних споруд, підставами трубопроводів і транспортних ємностей, і використання для виробництва будівельних матеріалів. В результаті інтенсивної інженерно-господарської діяльності ґрунти в містах можуть змінюватися настільки, що порушується зв'язок природних компонентів і формується антропогенний (техногенний) ґрунт. Тому для попередження негативних механічних просадних процесів необхідно проводити додаткові інженерно-геологічні дослідження з метою визначення дійсних фізико-механічних характеристик ґрунтів безпосередньо перед початком будівельних робіт.

Виходячи з отриманих результатів проведених досліджень можна зробити висновок, що солі та нафтопродукти не проникають в зону прокладання комунікаційної мережі під дорогою в тій кількості, яка б спричинили зміну фізико-механічних властивостей цих ґрунтів. Внаслідок «запечаткування» ґрунтів асфальтним покриттям, практично припиняється привнесення солі та нафтопродуктів в ґрунт. В даному випадку покриття захищає ґрунт від хімічних забруднень, які, минаючи ґрунтове тіло, надходять через каналізацію у водойми і річкову мережу. «Запечатанність» ґрунтового масиву в крупних містах доцільно використовувати як ефективний бар'єр для захисту ґрунтів міської території від забруднення їх техногенними потоками. З іншого боку, змінюється характер теплообміну ґрунту з атмосферою за рахунок формуються «островів тепла». До цього можна додати ще і особливість самої технології прокладання каналізаційних мереж з застосуванням ГНБ, де за рахунок гнучкості та гладкості труб

теплоізоляція ускладнена і температури стоків розповсюджується в оточуючих шарах ґрунтів, відповідно порушуючи і водний баланс. Це і є, на думку авторів, основною причиною просідання ґрунтів навіть після досипання і укладання нового шару асфальтного покриття. Саме зміна температурного балансу і постійний процес замочування ґрунтів підігрітою водою і спричиняє процес просідання поверхні.

Перелік посилань

1. Soils in the Urban Environments / Ed. P. Bullock and P.J. Gregory. - Oxford: Blakwell Scientific publications, - 1991. – 174 p.
2. Гарицкая, М. Ю. Байтелова А. И., Чекмарева О. В. Экологические особенности городской среды : учеб. пособие / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ИПК "Университет", 2012. - 217 с.
3. ДСТУ Б В.2.1-2-96 ГРУНТИ. КЛАСИФІКАЦІЯ. Державний комітет України у справах містобудування і архітектури. Київ. 1997
4. Добровольская А.О. Изучение деформационных характеристик техногенного грунта при разных вариантах замачивания / А.О. Добровольская // Материалы 10-й международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Перспективы развития строительных технологий», 21-22 апреля 2016, / Гос. Высшее учебное заведение «Нац. Горный Университет». – Днепропетровск, 2016. – С. 18–23.
5. Солнцева Н.П. Принципы и методы экспериментального моделирования миграции и закрепления нефти и нефтепродуктов в почвах. Геохимия ландшафтов и география почв / Н.П. Солнцева // Ойкумена, 2002. — С. 65—90.

ABSTRACT

Purpose. The purpose is to develop the methodology of horizontal directional drilling for engineering communication construction in Kyiv dense urban development. As a result of intensive anthropogenic and technological impact the negative processes are being developed in urban soils impairing their strength characteristics. Decompression, violations of water-air and thermal balance, chemical and biological contamination of soils leads to the surface deformations in the areas above horizontal drilling activities. These negative processes continue to develop even after soil filling and surface subsidence repair.

The methods of research is to establish the reasons of active deformation processes duration of soil environment after engineering communication construction using the method of horizontal directional drilling.

Findings. The optimization of temperature balance change and continuous process of warm water soaking by soil control will allow to reduce the surface subsidence processes.

The originality is to determine the salt content of soils and their elemental composition depending on the depth and determination of petroleum products, which may reduce the carrying capacity of soils and affect their deformation.

Practical implications. To develop recommendations for using horizontal directional drilling in dense urban circumstances.

Keywords: *anthropogenic and technological impact, salt content of soils, urban soils, horizontal directional drilling, engineering communication*