

А.О. Добровольська, аспір.

В.Г. Кравець, д.т.н., проф.

Національний технічний університет України «КПІ»

ЗМІНА ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ М. КИЄВА З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТИ

Для розвитку геотехнічного будівництва в складних умовах міської щільної забудови важливі питання як міцності ґрунтових основ, так і їх деформаційних властивостей, які безпосередньо впливають на несучу здатність основи. Враховуючи, що за багатолітній період розвитку міста поверхня ґрунтового масиву із природного стану перетворюється в ґрунт із порушеною структурою. Знання про міцність та деформаційні властивості таких ґрунтів дає змогу попередити негативний вплив на майбутні споруди.

Визначено техногенний вплив на природне середовище м. Києва. Проведені дослідження зміни геологічної будови шарів техногенного ґрунту, які являються наслідком міської щільної забудови. Збільшення будівельних майданчиків являється додатковим джерелом забруднення шарів ґрунту неорганічними домішками. Проаналізовано зміну фізичних характеристик ґрунтів порушеної структури. Розглянуто зміну деформаційних властивостей від відсоткового вмісту неорганічних домішок.

Ключові слова: *техногенний ґрунт; деформаційні властивості; щільність; показник текучості та опір ґрунту.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими практичними завданнями. Техногенний вплив на перетворення природного середовища в тому числі ґрунтів в агломерації міста Києва має виражений характер. В сучасному світі динамічних географічних процесів цей вплив є одним із найвпливовіших чинників, що змінює, деформує та порушує природний ландшафт.

Останнім часом, під час освоєння вільних міських територій, техногенні ґрунти все частіше залучаються до сфери інженерного впливу, а, отже, вимагають вивчення, що обмежене в часі під час проведення інженерно-геологічних досліджень. Техногенні ґрунти змінюються в широкому діапазоні – від різновидів близьких до природних ґрунтів і до ґрунтів, що не мають аналогів серед природних утворень. Площинне поширення, потужність та особливості їх складу обумовлено ступенем і видом освоєння території та історією розвитку міського поселення. Техногенні ґрунти досить часто використовуються і як основи споруд (особливо при дефіциті території для можливої забудови – як у багатьох великих містах світу), і як матеріали земляних споруд. Збільшення об'ємів наземного та підземного будівництва в районах міста відіграє не малу роль у зміні геологічної будови.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання зміни деформаційних властивостей техногенних ґрунтів порушеної структури присвячено значну кількість робіт [1–8]. Вивчення умов формування та закономірностей поширення техногенних процесів у геологічному середовищі за [5] варто розглядати, як частину важливої наукової проблеми взаємодії людини та природи. Закономірності зміни деформаційних характеристик у ґрунтових середовищах за наявності різної кількості домішок дозволяють спрогнозувати їх поведінку в умовах щільної міської забудови [11–12].

Мета даної роботи – визначення залежності зміни деформаційних характеристик порушених ґрунтів зі збільшенням неорганічних домішок.

Викладення основного матеріалу. За даними досліджень проведених ТОВ «МЕДІНЖЕРВІС» [9, 10] була складена карта з заляганням техногенного ґрунту, який має не менше ніж 10 % будівельних та інших домішок станом на 2016 рік (рис. 1).

Також були проаналізовані данні інженерно-геологічної будови м. Києва за 2016 рік. Для порівняння геологічної будови було виділено декілька районів, за відповідними даними геологічних свердловин за 2006 р.

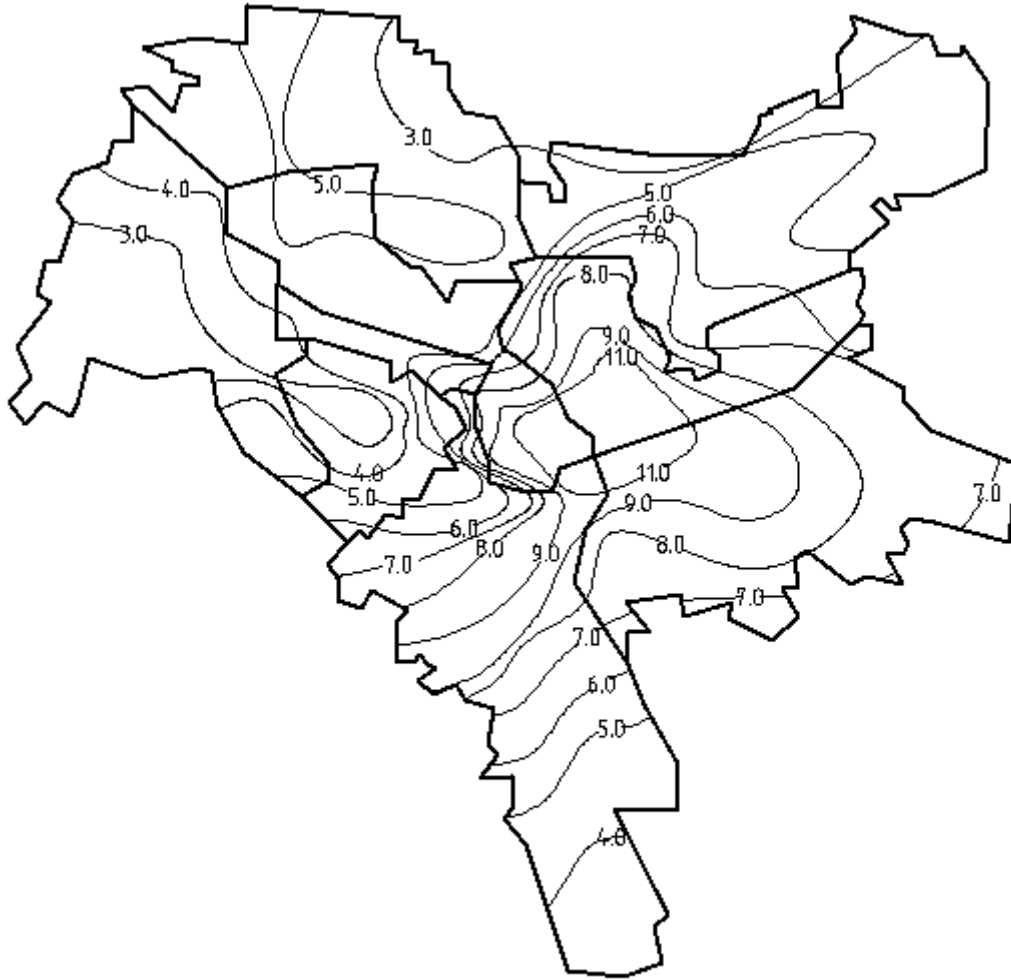


Рис. 1. Залягання техногенного ґрунтів в районах Києва

Особливу увагу потрібно звернути на райони, в яких товщі залягання техногенних ґрунтів мають найбільше значення. З них наприклад у Печерському районі товща техногенного ґрунту становить на 2016 рік 7–11 м, а на 2006 рік 3–5,5 м. Техногенні ґрунти даного району представлені супісками 1, 1а з домішками будсміття до 10 % (рис. 2). Фізичні характеристики ґрунтів за результатами досліджень 2006 та 2016 рр. наведені в таблиці 1. Порівняння основних фізичних характеристик ґрунтів дає можливість виділити основні показники, що змінилися в період з 2006 до 2016 року, відповідно до яких і змінилася номенклатура ґрунту. У 2006 році техногенний ґрунт являв собою супісок твердий маловологий, а у 2016 році – супісок пластичний маловологий із $R_0 = 0,250$ МПа, який є непридатний для будівництва без застосування додаткових інженерних заходів.

В Голосіївському районі за період 2006–2016 років товща техногенного ґрунту змінилася з 3–5 м до 4–11 м, відповідно (рис. 3). Техногенний ґрунт представлений супіском з неорганічними домішками до 15 %. Порівняння фізичних характеристик ґрунтів, які наведені в таблиці 2, виявляє зміну основних характеристик в період 2006–2016 років. У 2006 році техногенний ґрунт являє собою супісок твердий вологий, а у 2016 році – супісок пластичний маловологий із $R_0 = 0,235$ МПа. За даними 2016 року ґрунт являється непридатним для будівництва без застосування додаткових інженерних заходів.

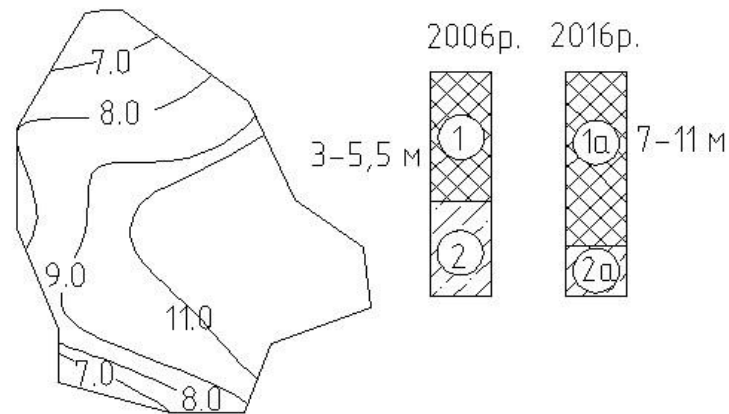


Рис. 2. Печерський район за період 2006 та 2016 років

Таблиця 1

Фізичні характеристики техногенних ґрунтів

№ з/п	Фізичні характеристики ґрунту	Номер ґрунту			
		1	1a	2	2a
1	Природна вологість, д.о	17 %	15 %	16 %	15 %
2	Щільність ґрунту, г/см ³	1,88	1,64	1,72	1,73
3	Щільність часток ґрунту, г/см ³	1,6	1,53	1,52	1,62
4	Питома вага, кН/м ³	17,29	16,2	17,3	17,12
5	Питома вага частинок ґрунту, кН/м ³	27,18	26,8	26,78	26,53
6	Коефіцієнт пористості, д.о.	0,679	0,823	0,764	0,796
7	Коефіцієнт водонасичення, д.о	0,702	0,49	0,463	0,52
8	Число пластичності, д.о	0,06	0,06	0,04	0,05
9	Показник текучості, д.о	-0,17	0,3	-0,42	-0,36

Таблиця 2

Фізичні характеристики техногенних ґрунтів

№ з/п	Фізичні характеристики ґрунту	Номер ґрунту			
		1	1a	2	2a
1	Природна вологість, д.о	15 %	14 %	14 %	12 %
2	Щільність ґрунту, г/см ³	1,84	1,64	1,72	1,53
3	Щільність часток ґрунту, г/см ³	1,57	1,53	1,52	1,42
4	Питома вага, кН/м ³	17,29	16,6	18,5	17,12
5	Питома вага частинок ґрунту, кН/м ³	27,26	26,6	27,0	26,53
6	Коефіцієнт пористості, д.о.	0,707	0,77	0,72	0,796
7	Коефіцієнт водонасичення, д.о	0,562	0,38	0,68	0,52
8	Число пластичності, д.о	0,05	0,06	0,05	0,05
9	Показник текучості, д.о	-0,36	0,39	1	1

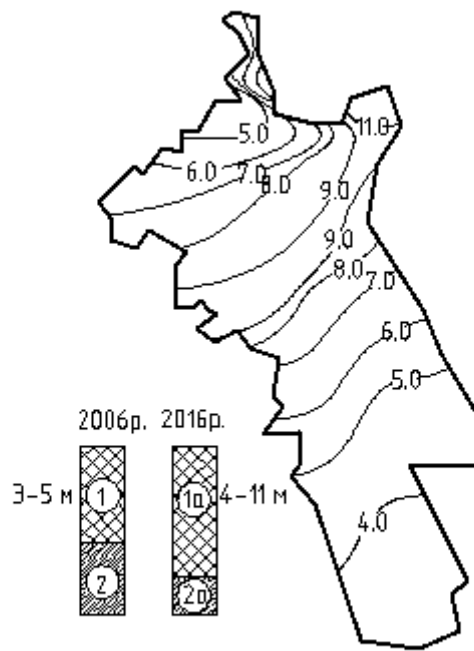


Рис. 3. Голосіївський район за період 2006 та 2016р.

Під час розглядання Солом'янського району також спостерігається збільшення товщі техногенного ґрунту. На 2006 рік товща верхнього шару становила 1,5–3,5 м, а на 2016 рік 3–6 м (рис. 4). Фізичні характеристики ґрунтів за результатами досліджень 2006 та 2016 років наведені в таблиці 3.

Порівняння основних характеристик ґрунтів виділяє основні показники, що змінилися в період 2006 до 2016 років, відповідно до яких змінилася номенклатура ґрунту. У 2006 році техногенний ґрунт 1, являє собою супісок пластичний, маловологий, а у 2016 році ґрунт 1а – супісок пластичний маловологий домішками будівельного сміття до 15 % із $R_0 = 0,235$ МПа, який не є придатним для будівництва без додаткових інженерних заходів.

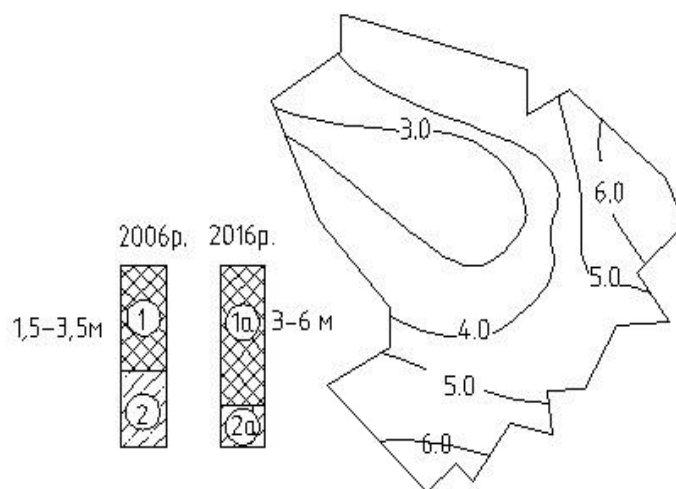


Рис. 4. Солом'янський район за період 2006 та 2016 років

Фізичні характеристики техногенних ґрунтів

№ з/п	Фізичні характеристики ґрунту	Номер ґрунту			
		1	1а	2	2а
1	Природна вологість, д.о	13,2 %	15 %	16 %	15 %
2	Щільність ґрунту, г/см ³	1,72	1,72	1,72	1,73
3	Щільність часток ґрунту, г/см ³	1,52	1,51	1,52	1,62
4	Питома вага, кН/м ³	17,5	16,8	17,3	17,12
5	Питома вага частинок ґрунту, кН/м ³	27,18	26,6	26,78	26,53
6	Коефіцієнт пористості, д.о.	0,764	0,769	0,764	0,796
7	Коефіцієнт водонасичення, д.о	0,463	0,38	0,463	0,52
8	Число пластичності, д.о	0,06	0,06	0,04	0,05
9	Показник текучості, д.о	-0,19	0,39	-0,42	-0,36

Висновки: Основні результати виконаних досліджень вказують на пряму залежність розвитку будівельного виробництва в місті Києві та зміни геологічної будови майбутніх будівельних майданчиків, кількість яких за останні роки зросла на 40 %. Під час порівняння геологічної будови наведених вище районів, можна зробити висновки, що потужності шарів техногенного ґрунту зросли в середньому на 98 %. Також прослідковується зміна деяких фізичних характеристик, а саме: зменшення питомої ваги шарів протягом десяти років, можна припустити, що це за рахунок зміни процентного відношення органічних домішок в верхньому шарі ґрунту. Показник текучості, що характеризує консистенцію ґрунту, а саме якщо станом на 2006 рік ґрунт являв собою супісок твердий, то на 2016 рік він змінився на пластичний. За рахунок зміни фізичних характеристик змінився опір ґрунту, що призвело до непридатності ґрунту до забудови.

Список використаної літератури:

1. *Ананьев В.П.* Инженерная геология : учеб. для строит. спец. вузов / *В.П. Ананьев, А.Д. Потапов.* – 3-е изд., перераб. и испр. – М. : Высшая школа, – 2005. – 575 с.
2. *Демчишин М.Г.* Техногенні впливи на процеси в геологічному середовищі України / *М.Г. Демчишин* // Геологія в ХХІ столітті. Шляхи розвитку та перспективи. – К. : Знання. – 2001. – С. 93–102.
3. *Толкач О.М.* Визначення основних критеріїв якості пірофілітових сланців / *О.М. Толкач, Р.В. Соболевський, С.С. Іськов* // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2011. – № 2 (57). – С. 170–176.
4. *Левицький М.Г.* Обґрунтування оптимальних технологічних параметрів видобування гранітних блоків на основі показників тріщинуватості / *М.Г. Левицький, Р.В. Соболевський* // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 3 (69). – С. 48–52.
5. Definition of hue of different types of pokostivskiy granodiorite using digital image processing / *V.Korobiiichuk, V.Shamrai, O.Iziumova, O.Tolkach, R.Sobolevskiy* // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – 4/5 (82). – P. 52–57.
6. *Коробійчук В.В.* Дослідження тріщинуватості Лезниківського родовища гранітів з перспективою видобутку блочної продукції / *В.В. Коробійчук* // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков : Технологический центр, 2013. – Вып. № 6/5 (66). – С. 23–28.
7. *Криворучко А.О.* Розробка узагальненої методики геометризації масивів природного каменю з метою отримання комплексної моделі родовища / *А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, С.С. Іськов* // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2012. – № 4 (63). – С. 190–202.
8. *Коробійчук В.В.* Оцінка результатів дослідження залежності параметрів пружних хвиль від тиску в зразках природного декоративного каменю / *В.В. Коробійчук* // Вісник

- Нац. техн. ун-ту України «КПІ» / Серія: «Гірництво» : зб. наук. пр. – К. : НТУУ «КПІ» : ЗАТ «Техновибух», 2012. – Вип. 22. – С. 101–105.
9. Звіт по геологорозвідувальній роботі ділянок м. Києва / (ІГ)-КР-02 / ТОВ «МЕДІНЖСЕРВІС». – 2016. – Додаток Б-К.
 10. Звіт по геологорозвідувальній роботі ділянок м. Києва. Паспортизація ґрунтів / Геотехнічна лабораторія // ВАТ «УкрНГІ». – 2007. – Додаток Н.- С-1-72.
 11. Добровольська А.О. Визначення стисливості техногенно порушеного ґрунту методом статичної обробки / А.О. Добровольська // III всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Перспектива розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів» : Тези 27–27 квітня 2016. – Житомир : ЖТДУ. – 2016. – С. 53–57.
 12. 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.

References:

1. Ananiev, V.P. and Potapov, A.D. (2005), *Inzhenernaya geologiya* [Engineering geology], 3rd ed., High school, Moscow, 575 p.
2. Demchyshyn, M.G. (2001), “Tehnogenni vplyvy na procesy v geologichnomu seredovyshhi Ukrainy” [Man-made impacts on the processes in the geological environment Ukraine], in *Geology in the XXI century. Future development and prospects*, Knowledge, Kiev, pp. 93–102.
3. Tolkach, O.M., Sobolevskiy, R.V. and Iskov, S.S. (2011), “Vyznachennja osnovnyh kryterii v jakosti pirofilitovyh slanciv” [Defining the criteria for quality pyrophyllite schists], *Bulletin of Zhytomyr State Technological University. Technical science*, Vol. 2 (57), pp. 170–176.
4. Levytskyi, V. and Sobolevskiy, R. (2014), “Obg'runtuvannja optymal'nyh tehnologichnyh parametriv vydobuvannja granitnyh blokiv na osnovi pokaznykiv trishhynuvatosti” [Substantiation of optimal technological parameters of granite blocks mining taking into account indicators of fracturing], *East European Journal of Modern Technologies*, No. 3 (69), pp. 48–52.
5. Korobijchuk, V., Shamrai, V., Iziumova, O., Tolkach, O. and Sobolevskiy, R. (2016), “Definition of hue of different types of pokostivskiy granodiorite using digital image processing”, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 4/5 (82), pp. 52–57.
6. Korobijchuk, V. (2013), “Doslidzhennja trishhynuvatosti Leznykivs'kogo rodovyshha granitiv z perspektyvoju vydobutku blochnoi' produkci” [Research fractured Leznykivsky granite deposits with the prospect of quarrying of natural stone], *East European Journal of Modern Technologies*, Vol. 6/5 (66), pp. 23–28.
7. Krivoruchko, A.A., Korobijchuk, V.V. and Iskov, S.S. (2012), “Rozrobka uzagal'nenoi' metodyky geometryzacji' masyviv pryrodnogo kamenju z metoju otrymannja kompleksnoi' modeli rodovyshha”, *Bulletin of Zhytomyr State Technological University*, Vol. 4 (63), pp. 190–202.
8. Korobijchuk, V.V. (2012), “Ocinka rezul'tativ doslidzhennja zalezhnosti parametriv pruzhnyh hvyl' vid tysku v zrazkah pryrodnogo dekoratyvnogo kamenju” [Evaluation of study according to the parameters of elastic waves of pressure in samples of natural decorative stone], *Herald of the National Technical University of Ukraine “Kiev Polytechnic Institute”. Series of Mining*, Vol. 22, pp. 101–105.
9. Petrov, V.S. (2016), *Zvit po geologorozvidual'nij roboti diljanok m. Kyjeva / (IG)-KR-02 / TOV* [Report on the exploration of areas of the Kyiv city / (IG) -KR-02, LLC], MEDINZHSERVIS, Kyiv, pp. 56–86.

10. Bondar, O.V. (2007), *Zvit po geologorozviduval'nij roboti diljanok m. Kyjeva. Pasportyzacija gruntiv. Geotehnicna laboratorija* [Report on the exploration of areas of the Kyiv city. Certification Soil], JSC "UkrNHI", Kyiv, pp. 1–72.
11. Dobrovolska, A.O. (2016), “Vyznachennja styslyvosti tehnogenno porushenogo rruntu metodom statychnoi' obrobky” [Determination of the compressibility of soil technogenic disturbed by static processing], *Proceedings of III All-Ukrainian scientific conference of students and young scientists "Prospects for the development of mining and natural resource management"*, April 27, 2016, ZhDTU, Zhytomyr, Ukraine, pp. 53–57.
12. Dobrovolskaya, A.O. (2016), “Izuchenie deformatsionnykh kharakteristik tekhnogenogo grunta pri raznykh variantakh zamachivaniya” [The study of deformation characteristics of man-made soil at different variants of soaking], *Proceedings of the 10-th international scientific-practical conference of young scientists and students "Prospects for the development of construction technologies"*, April 21–22, 2016, Gos. Vysshee uchebnoe zavedene “Nats. Gornyy Universitet”, Dnepropetrovsk, Ukraine, pp. 18–23.

ДОБРОВОЛЬСЬКА Алла Олегівна – аспірант кафедри геобудівництва та гірничих технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».

Наукові інтереси:

- дослідження в галузі геобудівництва та геології;
- механіка ґрунтів і гірських порід;
- дослідження змін деформаційних властивостей техногенно порушених ґрунтів.

КРАВЕЦЬ Віктор Георгійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри геобудівництва та гірничих технологій Інституту енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».

Наукові інтереси:

- фізичні процеси гірничого виробництва;
- механіка ґрунтів і гірських порід;
- будівництво міських і спеціальних підземних споруд;
- розроблення наукових основ енергозберігаючих технологій для вирішення прикладних задач;
- геодинаміки вибуху.

Стаття надійшла до редакції 05.09.2016.