

## ПРОБЛЕМИ ЗВЕДЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН БУДІВЕЛЬ НА ТЕХНОГЕННИХ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ

**Шумаков І.В.**, д.т.н., доцент,

**Гринчук О.А.**, аспірант,

**Ляхов І.І.**, аспірант,

*Харківський національний університет будівництва та архітектури*  
grynychuk\_o.a@mail.ru

**Анотація.** Розглянута актуальність використання техногенних територій. Відображені місця розповсюдження стихійних звалищ у Харківській області та визначені антропогенні впливи різного характеру на ґрунтове середовище. Виявлені основні проблеми, які виникають при зведенні підземних частин будівель на техногенних ґрунтах. Виконано зонування міської території Харкова відповідно до насиченості техногенних змін рельєфу. У ході аналізу паспортів зсувонебезпечних ділянок Харкова серед зафіксованих основних техногенних факторів були виявлені і класифіковані найбільш впливові. Підтверджено, що на сучасному етапі режиму міської підземної гідросфери властиві ознаки постійної динаміки, виявлено групу факторів техногенного впливу на таку динаміку.

**Ключові слова:** антропогенний вплив, ґрунтові води, основи будівель та споруд, техногенні території, урбанізоване середовище.

## ПРОБЛЕМЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЙ НА ТЕХНОГЕННЫХ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ

**Шумаков И.В.**, д.т.н., доцент,

**Гринчук О.А.**, аспирант,

**Ляхов И.И.**, аспирант,

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*  
grynychuk\_o.a@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрена актуальность использования техногенных территорий. Отображены места распространения стихийных свалок в Харьковской области и определены антропогенные воздействия различного характера на ґрунтовую среду. Виявлені основні проблеми, которые возникают при возведении подземных частей зданий на техногенных ґрунтах. Выполнено зонирование городской территории Харькова в соответствии с насыщенностью техногенных изменений рельефа. В ходе анализа паспортов оползнеопасных участков Харькова среди зафиксированных основных техногенных факторов были выявлены и классифицированы имеющие наибольшее влияние. Подтверждено, что на современном этапе режиму городской подземной гидросферы присущи признаки постоянной динамики, выявлена группа факторов техногенного влияния на такую динамику.

**Ключевые слова:** антропогенное воздействие, ґрунтовые воды, основания зданий и сооружений, техногенные территории, урбанизированная среда.

## PROBLEMS OF UNDERGROUND SPACES AT CONSTRUCTION ON ANTHROPOGENIC URBAN AREAS

**Shumakov I.V.**, Doctor of Engineering, Assistant Professor,  
**Grinchuk O.A.**, post-graduate student,

**Abstract.** Relevance of anthropogenic urban areas use is considered. Increasing in demand for free territories in big cities requires further using of unsuitable places (waterlogged, swampy, polluted, etc. sites) for the construction of buildings and structures. Research objective is definition and synthesis of the main anthropogenic influences on the geological environment of Kharkiv and the prospects of construction underground parts of buildings in man-made urban areas. It was determined that the areas of distribution anthropogenic soils are relatively large and are increasing every year, so it becomes an urgent problem for studying of influence of various aspects on constructional, technical, organizational and technological solutions for new construction and reconstruction, which will give chance to include the new free territories in a city fund. The authors stated information about the recorded zones of bulk soil with specific properties in Kharkiv, which formed rather a heavy layer of anthropogenic deposits (2...17 meters). Places of illegal dumping are reflected in the Kharkiv region and anthropogenic influence of different character on the soil ground are defined. The main problems, which can arise at construction of buildings underground parts on anthropogenic soil are certain. Zoning of the urban area of Kharkiv in accordance to a saturation of a relief anthropogenic changes is executed. During the analysis of passports risk of landslide sites in Kharkiv among the recorded major technogenic factors the most influential have been defined and classified: undercutting of a slope basis when performing planning works and for the foundations of buildings and roads; slope brow loading buildings and embankments; the arrangement of cellars in a brow part of a slope; absence of regional and disadvantages of water disposal of a surface waters local systems; losses on communications within a landslide of a dangerous slope. It is confirmed that at the present stage signs of constant dynamics are peculiar to the mode of the city underground hydrosphere; the group of technogenic factors influence on such dynamics is defined.

**Keywords:** anthropogenic impact, ground water, footing of the buildings and structures, technogenic territories, urban land.

**Постановка проблеми.** Людина активно впливає на природне середовище, тим самим створюючи більш агресивні умови для нового будівництва – техногенні території. І тому зі збільшенням попиту на вільні території виникає потреба в подальшому використовувати не придатні місцевості (підтоплені, заболочені, засмічені та ін. ділянки) для зведення будівель та споруд. Техногенні території можуть характеризуватись різними засміченнями – з високими характеристиками міцності (будівельні відходи, земляні насипи) і з низькими (стихийно засипані яри і балки, звалища побутових відходів) та за складом – відносно однорідні (грунтові відвали, виробничі шлаки) і неоднорідні (несанкціоновані звалища). Тож зведення підземних частин будівель у таких умовах повинне вирішувати комплекс проблем архітектурного, конструктивно-технологічного, інженерного, економічного, екологічного, соціального характеру.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Обсяг техногенних відкладень досить значний і має тенденцію постійно збільшуватись, адже ще на початку XXI століття світовий обсяг техногенних відкладень досяг 1500 млрд. м<sup>3</sup> [1]. Ще у 1965 р. В.І. Вернадський звернув увагу на хімічну і біогеохімічну сторону антропогенної зміни оточуючого середовища. У 90-х роках минулого століття була опублікована збірка наукових доповідей, яка присвячена міським ґрунтам “Soils in the Urban Environment” [2], де були висвітлені варіативність функцій ґрунтів, зміст проблеми підвищення рівня техногенного впливу на міські ґрунти, побудовано основні принципи їх класифікації, досліджено фізичні та біологічні аспекти. У 70-ті роки досить ретельно вивчав урбанізоване середовище Ф.В. Котлов [3]. Він аналізував роль людини в зміні геологічного середовища (особливо, ґрунтів, рельєфу, підземних вод та ін.). Всі дослідники констатують, що площі розповсюдження техногенних ґрунтів доволі значні та кожного року збільшуються, тому стає цілком актуальною проблема вивчення різних аспектів впливу на конструктивні, технічні та організаційно-технологічні рішення нового будівництва та

реконструкції, що дасть можливість включити нові вільні території у міський фонд.

**Мета дослідження** – виявлення та узагальнення основних антропогенних впливів на геологічне середовище міста Харкова з урахуванням перспектив зведення підземних частин будівель на техногенних міських територіях.

**Виклад основного матеріалу.** В умовах щільної міської забудови для нового будівництва виникає потреба в використанні техногенних ґрунтів. Площі техногенних ґрунтів на території Харківської області досить широко розповсюджені [4] (рис. 1). Міські території зазнають впливу від різних інженерних споруд (табл. 1), тим самим формуючи несприятливі інженерно-геологічні умови, що зменшує базу надійних основ для будівель і споруд.

Відповідно [1] техногенні ґрунти – це природні ґрунти, змінені і переміщені в результаті виробничої і господарської діяльності людини, і антропогенні утворення (відходи виробничої і господарсько-побутової діяльності людини, у результаті якої виникла корінна зміна складу структури і текстури природної мінеральної або органічної сировини). На основі матеріалів минулих років [5] у Харкові зафіксовані зони розповсюдження насипних ґрунтів зі специфічними властивостями, які сформували достатньо потужний шар техногенних відкладень завтовшки 2÷17 м. Це дозволило авторам сформувати зонування техногенних змін рельєфу, що дозволяє прогнозувати розповсюдження будмайданчиків на території Харкова (рис. 2).

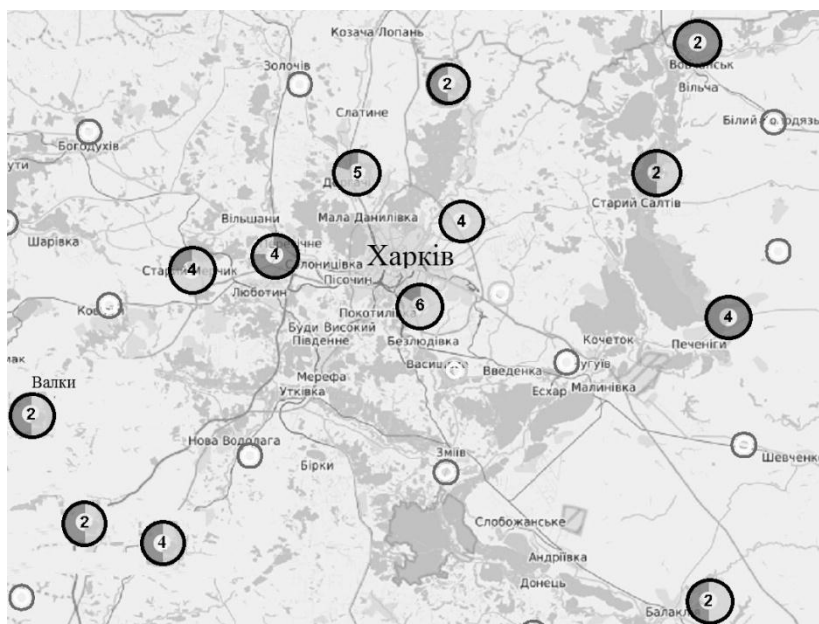
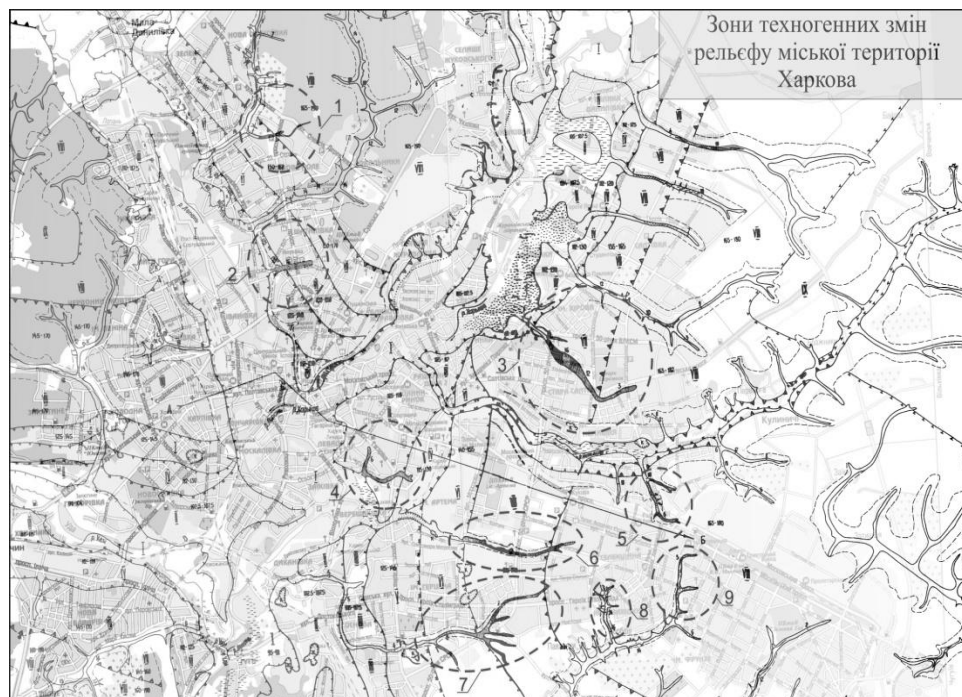


Рис. 1. Місця стихійних сміттєзвалищ Харківської області [4]:  
1, ..., 6 – ранжування відповідно до розмірів

Таблиця 1 – Антропогенні впливи інженерних споруд та звалищ на геологічне середовище

Інженерні споруди	Різновиди впливів	Зміни у геологічному середовищі
Будівлі	Механічні, регіональні впливи	Зміна фізико-механічних властивостей ґрунтів, деформації будівель викликані осадкою та ін.
Автомобільні дороги, залізниці	Механічне ущільнення, фізико-хімічні впливи	Зміна властивостей ґрунтів, осадка насипів, пучення
Магістральні трубопроводи	Термічні	Забруднення ґрунтових вод, підтоплення
Звалища	Хімічне, біологічне забруднення	Зміна властивостей ґрунтів, забруднення ґрунтів та підземних вод

Як бачимо, у результаті штучного планування рельєфу засипались яри і балки. В залежності від способу укладання, однорідності складу і складення, виду вихідного матеріалу, ступеню самоущільнення від власної ваги насипні ґрунти можна поділити на окремі групи і види (табл. 2).



Умовні позначення:



засипанні яри і балки

Рис. 2. Зони техногенних змін рельєфу міської території Харкова

Таблиця 2 – Класифікація насипних ґрунтів

Класифікація насипних ґрунтів	Види насипних ґрунтів і їх характеристика
За способом укладання	Відсипані автомобільним або залізничним транспортом, скреперами, бульдозерами і т.п.
За однорідністю складу і складення	1. Планомірно зведенні насипи (зворотні засипки) і підсипки (подушки), з практично однорідним складом, складенням і рівномірним стисканням. 2. Відвали ґрунтів і відходи виробництв, які мають практично однорідний склад і складення, але нерівномірну щільність та стискання. 3. Звалища ґрунтів, відходів виробництв і побутових відходів, з неоднорідним складом і складенням, нерівномірною щільністю і стисканням та вмістом органічних включень.
За типом вихідного матеріалу, який складає основну частину насипу	1. Природні ґрунти: крупноуламкові, піщані, глинисті. 2. Відходи виробництва: шлаки, золи, формувальна земля і т.п. 3. Побутові відходи.
За ступенем ущільнення від власної ваги	1. Злежаний – процес ущільнення від власної ваги закінчився. 2. Незлежаний – процес ущільнення від власної ваги продовжується.

Техногенні утворення Харкова представлені в основному звалищами і відвалами суглинків, глин, будівельного сміття (пісок, вапно, щебінь, деревина), виробничих і побутових відходів, відходів санітарної очистки і благоустрою міської території. Тому такі ґрунти характеризуються: неоднорідним складом і стисканням; нерівномірною щільністю; здатністю до самоущільнення від власної ваги; вмістом органічних речовин при наявності звалищ побутових відходів, і як результат – утворенням біогазу (метан та ін.); здатністю до самозаймання; розпадом, розкладанням та іншими фізико-хімічними утвореннями; підвищенням рівня ґрунтових вод. Подальший локальний підпір підземних вод складає передумови для виникнення пластичних зсувів. Все це в свою чергу значно ускладнює, підвищує ризик та небезпеку нового будівництва в умовах невизначеності, що важко прогнозувати. При цьому при зведенні будівель та споруд на засипаних балках і ярах все ж таки можливо прогнозувати, що ущільнення здійснювалося недостатньо ефективно, моніторинг цього процесу відсутній, в подальшому можливий розвиток самоущільнення з просіданням поверхні і як результат – зсув фундаментів по похилих підстилаючих поверхнях, а у випадку пальових фундаментів – виникнення негативного тертя. Слід зазначити, що при нерівномірному стисканні ґрунтів, оскільки вони різні за своїми властивостями, виникає потреба в додатковому армуванні залізобетонних конструкцій та інших конструктивних заходах. Також може погіршити ситуацію і наявність ґрунтових вод з різними домішками, найчастіше агресивними, це провокує корозійні процеси в бетоні.

Результатом техногенного впливу можуть бути зсуви. У ході аналізу паспортів зсувонебезпечних ділянок Харкова серед зафіксованих основних техногенних факторів були виявлені наступні:

- підрізування підвалин схилу при виконанні планувальних робіт та для улаштування фундаментів будівель і внутрішньоквартальних доріг;
- привантаження брівки укосу будівлями і насипами;
- улаштування льохів у прибровочній частині укосу;
- відсутність регіональної і недоліки локальних систем водовідводу поверхневих вод;
- втрати з комунікацій у межах зсувонебезпечного укосу;
- динамічні навантаження від впливу метрополітену.

До техногенних процесів та явищ, котрі істотно впливають на перспективи зведення підземних конструкцій будівель і споруд, відносяться ті, що викликані змінами термічного режиму і структури порід та підземних вод, режиму підземної та поверхневої гідросфери. Відомо, що територія Харкова та області – це зона розвитку лесових ґрунтів. Антропогенні впливи на такі ґрунти – додатковий тиск від ваги об'єктів, ущільнення при трамбуванні дна котлованів, надмірне зволоження. Природній стан лесової субформації визначається заляганням до глибини 7...8 м недоущільнених структурно нестійких прошарків ґрунтів з просадочними властивостями, при замочуванні яких стартують епігенетичні зміни структури і доущільнення під вагою забудови, а вслід – просідання підвалин з деформацією конструкцій. На сучасному етапі режиму міської підземної гідросфери властиві ознаки постійної динаміки. Серед факторів впливу:

- втрати з водонесучих комунікацій (до 30%) з утворенням тимчасових «купольних» зон підтоплення;
- порушення поверхневого стоку при недоліках планування поверхні;
- погіршення або знищення дренажних властивостей природних ерозійних форм внаслідок їх засипання, забудови, запруження;
- збільшення обсягів підземного будівництва без екологічного обґрунтування.

Ще декілька слів про безпосередню розробку котлованів та необхідність ретельного організаційно-технологічного проектування та планування робіт. При розробці котловану в результаті видалення ґрунту (зняття побутового тиску), відбуватиметься розущільнення ґрунтів підвалин. Крім того, під дією тиску ґрунту, що розташовується по периметру котловану, розвиваються деформації, які ведуть до нерівномірного підняття дна котловану, а

далі – до нерівномірних осадок внаслідок більшого розуцільнення ґрунтів під центральною частиною котловану, ніж по його краях і в кутах. Максимальні напруження при цьому виникають у придонній частині бортів, і особливо кутів котловану. Причина розуцільнення ґрунтів підвалин – зняття побутового тиску, що порушує динамічну рівновагу ґрунтового масиву, рівновагу між поровим тиском ґрунту і вагою ґрунтів, що лежать вище. Процеси седиментації протягом геологічного часу сформували складну динамічно рівноважну систему, при якій ґрунти втратили деяку кількість внутрішньопорової вологи, залежно від ваги вищезалягаючих ґрунтів (побутового тиску), придбали максимально можливу при відомій величині часток ґрунту щільну структуру. Якщо при цьому не відбулася цементация кістяка ґрунту, при якій сила цементацийних зв'язків більше порового тиску – одержуємо потенційно небезпечні ґрунти з можливістю їх розуцільнення. Оскільки формування даних ґрунтів відбувалося з періоду опадоутворення і дотепер у певних умовах, що привело до їхньої природної консолідації, то втручання техногенного фактора (або природного – наприклад ерозія) приведе до зміни природної консолідації. Описаний процес і явища, що супроводжують його, запропоновано називати реконсолідацією ґрунтів.

Серед першочергових завдань досліджень аспектів щодо реконсолідації на нашу думку можуть бути: визначення параметрів реконсолідації для різних типів ґрунтів при різних змінних; визначення навантажень, що зупиняють реконсолідацію на різних етапах; визначення стадійності реконсолідації; моделювання процесу реконсолідації ґрунтів у лабораторних умовах.

**Висновки.** Будівництво на техногенних територіях призводить до суттєвого здорожчання будівельно-монтажних робіт, збільшення тривалості виконання робіт. Використання техногенно-забруднених територій – комплексна задача технічного, технологічного, організаційного, економічного характеру, тому необхідно виявити нові рішення, які б давали змогу зменшити вартість будівництва. Техногенний ґрунт повинен бути проаналізований по таких параметрах як: фізико-механічні властивості, наявність органічних домішок, властивість утворення біогазу, ступінь однорідності, самоущільнення та ін. Зведення будівель та споруд у таких умовах повинне здійснюватись з урахуванням впровадження структур науково-технічного супроводу будівництва.

## Література

1. Передельский Л.В. Инженерная геология / Л.В. Передельский, О.Е. Приходченко. – Р.-Д.: Феникс, 2009. – 447 с.
2. Soils in the Urban Environments / Ed. P. Bullock and P.J. Gregory. – Oxford: Blakwell Scientific publications, 1991. – 174 p.
3. Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека / Ф.В. Котлов. – М.: Недра, 1978. – 263 с.
4. Інтерактивна мапа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.esomara.gov.ua> (22.09.2016). – Назва з екрана.
5. Стрижельчик Г.Г. Оползни Харьковской области / Г.Г. Стрижельчик, О.А. Крамаренко, Ю.П. Соколов и др.; под ред. И.Г. Черванева. – Харьков: УкрГИИТИЗ, 2001. – 300 с.
6. Горбунов-Посадов М.И. Основания, фундаменты и подземные сооружения: справочник проектировщика / М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев, В.И. Крутов и др.; под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.

Стаття надійшла 4.10.2016