

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСІДАННЯ ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ У КАЛУСЬКОМУ ПРОМИСЛОВОМУ РАЙОНІ

В умовах сучасної економічної ситуації житлове будівництво розвивається у надшвидкому темпі. Зменшення кількості земельних ділянок, які придатні для забудови, мотивує забудовників використовувати для спорудження структурно-нестійкі ґрунти, зокрема засолені. Метою роботи є створення спрощених математичних моделей для оцінювання ризику просідання засоленних ґрунтів. Проаналізовано хімічний склад засоленних ґрунтів, за результатами якого виділено основні групи солей та умовно поділено ґрунти на монозасолені та полізасолені. Запропоновано концепцію спрощеного математичного моделювання просідання ґрунтів внаслідок вилуговування у разі моно- та полізасолення.

Ключові слова: засолені ґрунти, цивільне будівництво, родовища калійних солей, вилуговування солей, моделювання просідання, монозасолення, полізасолення, Калуський промисловий район.

Актуальність роботи. В умовах сучасної економічної ситуації житлове будівництво розвивається у надшвидкому темпі. Зменшення кількості придатних для забудови земельних ділянок призводить до будівництва на структурно-нестійких ґрунтах, зокрема засоленних [1]. Засолені ґрунти Прикарпаття знаходяться в районах розробки Калуш-Голинського родовища калійних солей. Ареал засолення поширюється на територію Калуша та навколишніх сіл, зокрема Кадобна, Тужилів, Пійло, Голинь, Сівка-Калуська та ін. В інших населених пунктах рівень засоленості значно нижчий і його впливом на процеси просідання в ґрунтах можна знехтувати [2].

Проаналізувавши причини сповільнення стоку та активності ґрунтових вод на згаданих об'єктах можна прийти до висновку, що вилуговування розчинних солей значно порушує рівновагу напруженого стану гірських порід, просідаючої поверхні та є однією з основних причин виникнення руйнівних деформацій земної поверхні та споруджених на цих ділянках об'єктів промислового та цивільного будівництва. За даними моніторингу, щорічно під впливом інфільтрації води виробляється до 300000 м³ розсолів із вмістом солі 127-240 г/дм³ (вилуговування солей до 200 т/добу), які забруднюють джерела водопостачання Калуша [3].

Рудник "Калуш" є складним гірничим комплексом, який розроблявся впродовж 1867-1978 рр. зі значними змінами в технологіях та структурі видобутку. Він складається з Центрального, Хотінського, Північно-каїнітового та Північно-сильвінітового шахтних полів. Протягом 1975-2002 рр. у межах Центрального та Північно-каїнітового шахтних полів відбувалося просідання земної поверхні. Заповнення отворів ненасиченими сольовими розчинами несе у собі загрозу руйнувань міжкамерних ціликів та подальше збільшення руйнівного осідання поверхні, переміщення і прискорення міграції розсолу в зоні активного водообміну водоносних горизонтів з подальшим витоком у річкову систему [4].

Сучасне просідання земної поверхні в межах шахтних виробок становить від 0,5 до 5,1 м, а за прогнозами досягне від 7,1 до 9,1 м, що істотно погіршить інженерно-геологічні умови Калуського промислового району у зв'язку з

активізацією процесів карстової суфозії. Результати налізу просторово-часової динаміки формувальних екологічних процесів свідчать, що основними небезпеками для здоров'я у Калуші є незворотне порушення стабільності геологічного середовища і трансформації екологічної та техногенної катастрофічної ситуації від національного до транскордонного рівня [5].

Мета роботи – розробити спрощену математичну модель просідання засоленних ґрунтів для прискореного оцінювання небезпек просідання засоленних ґрунтів у межах техногенно навантажених територій.

Матеріал і результати досліджень. Осідання поверхні над гірничими виробками, що затоплюються, значною мірою пов'язані з погіршенням їх геомеханічної стійкості внаслідок поверхневого вилуговування ціликів та дифузійного зволоження порід у зоні контакту з недостатньо насиченими розчинами. У середині 80-х років у Калуші відселили цілий мікрорайон по вул. Вітовського. Близько 36 новобудов розібрали, а людей переселили в безпечніші райони міста. Останні провали в цьому районі зафіксовано у 2001 р. Досвід будівництва різних будівель і споруд довів, що всі вони тим чи іншим чином схильні до деформацій, які відбуваються внаслідок переміщення часточок ґрунту [6].

Основні причини деформації можна поділити на дві групи:

- загальні причини, пов'язані з особливостями фізико-механічних властивостей ґрунтів, які є основою фундаменту споруди;
- часткові причини, пов'язані з особливостями проведення будівельних робіт та режиму експлуатації.

Однією з найбільших небезпек є просідання ґрунтів основи під фундаментами об'єктів житлового та цивільного будівництва. Найважливішим чинником є тип ґрунту основи [7]. Під час розрахунку можливих просідань використано методику, описану в ДБН В.2.1.-10-2009. Розглянемо можливі просідання споруд, які розташовані на засоленних ґрунтах.

Нехай маємо рівномірне дифузійне засолення в межах кожного шару ґрунту. Розглянемо ґрунтовий масив, поділений на i шарів з умовою ізотропії фізико-механічних властивостей кожного шару. Тоді просідання за умови повного вилуговування становитиме:

Випадок I – засолення спричинене однією хімічною сполукою (каїніт) – монозасолення (рис. 1). Тоді просідання за умови повного вилуговування та без урахування ущільнення ґрунту внаслідок обводнення становитиме

$$H = \frac{1}{\rho_{sal}} \sum_{i=1}^n D_{sal_i} \cdot \rho_{грунту_i} \cdot h_i, \quad (1)$$

де: H – просідання за повного вилуговування солей без урахування обводнення; D_{sal_i} – концентрація солі в i -тому шарі ґрунту; $\rho_{грунту_i}$ – густина i -го шару ґрунту; h_i – висота i -го шару ґрунту; ρ_{sal} – густина солі.

Випадок II – засолення спричинене j -хімічними сполуками – полізасолення (рис. 2). Тоді просідання за умови повного вилуговування та без урахування ущільнення ґрунту внаслідок обводнення становитиме для кожного шару ґрунту

$$H = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m \frac{D_{sal_{ij}}}{\rho_{sal_j}} \right) \cdot \rho_{грунту_i} \cdot h_i, \quad (2)$$

де: H – просідання за повного вилугування солей без урахування обводнення; $D_{sal_{ij}}$ – концентрація j -тої солі в i -му шарі ґрунту; $\rho_{грунту_i}$ – густина i -го шару ґрунту; h_i – висота i -го шару ґрунту; ρ_{sal_j} – густина j -тої солі.

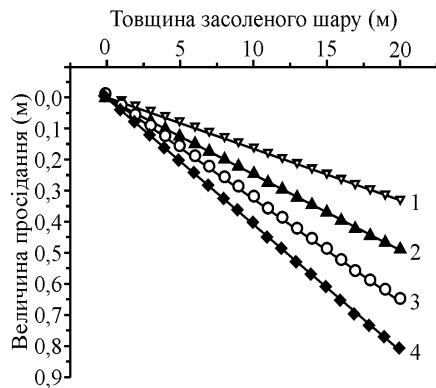


Рис. 1. Залежність глибини просідання від рівня та глибини засоленості у разі монозасолених: 1) $D_{sal}=0,02$, 2) $D_{sal}=0,03$, 3) $D_{sal}=0,04$, 4) $D_{sal}=0,05$

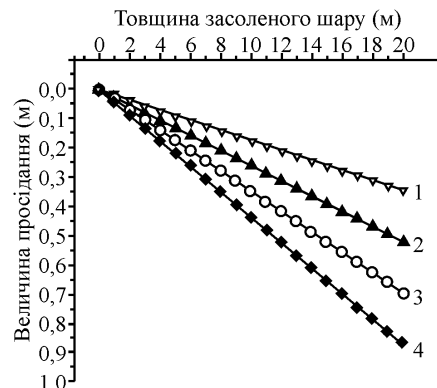


Рис. 2. Залежність глибини просідання від рівня та глибини засоленості у разі полізасолених: 1) $D_{sal}=0,02$, 2) $D_{sal}=0,03$, 3) $D_{sal}=0,04$, 4) $D_{sal}=0,05$

Малорозчинними сполуками, а отже, і малими деформаціями за вилугування нехтуємо. На цей час немає суворої математичної постановки задачі напружено-деформованого стану масиву водонасиченого засоленого ґрунту, тому надалі потрібно вдосконалити запроповану модель шляхом урахування просідань внаслідок обводнення та ущільнення частинок ґрунту.

Висновки:

1. Проаналізовано характер і причини просідань ґрунту в районі розроблення родовищ калійних солей Івано-Франківської обл.
2. Запропоновано спрощену математичну модель просідання засоленого ґрунту внаслідок вилугування у разі моно- і полізасолених.
3. Надалі потрібно, з урахуванням польових досліджень, провести уточнення математичної моделі та її адаптацію до реальних умов.

Література

1. Зеркалов Д.В. Наукові основи техногенно-екологічної безпеки : монографія / Д.В. Зеркалов, М.Д. Кацман, М.І. Адаменко та ін.; за ред. Д.В. Зеркалова. – К. : Вид-во "Основа", 2014. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://uk.lib-ebook.com/41ekonomika/1492934-1-d-zerkalov-kacman-adamenko-rodkevich-pichkur-naukovi-osnovi-tehnogenno-ekologichnoi-bezpeki-monografiya-elektronne-vidannya.php>

2. Грищенко М.М. Розрахунок осідань та деформацій земної поверхні від впливу просідаючих ґрунтів на підроблених територіях / М.М. Грищенко // Проблеми гірського тиску : зб. наук. праць. – 2011. – Вип. 19. – С. 6-26.

3. Садовенко І.А. Экспериментальные исследования суффозионных и эрозийных деформаций лессовых грунтов / И.А. Садовенко, Н.И. Деревягина // Вісник Кременчуцького НУ ім. Михайла Остроградського : зб. наук. праць. – 2013. – Вип. 4 (81). – С. 129-134.

4. Семчук Я.М. Динаміка коефіцієнта фільтрації засоленних ґрунтів в процесі вилугування / Я.М. Семчук, Л.Я. Долішня // Екологічна безпека та природокористування : зб. наук. праць. – К. : Вид-во "Либідь". – 2009. – Вип. 3. – С. 59-66.

5. Мальований М.С. Аналіз та систематизація існуючих методів оцінювання ступеня екологічної небезпеки / М.С. Мальований, В.М. Шмандій, О.В. Харламова, та ін. // Екологічна безпека : наук. журнал. – 2013. – Вип. 1/2013 (15). – С. 37-44.

6. Головач В.Ф. Стан гірничопромислових геоконструкцій Калущ-Голінського родовища калійних солей та заходи для їх екологічної оптимізації / В.Ф. Головач // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування : зб. наук. праць. – 2010. – № 2. – С. 4-13.

7. Преснов О.М. Расчеты суффозионных деформаций грунтов / О.М. Преснов, С.П. Ереско // Системы, методы, технологии : сб. науч. тр. – 2009. – № 4. – С. 75-79.

Побережная Л.Я. Моделирование проседания засоленных почв в Калушском промышленном районе

В условиях современной экономической ситуации жилищное строительство развивается в сверхбыстром темпе. Уменьшение количества земельных участков, пригодных для застройки, мотивирует застройщиков использовать для сооружения структурно-нестойкие почвы, в частности засоленные. Целью работы является создание упрощенных математических моделей для оценки риска проседания засоленных почв. Проанализирован химический состав засоленных почв, по результатам которого выделены основные группы солей и проведено условное разделение почв на монозасоленные и полизасоленные. Предложена концепция упрощенного математического моделирования проседания почв вследствие выщелачивания для случаев моно- и полизасоления.

Ключевые слова: засоленные почвы, гражданское строительство, месторождения калийных солей, выщелачивание солей, моделирование проседания, монозасоление, полизасоление, Калушский промышленный район.

Poberezhna L.Ya. Modeling Saline Soils Subsidence in Kalush Industrial Area

In today's economic situation housing construction is developing at a superfast pace. Reducing the amount of land suitable for building motivates developers to use structurally unstable soils, in particular saline soils. The purpose of the paper is the creation of simplified mathematical models to estimate the risk of saline soils subsidence. The chemical composition of saline soils is analysed. Based on these results, the main group of the salts is highlighted and a conditional separation on grounds monosalinization and polysalinization is carried out. The concept of a simplified mathematical modeling of soil subsidence as a result of leaching of the cases of monosalinization and polysalinization is proposed.

Keywords: saline soils, civil engineering, deposits of potassium salts, Kalush leaching of salts, subsidence modeling, monosalinization, polysalinization, Kalush industrial area.

УДК 631.95:615.849

Завідувач Л.А. Райчук¹, канд. с.-г. наук

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЛЯХ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ

На основі оброблених матеріалів проаналізовано стан сільськогосподарського виробництва на території Київського Полісся за існуючих соціально-економічних та екологічних умов. Окреслено низку пріоритетних шляхів реабілітації та розвитку аграрного сектору регіону. Доведено потребу переходу на агроландшафтну концепцію природокористування. Удосконалено принципи ведення сільськогосподарського виробництва на радіоактивно забруднених територіях у сучасних радіоекологічних та економічних

¹ Лабораторія радіоекології аграрних і лісових екосистем відділу радіоекології в агрофермі Інституту агроекології і природокористування НААН, м. Київ