

ФАКТОРИ ПІДТОПЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ В ГІРНИЧО-ВИДОБУВНИХ РЕГІОНАХ

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по изучению влияния отвалов горных пород на процессы подтопления и загрязнения прилегающих территорий.

Наведені результати теоретичних та експериментальних досліджень по вивченню впливу відвалів гірських порід на процеси підтоплення і забруднення прилеглих територій.

There are theoretical and experimental results investigation of leaving mining rock effects on underflooding process and pollution of adjacent territory.

Вступ. На території України спостерігається розвиток понад 20 видів екзогенних геологічних процесів (ЕГП) та явищ. Серед них особливо небезпечними є зсуви, підтоплення, карст, просідання лесових ґрунтів. Залучення територій з розвитком природних ЕГП до сфери господарської діяльності призводить до неминучих змін навколишнього середовища, які супроводжуються техногенним посиленням природних ЕГП. Розширення площ розвитку та збільшення кількості проявів ЕГП порушує безпеку життєдіяльності населення та перешкоджає нормальному функціонуванню численних господарських об'єктів [1].

Підтоплення є одним з найпоширеніших геологічних процесів, що розвивається в природних умовах і під впливом техногенних процесів. Площа підтоплення у межах території України за останні 30 років в середньому зросла у 8 разів, а в економічно розвинених регіонах у 14-34 рази [1]. Найбільші площі підтоплення фіксуються в Херсонській, Одеській, Миколаївській, Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій областях, де процес розвивається не лише в заплавах і заплавноїх терасах річкових долин, але й на вододілах. Основною причиною підтоплення є підйом рівня ґрунтових вод восени і під час значної кількості атмосферних опадів, які визначаються кліматичними умовами. В гірничо-видобувних регіонах коливання рівня ґрунтових вод посилюються техногенними факторами. Одним з таких факторів, який раніше не приймався до уваги, можуть бути відвали гірських порід. На територіях, прилеглих до відвалів, спостерігаються ділянки заболочування і розвитку зсувних явищ. Безпосередньо поблизу відвалів виходять джерела ґрунтових вод з високою мінералізацією, частина яких забруднює ріки, а інша – поповнює ґрунтові води.

Метою досліджень є обґрунтування ролі відвалів гірських порід як чинника підтоплення прилеглих територій. Для цього експериментально та теретично вирішувалися **задачі** розрахунку впливу відвалів на нижчезалягаючі гірські породи.

Викладення основного матеріалу. Розглянемо ситуацію, яка склалась в районі Лівобережних відвалів. На півдні Криворізького залізорудного басейну (рис. 1) у Лівобережному відвалі, який займає площу 900 га, складовано 270 млн. м³ гірської маси. Навколо відвалу спостерігається значна кількість за-

болочених ділянок, а біля с. Новоселівка розвиваються зсувні явища на лівому березі р. Інгулець, які зруйнували половину селища [2].

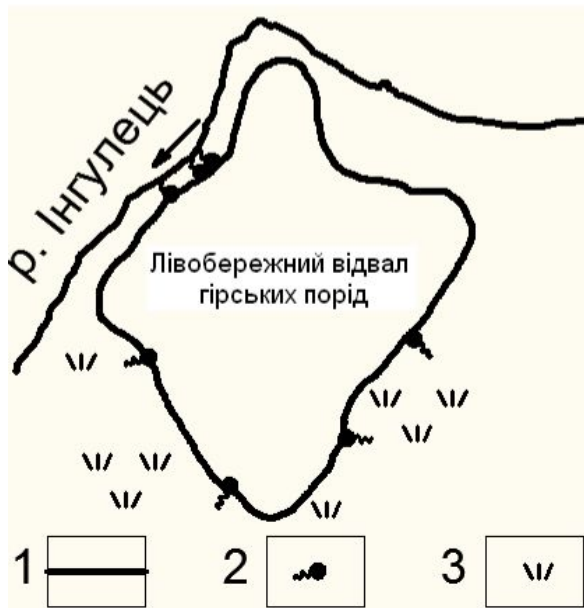


Рис. 1. Схема Лівобережного відвалу та прилягаючих до нього територій [3]. Умовні позначення: 1 – площа відвалу; 2 – джерела підземних вод; 3 – ділянки підтоплення та забруднення.

підйому ґрунтових та процесів підтоплення з відвалами гірських порід не настільки явні. Для встановлення цих зв'язків проведені теоретичне моделювання [3] та три серії експериментальних досліджень на одометрі.

Населення с. Новоселівка використовує для питних потреб лише привізну воду, вода ж з колодязів має загальну мінералізацію в залежності від сезону 1,5-3,5 г/дм³. Причини підтоплення і забруднення поверхневих і підземних вод тут пов'язують з впливом ставка-накопичувача високомінералізованих вод в б. Свистунова (рис. 2) [2]. Дійсно, повністю виключити вплив ставка-накопичувача не можна, разом з тим і ділянки підтоплення, і джерела просторово тяжіють до тіла відвалу. Це свідчить про суттєвий вплив відвалу на процеси підтоплення і забруднення прилеглих територій.

Розглянемо процеси, що призводять до підтоплення і забруднення білявідвальних територій. Причини забруднення поверхневих, підземних вод і ґрунтів достатньо детально розглянуті в роботі [2, 3]. Зв'язок

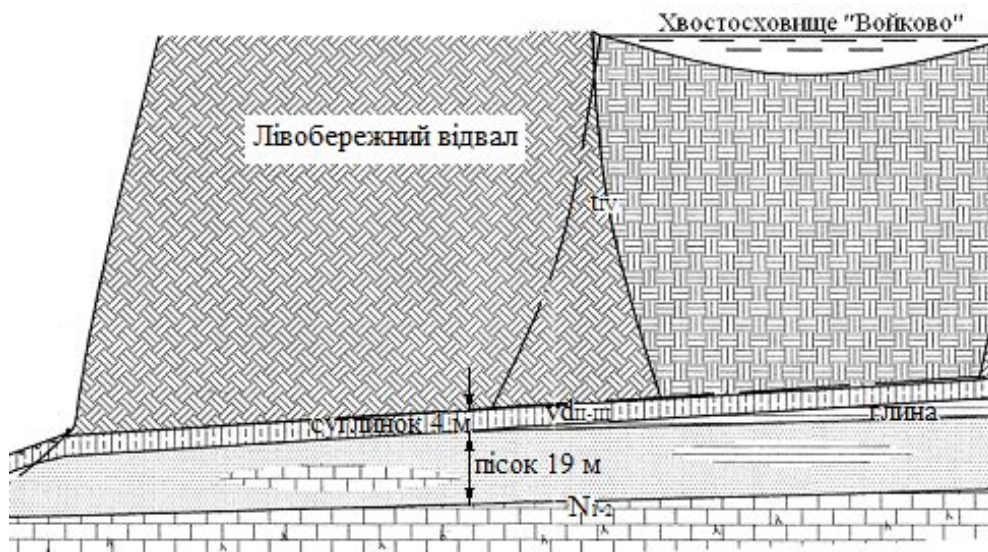


Рис. 2. Розріз геологічної моделі Лівобережного породного відвалу [2]

Теоретичні розрахунок осадки основи, що виникає під тиском маси Лівобережного відвалу з хвостосховищем «Войково», виконувався з використанням розрахункової схеми лінійно-деформованого шару [4]. При цьому масив відвалу був умовно прийнятий однорідним з співвідношенням розкривних порід (сланці, кварцити) і відходів збагачення (окислені залізисті кварцити) 1:1. Середня щільність відвальних порід прийнята $\rho=2900 \text{ кг/м}^3$. В результаті теоретичного моделювання були отримані такі результати: максимальному тиску $P^{max}_5=2958 \text{ кН/м}^2$ від уступу висотою 102 м відповідає осадка $S^{max}_5=2,689 \text{ м}$, а мінімальному тиску $P^{min}_1=638 \text{ кН/м}^2$ від уступу висотою 22 м – осадка $S^{min}_1=0,462 \text{ м}$, середня осадка по всьому відвалу складає 1,72 м. Така осадка основи відвалу приводить до зменшення пористості і, як наслідок, коефіцієнтів фільтрації у нижчезалягаючих породах, а також до зменшення об'єму неогенового водоносного горизонту, представленого пісками.

Зменшення потужності водоносного горизонту в середньому на 1,72 м по висоті призведе до зменшення питомої витрати на $\Delta q=0,01984 \text{ м}^2/\text{добу}$. Проте приведений розрахунок не враховує зміну коефіцієнта фільтрації внаслідок осадки основи відвалу, що в свою чергу значно зменшить отриману питому витрату. Оскільки прибуткова частина водного балансу території досліджень стала, то можна припустити наступне. Перерозподіл атмосферних опадів, зміна коефіцієнта фільтрації водоносного горизонту призведе до збільшення прибуткової складової ґрунтових вод на територіях прилеглих до відвалу.

Експериментальні дослідження проводились на однорідних зразках пісків та двошарових моделях пісків з глинами. Результати експериментальних досліджень наведені на рис. 3, 4.

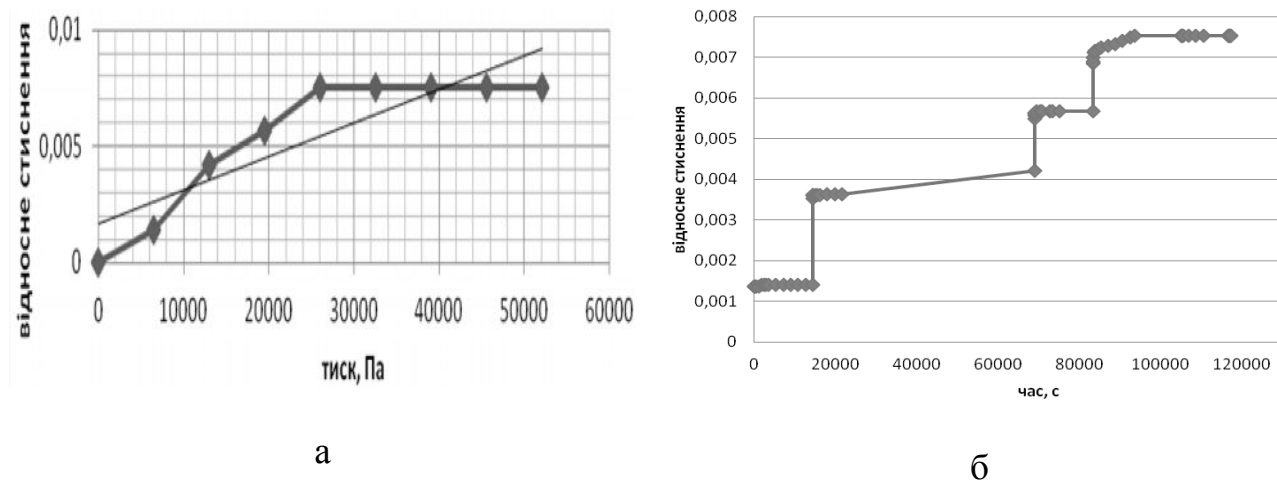


Рис. 3. Крива залежності відносного стиснення від тиску $E=f(P)$ (а) і від часу $E=f(T)$ (б) зразка середньозернистого піску пористістю $n=29,5\%$, вологістю $\beta=1,25\%$.

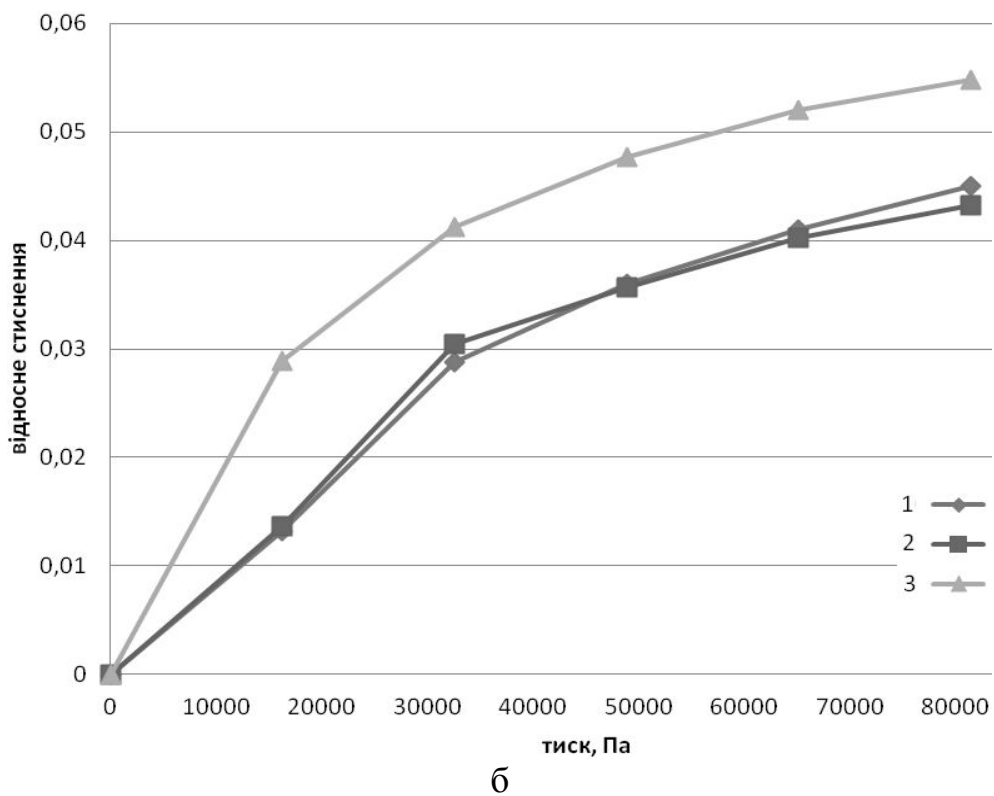
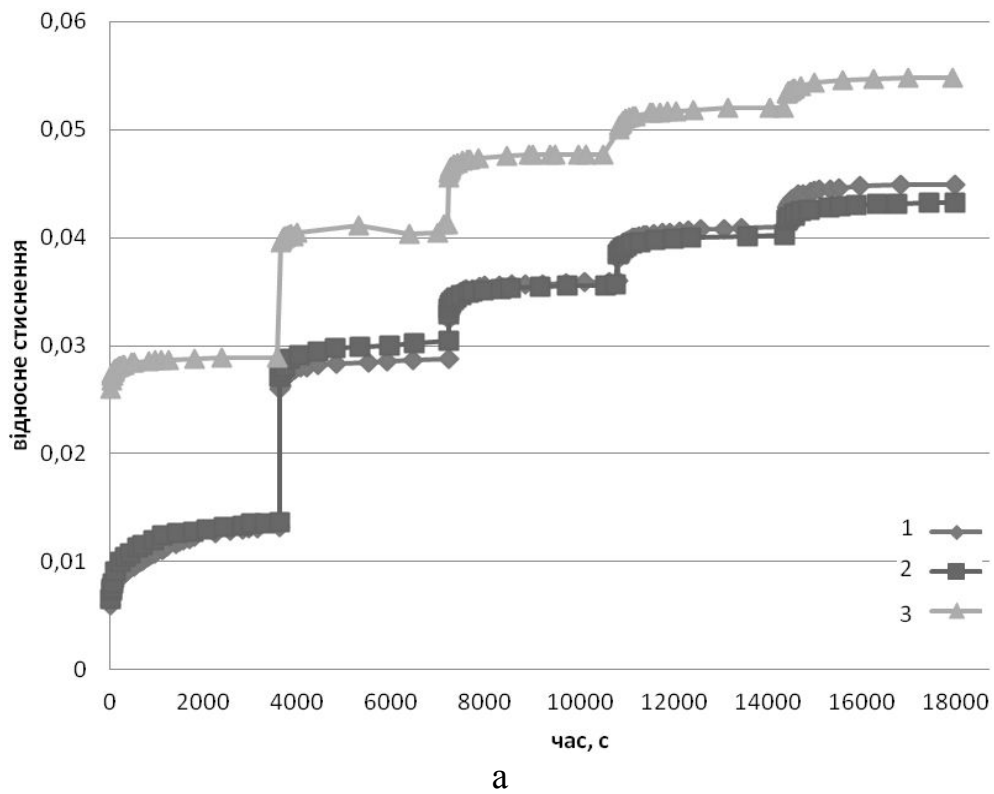


Рис. 4. Криві залежності відносного стиснення від тиску $E=f(P)$ (а) і від часу дослідження $E=f(T)$ (б) зразків піску і глини в співвідношенні 4:1: 1, 2 – піску середньозернистого ($n=32\%$, $\beta=8,64\%$) і глини ($n=50\%$, $\beta=10,21\%$); 3 – піску середньозернистого ($n=32\%$, $\beta=16,05\%$) і глини ($n=50\%$, $\beta=13,09\%$).

Інтерпретація результатів експериментальних досліджень для природних умови дозволяє у першому приближенні зробити наступні висновки і розрахунки. Пористість піску під час експериментів зменшується під дією навантажень на 3-4 %, тобто піски ущільнюються, потужність їх зменшується, а вода з водоносного горизонту повинна дрениватися у р. Інгулець або поповнювати водоносні горизонти прилеглих до відвалу територій. Прості розрахунки показують, що при потужності водоносного горизонту пісків у середньому 19 м, в них відбудеться усадка на 0,57-0,76 м. Суглинки, глини ущільнюються значно більше, їх пористість зменшується на 15-20 %, тобто середня потужність шару глин 4 м в природних умовах зменшиться на 0,60-0,80 м.

В цілому, враховуючи результати експериментів, можна казати, що загальна потужність шарів суглинків і пісків неогену зменшиться загалом на 1,17-1,56 м, що не суперечить теоретичним розрахункам. Більш того, навантаження на зразки гірських порід у жодному експерименті не досягали значень, які використовувались у теоретичних розрахунках, тобто треба очікувати ще більшого ущільнення суглинків і пісків та зменшення їх потужності.

На підставі теоретичних розрахунків, експериментальних досліджень, відомих факторів можна сформулювати трьохстадійну модель впливу відвалу на нижчезалягаючі породи та на прилеглі до нього території.

I стадія. Перша стадія проходить при навантаженнях до 116 кН/м^2 (до 4 м відвальних порід). На цій стадії суглинки і глини – пластичні, вони частково вижимаються з під відвалу, проникають між уламками відвальних порід та у нижчезалягаючі піски. Поступово зменшується пористість пісків за рахунок стиснення на 3-4 %, а також насичення глинами.

II стадія. Під час формування першого уступу відвалу (висота до 12 м) тиск на залягаючі нижче породи не перевищує 348 кН/м^2 (рис. 5-а). В породах відбуваються наступні зміни: піски водоносного горизонту ущільнюються, їх пористість зменшується, водообільність горизонту теж зменшується; суглинки під дією тиску проникають у нижчезалягаючий шар пісків, зменшуючи тим самим їх коефіцієнт фільтрації, а також у відвальні породи. Крім того під дією навантажень суглинки та глини повинні переходити у щільні зцементовані породи (аргіліти та алевроліти) і втрачати пластичність. Зменшення пористості водоносного горизонту призводить до зміни коефіцієнта фільтрації і, як наслідок цього, залишки води перерозподіляються в водоносні горизонти прилеглих до відвалу територій. За рахунок цього рівень ґрунтових вод на прилеглих територіях підіймається, що приводить до підтоплення та заболочування земель.

III стадія. Зростання відвалу до четвертого уступу (навантаження до 2088 кН/м^2) призводить до крихких деформацій в алевролітах і аргілітах, оскільки тиск у різних частинах відвалу нерівномірний (рис. 5-б). Додаткове вібраційне навантаження створює залізничний транспорт, що переміщуються по другому уступу, та вантажні автомобілі, дорога для яких прокладена зверху відвала. Таким чином в аргілітах формуються розриви, зони підвищеної тріщинуватості по яким забруднені атмосферні опади з відвалу мігрують у водоносний неогеновий горизонт. Звідти забруднення розповсюджується на прилеглі до відвалу території.

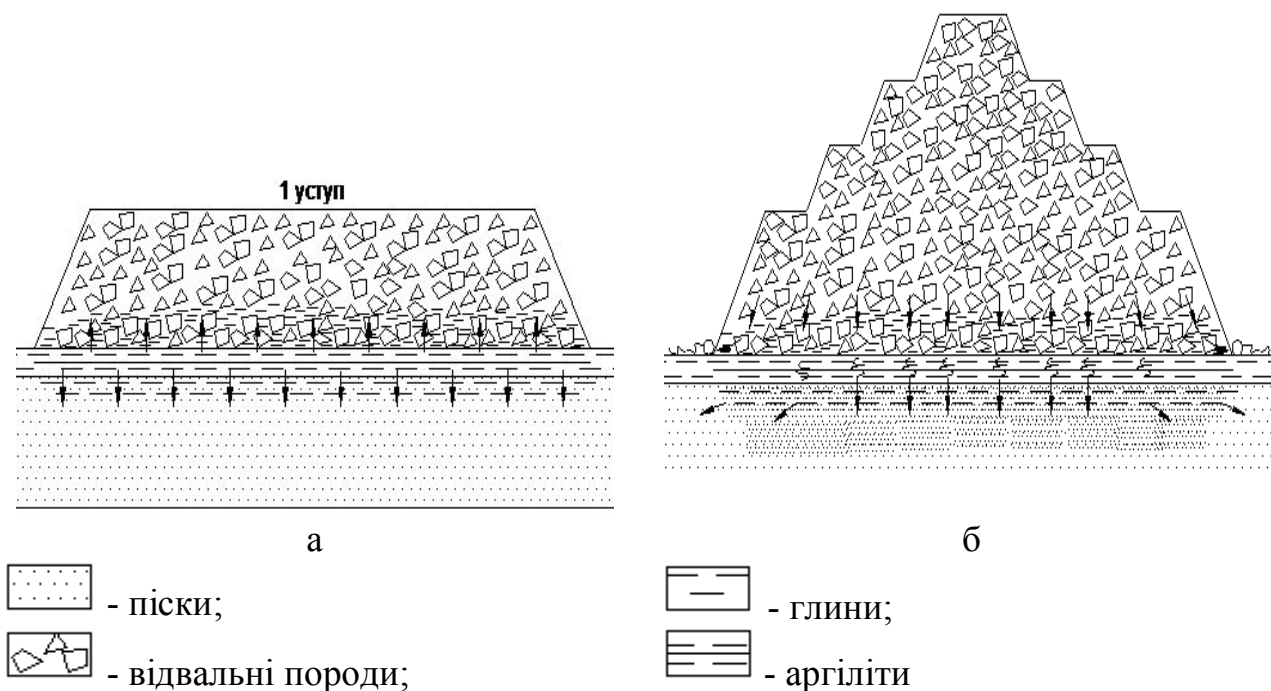


Рис. 5. Схема другій (а) і третій (б) стадії моделі впливу відвалу на нижчезалягаючі породи та прилеглі до відвалу території

Висновки. Таким чином експериментальні та теоретичні дослідження показали, що відвали гірських порід мають суттєвий вплив на екологічний стан прилеглих територій і його необхідно враховувати під час проектування та формування відвалів.

Список літератури

1. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні у 2010 році. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 254 с.
2. Ракуляк В.В. Дослідження гідрологічного та гідрогеологічного режиму та визначення джерел забруднення р. Інгулець в районі діяльності підприємств Кривбасу у Дніпропетровській області / В.В. Ракуляк, В.В. Дем'янов // Звіт. Том 1 – Дніпропетровськ: «ДНПРОДІП-РОВОДГОСП», 2007 – 120 с.
3. Орлинская О.В. Модель физико-химических преобразований в левобережных отвалах ЮГОКа / Наук. вісн. НГУ // О.В. Орлинская, О.А. Терешкова, А.А. Алексеев. – 2005. – № 9. – С. 99-102.
4. Строительные нормы и правила СНиП 2.02.01-83 (1995): Основания зданий и сооружений. – Москва 1995. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://info-build.com.ua/normativ/detail.php?ID=40690>

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Зберовським О.В.
Надійшла до редакції 20.04.2012*