

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗАГЛИБЛЕННЯ ПІДПІРНОЇ СТІНКИ НА РОЗПОДІЛ ТИСКУ ГРУНТУ ПО ЇЇ ВИСОТІ

С. В. Бугасва, канд. техн. наук (НТУУ "КПІ")

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований давления грунта на гибкую стенку при смещении анкерной опоры, которые могут быть использованы для анализа взаимодействия гибкой подпорной стенки с грунтом.

У практиці підземного, промислового та цивільного будівництва широкого поширення набули розпірні споруди у вигляді підпірних стінок з монолітного та збірного бетону, з металевого та залізобетонного шпунту, кутикового типу. Тонкостінні підпірні споруди є одними з найбільш економічних і поширених конструкцій, вони надійні в експлуатації і малочутливі до можливих перевантажень. Чинні нормативні документи рекомендують виконувати розрахунок споруд, що взаємодіють з грунтом, у пружній стадії їх роботи або за граничними станами. Такий підхід не дозволяє одночасно простежити за напружено-деформованим станом системи споруда-контактуючий ґрунт з моменту її завантаження і до втрати несучої спроможності, оскільки пружний розрахунок не враховує пластичних деформацій матеріалу, а розрахунок за граничними станами дозволяє визначити тільки руйнівні навантаження. Аналіз робіт, присвячених розрахунку подібних споруд, показує, що більшість методів передбачає окремий розрахунок: спочатку розглядають тільки напружено-деформований стан ґрунту, а потім, використовуючи одержані навантаження від тиску ґрунту, розраховують конструкцію стінки. Вказані методи не дають змоги визначити напружено-деформований стан споруди та контактуючого ґрунту в їх реальній сумісній роботі.

На основі теорії пластичної течії зі зміцненням, яка базується на принципі максимуму Мізеса, автором [1] одержані рівняння для аналізу сумісної роботи гнучкої підпірної стінки і ґрунту при різному навантаженні, заглибленні стінки та піддатливості анкерної опори з урахуванням реальних властивостей їх матеріалів, не розбиваючи його на два незалежних розрахунки за граничними станами на міцність і жорсткість.

Для перевірки одержаного теоретичного розв'язку були проведені експериментальні дослідження взаємодії гнучкої підпірної стінки з ґрунтом. Досліди проводились у лабораторії гідротехнічних споруд кафедри «Морські і річкові порти, водні шляхи та їх технічна експлуатація» Одеського державного морського університету на стенді, який включав: ґрунтовий лоток розмірами 177×100×109 см, модель гнучкої стінки, апаратуру для вимірювання тиску ґрунту, анкерного зусилля, прогинів стінки і зміщення анкерної опори. Модель стінки було виконано з оргскла товщиною 0,1 см з розмірами 109×99 см. Для

забезпечення необхідної жорсткості в горизонтальній площині модель зверху була закріплена до металевого кутика 50×50, який кріпився до опорної балки з швелера №18, з'єднаної з механізмом зміщень, встановленим на каркасі лотка.

Вимірювання тиску ґрунту виконувалося за допомогою контактних датчиків, які встановлювалися у передбачені гнізда по вертикальній осі стінки через 10 см. Для вимірювання деформацій моделі на вертикальній лінії, розташованій на відстані 10 см від осі стінки на одному рівні з контактними датчиками, наклеювалися тензорезистори опором 200 Ом. Анкерне зусилля вимірювалося за допомогою тензодатчиків, установлених на анкерних опорах. Електрична тензометрична схема включалася в напівміст з автоматичною компенсацією температурних деформацій. Показання датчиків тиску, анкерного зусилля і деформацій моделі реєструвалися за допомогою вимірювальної системи СІТ-3. Запис інформації виводився друкувальним пристроєм на паперову стрічку. Вимірювання зміщень анкерних опор виконувалося індикаторами годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм.

Досліди проводилися у такій послідовності: модель гнучкої стінки встановлювалася у вертикальне положення, знімалися нульові показання всіх датчиків; відсипався з двох сторін моделі шар піску на величину заглиблення стінки – 25 см у першій серії, 40 і 60 см у другій і третій серіях випробувань. Знімалися показання датчиків. Потім за стінкою моделі відсипався перший шар піску товщиною 15 см. Після вирівнювання його поверхні реєструвалися показання датчиків. У такій послідовності відсипалися і подальші шари піску. Після засипки піску на повну висоту стінки і запису показань датчиків до поверхні засипки прикладалося рівномірно розподілене навантаження інтенсивністю 3 кН/м (перша серія), 6 кН/м (друга серія) і 9 кН/м (третя серія). Результати вимірювань оброблялися методами математичної статистики.

Проведені експерименти дозволили встановити залежність розподілу бокового тиску ґрунту по висоті гнучкої стінки, значення згинального моменту у прольоті стінки та прогинів стінки, залежність величини анкерного зусилля від послідовності та щільності засипки ґрунту, від заглиблення стінки та зміщення анкерної опори, а також від дії рівномірно розподіленого навантаження.

У таблиці наведені середні значення інтенсивності бокового тиску ґрунту та величини анкерного зусилля, які мають місце у процесі засипки ґрунту за гнучкою стінкою.

Величина бокового тиску ґрунту на стінку, кН/м											Анкерне зусилля R_a , кН
Номери датчиків тиску											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
-	-	-	-	-	-	0	0,15	0,03	0,04	0,024	0,008
-	-	-	-	-	0,05	0,15	0,25	0,15	0,05	0,035	0,02
-	-	-	-	0,1	0,30	0,30	0,45	0,1	0,06	0,06	0,034
-	-	0	0,2	0,3	0,35	0,35	0,55	0,4	0,1	0,08	0,05
-	0,15	0,4	0,45	0,4	0,45	0,5	0,6	0,6	0,15	0,1	0,08
0,25	0,6	0,75	0,85	0,75	0,6	0,65	0,95	0,90	0,2	0,15	0,14
1,4	1,6	1,7	1,6	1,35	1,19	1,0	1,25	1,15	0,15	0,1	0,42

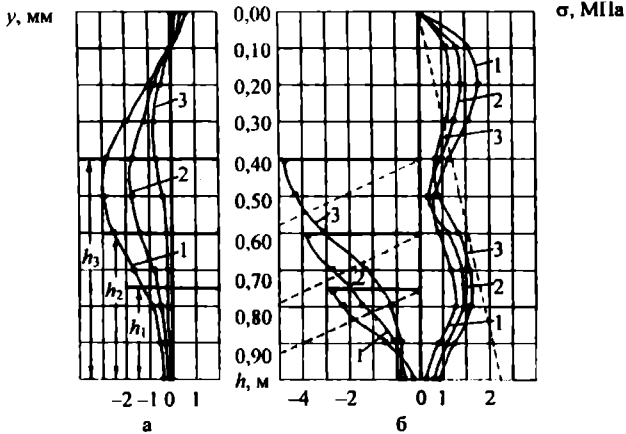


Рис. 1. Вплив заглиблення стінки на прогини стінки (а) та інтенсивність бокового тиску ґрунту (б): 1 – при заглибленні $h_1 = 25$ см; 2 – при $h_2 = 40$ см; 3 – при $h_3 = 60$ см

Як видно з рис. 1, епюра тиску ґрунту на гнучку підпірну стінку має сідловидний характер, який суттєво відрізняється від прямолінійного по теорії Кулона (пунктирна лінія). При цьому максимальний тиск виникає у зоні кріплення анкера (в 3,5 рази більший, ніж кулонівський), а мінімальний – в прольоті (в 2,5 рази менший, ніж по Кулону). Величина та характер розподілу бокового тиску значною мірою залежить від заглиблення стінки.

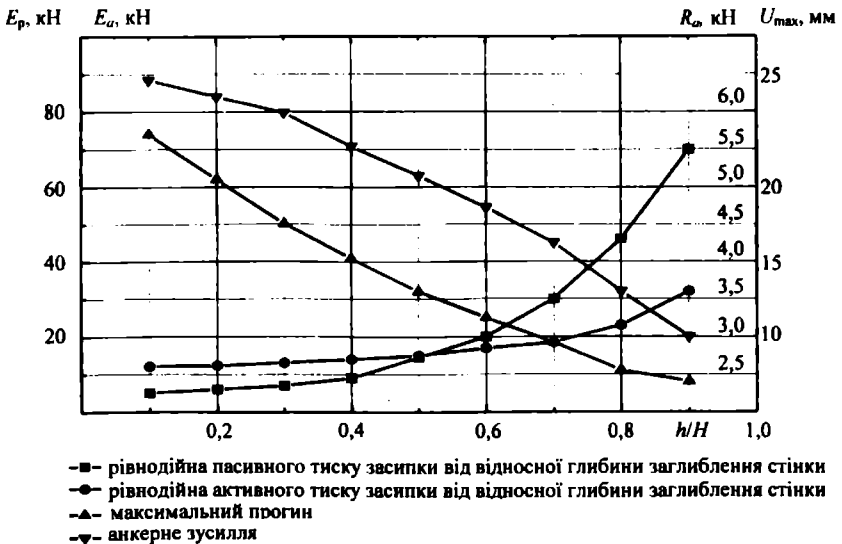


Рис. 2. Вплив заглиблення гнучкої стінки на зміни рівнодійних активного та пасивного тиску, анкерного зусилля і прогинів стінки

Аналіз цих графіків показує, що зі збільшенням заглиблення стінки анкерне зусилля й прогин стінки різко зменшуються за законом, близьким до лінійного, а рівнодійні активного та пасивного тиску збільшуються, причому пасивний тиск збільшується за параболічним законом.

Вплив заглиблення гнучкої стінки на зміну рівнодійних активного та пасивного тиску ґрунту, анкерного зусилля та максимального прогину стінки характеризуються графіками, побудованими для навантаження $q = 3 \text{ кН/м}^2$ (рис. 2).

Одержані результати експериментів добре узгоджуються з теоретичним розв'язком автора [1].

Модель гнучкої стінки, розроблена і всебічно випробувана автором у процесі експериментальних досліджень, дозволяє вивчати широке коло задач взаємодії стінки з ґрунтом основи і засипки при різних навантаженнях, умовах і факторах їх сумісної роботи.

1. *Бугаєва С. В.* Расчет гибкой подпорной стенки, взаимодействующей с грунтом, с учетом упругопластических свойств их материалов. – Вісник ОДМУ. – № 1, 1998 – С. 14–17.

УДК 691.01 (075.8): 622.02 (075.8)

АКТИВИЗАЦИЯ ИНЕРТНЫХ МИНЕРАЛОВ ОТВАЛЬНОЙ ПОРОДЫ ХИМИЧЕСКИМИ РЕАГЕНТАМИ

Р. А. Самедов, асп. (ИГМ НАН Украины)

Розглянуто метод використання відвальної породи вуглевидобутку для отримання безвипалювальної в'язучої речовини. Запропоновані хімічні реагенти та домішки, що активізують інертні мінерали у відвальних породах.

Для изучения возможности активизации инертных минералов, содержащихся в отвальной породе угледобычи, были проведены комплексные исследования. В процессе экспериментальных исследований были использованы клинкерные минералы порландцемента и природного двуводного гипса. В качестве активизаторов инертных минералов использовались следующие химические реагенты: фосфоросодержащие материалы, хлористый кальций, сульфат магния, кремнефтористый натрий, обожженная известь.

Химический состав клинкерных минералов представлен следующими окислами, % по массе: