

ПРОГНОЗУВАННЯ СТІЙКОСТІ КОМБІНОВАНОГО ПРИРОДО-ТЕХНОГЕННОГО СЕРЕДОВИЩА

Велику частину території України займають комбіновані природо-техногенні середовища, до яких можна віднести відвали розкривних порід при розробці корисних копалин, полігони відходів, звалища тощо. У зв'язку з цим гостро постає питання щодо можливого використання комбінованих природо-техногенних середовищ в народному господарстві при будівництві наземних споруд, парків, рекреаційних зон.

Проведено чисельне моделювання напружено-деформованого стану комбінованого природо-техногенного середовища та ґрунтової основи для прогнозування його стійкості для подальшого використання.

Для врахування рідкої фази техногенної складової та підстилаючого ґрунту використовується закон Дарсі у вигляді рівняння балансу сил, який характеризує здатність пористого середовища до пропускання флюїду.

Для моделювання відвалу або тіла полігону використовується модель слабого ґрунту Soft Soil Creep. На даний час ця модель найбільш повно описує такі властивості слабого ґрунту, як залежну від напружень жорсткість, а також вторинну компресію з урахуванням повзучості, крім того вона враховує як фізичну, так і геометричну нелінійність процесу деформування ґрунту.

Приймається, що стисливість скелету і порової рідини мала, що призводить до лінійної залежності пористості ґрунту від тиску.

Покриваючий і підстилаючий шари ґрунту описувалися моделлю Кулона–Мора, в якій повна умова плинності складається з шести поверхонь плинності і з шести пластичних потенційних функцій.

Повна система рівнянь включає також рівняння нестисливості та нерозривності, які доповнюються відповідними початковими та граничними умовами.

Для чисельного розв'язку задачі використовувався метод скінченних елементів. Досліджувалися вплив підстилаючого ґрунту, а саме глини і піску, кут нахилу схилу, а також геометричні розміри техногенного середовища на його осадку.

Для дослідження впливу пересипання шарів відходів полігону глиною або піском на його осадку проводилося моделювання напружено-деформованого стану при висоті шарів відходів розміром 3 м. Встановлено, що на полігоні з пересипанням спостерігаються значно менші деформації в порівнянні з полігоном без пересипання: на 32% менше на полігоні з глинистою основою, на 30% - з піщаною. Так, якщо підстилаючий шар - глина (рис. 1), то досягаються вертикальні деформації 1,55 м, якщо в основі пісок (рис. 2) - 1,82 м. У процентному співвідношенні осадка до висоти полігону становить 14,2% і 15,26% відповідно, що узгоджується з даними інших дослідників.

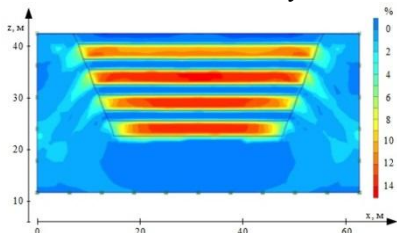


Рис. 1. Вертикальні зміщення полігону з пересипанням і з глинистим підстилаючим шаром (у відсотках)

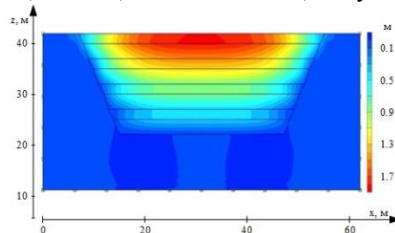


Рис. 2. Вертикальні деформації полігону з пересипанням і з піщаним підстилаючим шаром

З аналізу результатів розрахунків встановлено, що при однакових параметрах полігону підстилаючий ґрунтовий шар здійснює значний вплив на величину осадки: чим більш щільний і менш пористий ґрунт, тим менша осадка. Зокрема, якщо ґрунтова основа представлена глиною, то досягається осадка через 30 років після закриття полігону на 29% менше, ніж з піском, і на 17% менше, ніж з суглинком.

Встановлено, що полігон в формі прямокутної трапеції менш стійкий, ніж в формі рівносторонньої трапеції. Отримано, що кут нахилу схилу полігону значно впливає на його стійкість: зі зменшенням кута відбувається значне зменшення осадки. Так, при зменшенні кута з 75° до 30° осадка зменшується на 5,51–25,6% в залежності від типу ґрунтів основи.

Таким чином, розроблено просторову математичну модель процесу консолідації антропогенного середовища, в якій вперше запропоновано враховувати підстилаючий ґрунт, так як він є одним з основних чинників при формуванні осідання. Розроблено ефективну методику розрахунку напружено-деформованого стану комбінованого природо-техногенного середовища, яка дозволяє прогнозувати його стійкість для повторного використання.