

УДК 628.4 504.062

Ремез Н.С., проф., д.т.н., Осіпова Т.А., аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

ПРОГОНЗУВАННЯ СТІЙКОСТІ ЗАКРИТИХ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ З МЕТОЮ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ В БУДІВНИЦТВІ

Проблеми стану довкілля в Україні та світі набувають все більшої актуальності, зважаючи на підвищення рівня антропогенного впливу на об'єкти природи. Серйозною проблемою світового масштабу виступає збільшення обсягів накопичення відходів. Україна займає одне з перших місць в світі за кількістю сміття на одиницю населення. 95 % відходів вивозять на звалища та полігони твердих побутових відходів (ТПВ). Тому постає проблема використання закритих полігонів в якості основи споруд і конструкцій.

Моделювання осідання полігону з врахуванням навантаження дозволить прогнозувати придатність конкретного закритого звалища до використання в якості промислової чи комерційної будівлі, парку, спортивної площадки, ділянки дороги, транспортної магістралі, швидкісної траси тощо.

Покриваючий і підстилаючий шари ґрунту описувалися моделлю Кулона–Мора. При цьому тіло полігону моделювалося слабким ґрунтом з урахуванням повзучості, використовувалася модель Soft Soil Creep (SSC) [1]. На даний час ця модель найбільш повно описує такі властивості слабого ґрунту, як залежну від напружень жорсткість, а також вторинну компресію з урахуванням повзучості. Для чисельного розв'язку задачі використовувався метод скінченних елементів. Розрахункова область розбивалася на 265 трикутних елементів. Розрахунок проводився для величин навантажень 5-200 кПа.

Деформована розрахункова область полігону з піщаною основою при вертикальному статичному розподіленому навантаженні, рівному 5 кПа, та вертикальні деформації представлені на рис. 1, максимальна вертикальна деформація склала 5,06 м. З розрахунків випливає, що осадка полігону з глинистою основою становить 4,11 м, що на 23 % менше, ніж з піщаною.

Якщо величина вертикального привантаження збільшується до 50 кПа то можна спостерігати, що досягаються деформації, рівні 5,19 м для піщаної основи. Встановлено, що при такій же величині привантаження (50 кПа) вертикальні деформації полігону з глинистим шаром основи менші і складають 4,23 м (рис. 2), при суглинку – 4,95 м, що нижче на 23% і 5% відповідно. Зі збільшенням статичного привантаження до 100 кПа, зростає і осадка: до 5,32 м для піщаної основи, 5,17 м – для суглинистої і до 4,42 м – для глинистої.

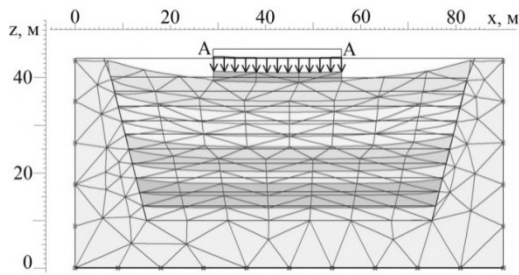


Рис. 1. Деформована розрахункова область полігону з вертикальним розподілим статичним навантаженням 5 кПа (піщана основа).

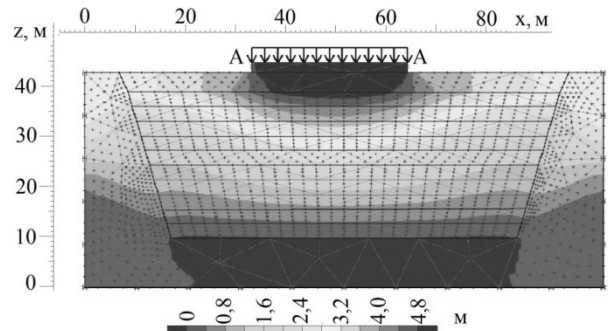


Рис. 2. Вертикальні деформації полігону з вертикальним розподілим статичним навантаженням 50 кПа (глина в основі).

При збільшенні навантаження з 5 до 180 кПа, осідання зростає на 3-17% для піску, 3-19% для суглинку та на 3-25% для глини. Встановлено, що при подальшому підвищенні рівня навантаження відбувається руйнування тіла полігону.

При динамічних навантаженнях спостерігається аналогічна залежність осідань полігону від підстиляючих ґрунтів, але величина осідань менше на 0,5-4% в залежності від типу ґрунту. У результаті чисельного розрахунку встановлено, що якщо величина вертикального динамічного навантаження 50 кПа, то можна спостерігати, що досягаються деформації, рівні 4,88 м, для суглинку, 4,19 м для глини (рис.3) і 5,06 для піску (рис.4).

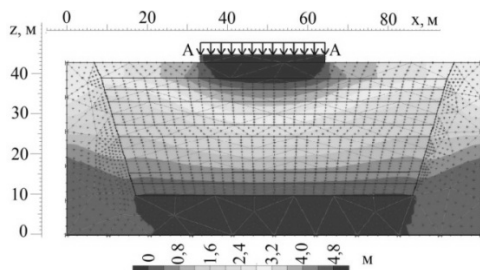


Рис. 3. Вертикальні деформації полігону з вертикальним розподілим динамічним навантаженням 50 кПа (глина в основі).

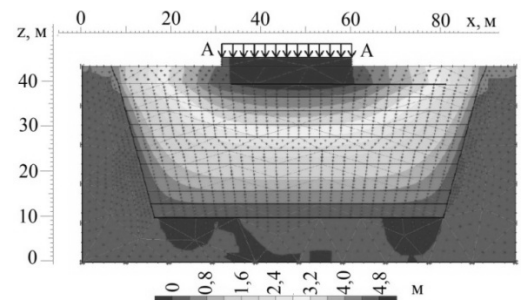


Рис. 4. Вертикальні деформації полігону з вертикальним розподілим динамічним навантаженням 50 кПа (пісок в основі).

Зі збільшенням динамічного привантаження до 100 кПа осадка полігону з піщаною основою зростає на 4,2% (5,27 м), з глинистою – на 4,8% (4,39 м), суглинистою – на 4,7 % (5,11 м).

На рис.5 представлена залежність осадки полігону ТПВ від величини статичного та динамічного вертикального навантаження для трьох типів ґрунтової основи.

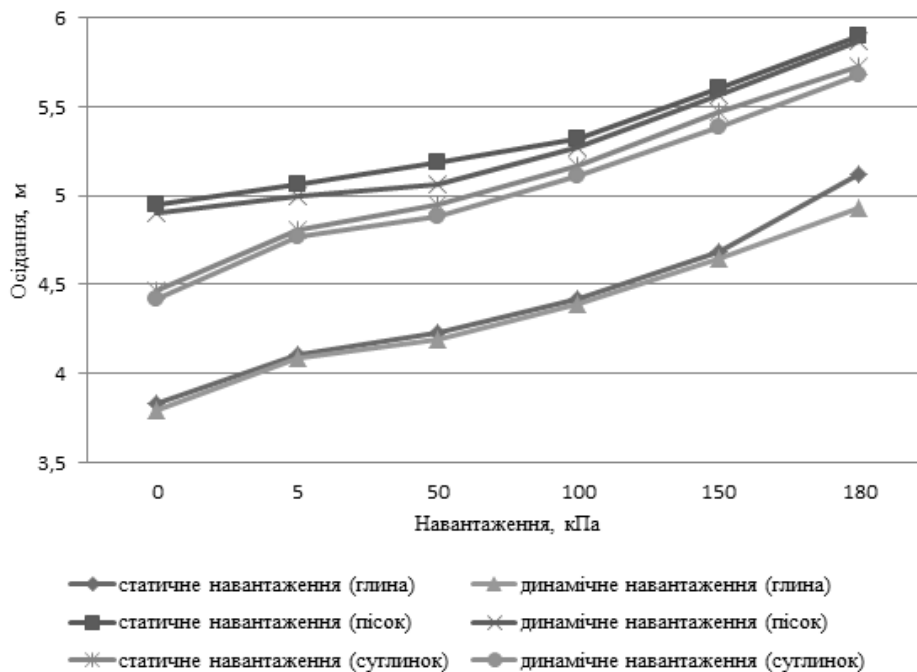


Рис. 5. Залежність осідання полігону з глинистим, суглинистим та піщаним ґрунтом основи від вертикального розподіленого статичного та динамічного навантажень.

Було побудовано аналітичні залежності осідань (H) від навантаження (p):
 – при статичному навантаженні

для глини

$$H = 0,0243p^2 + 0,0686p + 3,79;$$

для суглинку

$$H = 0,0043p^2 + 0,2129p + 4,29;$$

для піску

$$H = 0,0277p^2 - 0,008p + 4,945;$$

– при динамічному навантаженні

для піску

$$H = 0,0035p^2 - 0,0516p + 4,928;$$

для глини

$$H = 0,0096p^2 + 0,1491p + 3,672;$$

для суглинку

$$H = 0,0068p^2 + 0,1922p + 4,266.$$

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Проведено математичного моделювання впливу статичного і динамічного навантаження на величину осадки полігону ТПВ. Встановлено, що найбільших вертикальних деформацій зазнає полігон з піщаною ґрунтовою основою.

2. При динамічному навантаженні при збільшенні навантаження з 5 до 180 кПа, осідання зростає на з 4,95 м до 5,9 м для піску та з 3,83 м до 5,1 м для глини. При статичних навантаженнях підстилаючі ґрунти аналогічно впливають на осідання полігону ТПВ, але величина осідань більше на 0,5-4% в залежності від підстилаючого ґрунту.

3. Встановлено, що при навантаженні 180 кПа і більше відбувається руйнування полігону, тому при подальшому будівництві необхідно враховувати обмеження по навантаженню.

4. Отримані аналітичні залежності осідання полігону ТПВ з різними підстилаючими ґрунтами від величини статичного і динамічного навантаження. Це дає можливість здійснювати прогнозування осідання полігонів з метою оцінки їх стійкості при динамічних навантаженнях різної природи: дороги, транспортні магістралі тощо.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Vermeer P.A., Neher H.P. (1999): A Soft Soil Model that Accounts for Creep. Proc. Int. Symp. "Beyond 2000 in Computational Geotechnics", Amsterdam, pp. 249-261, Balkema, Rotterdam.

2. Ремез Н.С., Осіпова Т.А. Прогнозирование использования полигонов ТБО в качестве основания сооружения // ISJ Theoretical & Applied Science 7 (27) 2015, pp. 34 – 39.