

## РОЗРАХУНОК ГЕОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАХИСНОЇ СПОРУДИ НА ДІЛЯНЦІ ЗСУВНОГО ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ

*НТУ «Дніпровська політехніка»*

**Профатілов Дмитро Андрійович**

**Науковий керівник: к.т.н., доцент Тимошук Василь Іполітович**

**Вступ.** У процесі діяльності гірничих підприємств виникають відходи, тобто пусті породи, які не мають практичної цінності для підприємства. Їх складують до відвалів, які з часом можуть стати причинами небезпечних процесів в залежності від геологічних і гідрогеологічних умов території, в межах якої вони розташовані. Одними з таких процесів можуть бути зсувні процеси. Тому перед спеціалістами ставляться задачі оцінки геомеханічної стійкості техногенних породних масивів та обґрунтування інженерних заходів, спрямованих на забезпечення їх безпечної експлуатації.

**Мета роботи** полягає в обґрунтуванні геотехнічних параметрів захисної споруди, призначеної для підвищення стійкості зсувного породного відвалу.

**Об'єктом досліджень** є морфологічні особливості та геомеханічні процеси в техногенному породному відвалі, які відіграють визначальну роль при обґрунтуванні геотехнічних параметрів захисних споруд

**Матеріали і результати досліджень.** Техногенний породний масив розташований в межах гірничого підприємства ЦЗФ "Октябрьська" в районі населеного пункту Білицьке Покровського промислового району.

Досліджуваний породний масив знаходиться в районі населеного пункту Білицьке і відноситься до ЦЗФ "Октябрьська". Його особливістю є те, що він розташований на ділянці ставка-відстійника. Це в свою чергу призвело до того, що шлами витіснилися на поверхню і почали обводнюватися. В результаті цього відбувся фронтальний зсув. Для захисту території від подальшого розвитку зсувних процесів, що можуть відбутися, виконана прогнозна оцінка розподілу породного матеріалу за розрахунковими перерізами північного та північно-західного укосів відвалу, а також розрахунок стійкості захисної споруди на зсув, з метою визначення висоти та габаритів захисної споруди.

При виконанні розрахунків було враховано: будову та структурні особливості породного відвалу, розташованого на відпрацьованому ставку-відстійнику; морфологічні особливості зсувних ділянок північного та північно-західного укосів; фізико-механічні властивості відходів гравітаційного збагачення і флотохвостів та закономірності їх зміни при відвалоутворенні; дані про стан відходів вуглезбагачення, отримані за результатами геофізичних досліджень та перевірконого буріння; результати моделювання напружено-деформованого стану зсувних укосів породного відвалу.

За результатами виконаної оцінки було отримано значення кутів для рівномісних укосів, що дало змогу встановити висоту захисної споруди. Так для центральної, західної та східної ділянок вони мають значення 8°, 9° і 13°, відповідно висота захисної споруди, розташованої на зовнішньому контурі

зсувного схилу, становить 4,8, 3,7 та 3,0 м. Для північно-західної ділянки породного відвалу кут рівномірного укосу становить  $16^\circ$ , а мінімальна висота захисної споруди 4,0 м.

Визначення габаритів захисної споруди виконано відповідно до типізації зсувних схилів за характером профілю та його крутості у створі можливого переміщення кам'яного матеріалу [Рекомендації до СН-449-72, 1974].

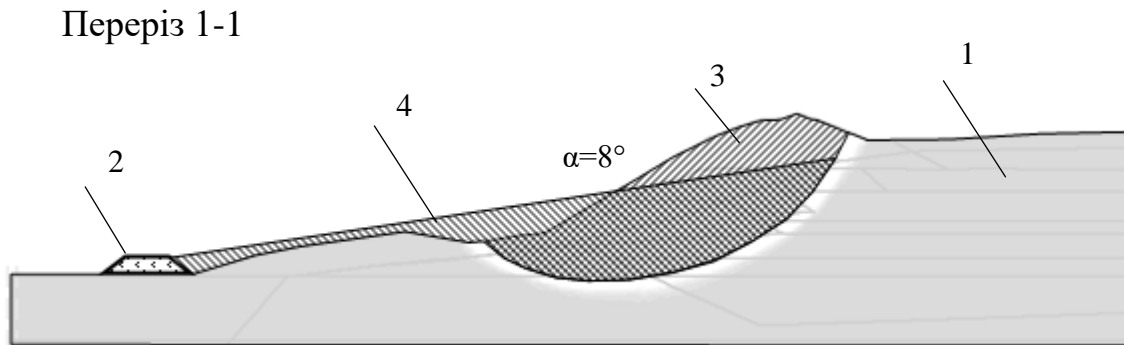


Рис. 1 Розрахункова схема до визначення висоти захисної споруди при розподілі породного матеріалу по поверхні зсувного укосу з кутом  $\alpha = 8^\circ$ : 1 – породний відвал; 2 – захисна споруда; 3 – обсяг призми зрушення; 4 – еквівалентний обсяг у межах рівномірного укосу

Використовуючи цю типізацію було визначено, що зсувні схили північного та західного укосів породного відвалу з крутістю пологих ділянок до  $20^\circ$  та крутих ділянок до  $60^\circ$  та їх довжиною понад 10 м відносяться до 3 типу.

Розрахункова швидкість руху каміння у підшви верхньої крутої ділянки схилу для цього типу визначається за формулою:

$$v_k = \sqrt{2gH(1 - Kctg\alpha)} = E\sqrt{H}. \quad (1)$$

Визначення розрахункових відхилень траєкторії руху каменів виконано за такими формулами:

$$l_{\max} = \frac{v_k^2 (tg\alpha - ctg\beta)^2}{2g \cdot tg\alpha (1 + ctg^2\beta)}, \quad (2)$$

$$a_{\max} = l_{\max} \cdot tg\alpha. \quad (3)$$

Для існуючого положення поверхонь зсувного схилу в умовах необовдененого породного масиву розрахункові відхилення траєкторій руху каменів характеризуються величинами, які для перерізів 1-1, 2-2, 3-3 і 4-4, знаходяться в діапазоні 3,76...6,73 м по горизонталі і 0,96...4,30 м – по вертикалі.

В такому разі з урахуванням технічного запасу 0,5 м висота захисної споруди при існуючому положенні зсувної поверхні північного та західного укосів породного відвалу повинна становити не менше: для центральної частини північного укосу – 1,49 м; для західної частини північного укосу – 1,62 м; для східної частини північного укосу – 2,29 м; для північно-західного укосу – 4,80 м.

Важливим при будівництві захисної споруди є оцінка її стійкості на зсув, яка згідно з рекомендаціями ДБН В.1.1-3-97 виконана з використанням аналітичного методу і урахуванням тиску ґрунтів на підпірні споруди.

Визначення активного тиску ґрунту на підпірну споруду:

- з вертикальною задньою гранню:

$$E_a = \frac{\gamma H^2}{2} \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right); \quad (4)$$

- з позитивним кутом нахилу задньої грані:

$$E_a = \frac{\gamma H^2}{2} \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi - \beta}{2} \right) - \operatorname{tg} \beta \right]^2 \cos \beta. \quad (5)$$

Таблиця 1

Розрахункові фізико-механічні характеристики породного матеріалу, що представлений відходами гравітаційного збагачення та флотохвостами

Питома вага, $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	Кут внутрішнього тертя, $\varphi$ , град	Кут закладення укосів захисної споруди, $\beta$ , град	Висота захисної споруди, $H$ , м	Середня висота наведеного шару ґрунту, $h$ , м	Активний тиск, $E_a$ , кН/м
14,7	10,0	-	5,4	0,4	173,29
14,7	10,0	55,0	5,4	0,4	384,2
14,7	10,0	35,0	5,4	0,4	220,36

Якщо враховувати нормоване значення коефіцієнта запасу стійкості  $k_s = 1,30$ , то величина тиску зсуву в контурах рівномірного укосу з нахилом поверхні  $\alpha = 10^\circ$  становить 286,47 кН/м.

Ще одним показником є оцінка стійкості захисної споруди на зсув. Для цього визначений опір зсуву захисного валу, який залежить від величини граничного дотичного напруження, що діє в основі, і ширини основи  $a$ :

$$E_r = \tau \cdot a = (\sigma \operatorname{tg} \varphi + C) \cdot a, \quad (6)$$

Нормальне напруження для захисної споруди з боковими гранями визначено за формулою:

$$\sigma = \gamma H \left( b + \frac{a-b}{2} \right) / a. \quad (7)$$

Розрахункові значення для визначення опору зсуву

Висота захисної споруди, $H$ , м	Ширина на основі, $\alpha$ , м	Ширина по поверху, $\beta$ , м	Закладення укосів	Питома вага, $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	Питоме зчеплення, $C$ , кПа	Кут внутрішнього тертя, $\varphi$ , град.	Нормальне напруження, $\sigma$ , кН/м <sup>2</sup>	Опір зсуву, $E_r$ , кН/м
5,4	26,0	10,0	1:1,5	19,0	23,0	21,0	71,03	1306,9 1

**Висновок.** Використовуючи дані кутів для рівномічних укосів, встановлено висоту захисної споруди: 4,80 м для центральної ділянки, 3,70 м для західної ділянки, 3,00 м для східної ділянки та 4,0 м для північно-західної ділянки породного відвалу.

Згідно з рекомендації до СН-449-72, 1974 зсувні схили північного та західного укосів породного відвалу відносяться до 3 типу. Враховуючи швидкості руху каменів на зсувних укосах та відхилень їхньої траєкторії при існуючій конфігурації схилів встановлено, що висота захисної споруди для північного та західного укосів породного відвалу повинна становити не менше: 1,49 м для центральної частини північного укосу, 1,62 м для західної частини північного укосу, 2,29 м для східної частини північного укосу та 4,80 м для північно-західного укосу.

Стійкість захисної споруди на ділянках зсувних укосів породного відвалу забезпечується із запасом, що перевищує більш ніж у 4,5 рази величину активного зсувного тиску, розраховану із запасом  $k_s = 1,30$ . Для забезпечення розрахункового показника стійкості захисної споруди, до якої належить захисний вал, на його внутрішньому контурі необхідно передбачити дренажне водовідведення, щоб запобігти додатковому обводненню зсувного породного масиву.

### Перелік посилань

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
2. ДБН В.1.1-25-2009. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 34 с.
3. ДБН В.2.4-3:2010. Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки. Гідротехнічні споруди. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 41 с.