

Корисна модель відноситься до гірничої справи, зокрема до контролю стійкості відвалів при відкритій розробці родовищ корисних копалин.

Найбільш близьким технічним рішенням вибраним у якості прототипу є спосіб оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід, реалізований у пристрої „П'єзоелектричний геофон", що включає закладку металевих хвилеводів у горизонтальних і вертикальних площинах усередині дільниці відвального масиву з виведенням їх кінців на поверхню для підключення до геофону, прийом хвилеводами сигналів акустичної емісії, виникаючих на цій дільниці, реєстрацію частоти появлення імпульсів акустичної емісії геофонами в контрольованій товщі масиву за заданий проміжок часу і визначення стану стійкості дослідної дільниці відвального масиву. Закладку металевих хвилеводів роблять у сформованій дослідній дільниці відвального масиву скельних і змішаних порід, що потребує додаткових витрат і часу на гірничі роботи по проходці шурфів або бурінню свердловин спеціального призначення. Оцінку стану стійкості відвалу роблять по закінченню його відсипки. Про стан стійкості дослідної дільниці відвального масиву роблять висновок по реєстрованій частоті появлення імпульсів акустичної емісії в контрольованій товщі масиву за проміжок часу, наприклад, п'ять хвилин. [Україна, Патент №13971,5 МПК G01V1/18, 1/20, 1997, Бюл. №2].

Недоліками відомого способу є низька точність оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід із-за закладки металевих хвилеводів незалежно від напруженого стану частин дослідної дільниці відвального масиву і після його формування і, крім того, про стійкість дослідної дільниці роблять висновок тільки по реєстрованій частоті появлення імпульсів акустичної емісії, що приводить до запізненого або випередженого одержання сигналів акустичної емісії, визначаючих можливість зсувного стану якої-небудь частини дослідної дільниці відвального масиву.

Оцінку стійкості відвалу роблять по закінченню відсипки відвалу і без визначення найбільш напружених дільниць усередині відвалу, відповідальних за стан його стійкості. У зв'язку з цим робити висновок про стійкість відвалу по кожному рівню „фокової” частоти появлення імпульсів акустичної емісії, буде недостатньо надійним для прийняття рішення про протизсувні роботи, їх об'ємах і строках виконання.

Крім того, не ураховується критерій руйнування відвального масиву, тому попередження про розвиток зсуву може бути передчасним, що приведе до зупинки гірничих робіт на невизначений час, або частіше всього запізнілим, коли зроблений висновок про проведення протизсувних робіт буде нездійсненим із-за нестачі часу на його реалізацію.

Також не здійснюється роздільна оцінка напруженого стану частин призми можливого зсування в призмах упору і активного тиску, що негативно впливає на оцінку стану стійкості відвалу.

Обмежена можливість застосування протизсувних робіт в процесі відсипки відвалів, забезпечуючих безпечне ведення гірничих робіт на відвалі.

Не забезпечена можливість натурного визначення величин максимальної частоти появлення імпульсів акустичної емісії для умов порушення стійкості відвалу.

Причиною, що перешкоджає одержанню технічного результату корисної моделі, що заявляється, прототипом є:

- закладка металевих хвилеводів у сформовану дослідну дільницю відвального масиву дозволить здійснити прийом сигналів і реєстрацію частоти появлення імпульсів акустичної емісії при її зростанні, однак ця умова не дозволить визначити рівень небезпечного становища для стану стійкості відвалу і подальші технологічні операції по забезпеченню безпечного ведення гірничих робіт і відповідно безпечного відвалоутворення, і захисту від зсуву відвалу, що приведе до достатньо низької точності оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і проектного граничного кута нахилу борта відвалу.

Завданням корисної моделі є розробка способу оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід, в якому шляхом визначення напруженого стану призми можливого зсування в призмі упору і призмі активного тиску по частоті появлення імпульсів акустичної емісії на дослідній дільниці відвального масиву з несприятливими інженерно-геологічними умовами і проектним граничним кутом нахилу борта відвалу за рахунок можливості роздільного прийому металевими хвилеводами в призмі упору і призмі активного тиску призми можливого зсування критичних і поточних величин частоти появлення імпульсів акустичної емісії з визначенням величин відносної інтенсивності, досягають підвищення точності оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і забезпечення безпечного відвалоутворення і за рахунок цього підвищується захист навколишнього середовища, зменшуються витрати на проведення протизсувних робіт і втрати об'єму складування розкритих порід у відвали.

Суттєвими ознаками корисної моделі, що заявляється, є:

- закладка металевих хвилеводів у горизонтальних і вертикальних площинах усередині дільниці відвального масиву з виведенням їх кінців на поверхню для підключення до геофону;

- прийом хвилеводами сигналів акустичної емісії, виникаючих на дільниці відвального масиву;

- реєстрація частоти появлення імпульсів акустичної емісії геофонами в контрольованій товщі масиву за заданий проміжок часу;

- визначення стану стійкості дослідної дільниці відвального масиву;

- закладку металевих хвилеводів роблять до формування дослідної дільниці відвального масиву з несприятливими інженерно-геологічними умовами в межах контуру призми можливого зсування відвалу;

- спочатку закладку металевих хвилеводів роблять у призмі упору призми можливого зсування відвалу в горизонтальній площині з координатами  $x$ ,  $y$  в смузі уздовж проектної межі відвалу в її напрямку шириною  $a$  рівною проектній висоті  $H_{пр}$  відвалу з довжиною хвилеводу  $\ell$  рівною ширині  $a$  смуги першого ярусу на земній поверхні;

- потім закладку металевих хвилеводів роблять у призмі активного тиску призми можливого зсування відвалу у вертикальній площині з координатами  $x$ ,  $z$  на поверхнях відкосів наступних відсипаємих ярусів до відсипки їх запобіжних берм із проектною шириною  $b$  ярусу і довжиною хвилеводу  $\ell$ , визначеною з виразу:

$$\ell = \frac{h_i}{\sin \alpha_{i\beta}}$$

де  $\ell$  - довжина хвилеводу, м;

$h_i$  - висота  $i$ -го ярусу відвалу, м;

$\alpha_{i\alpha}$  - кут укосу  $i$ -го ярусу, град.;

- після закладки металевих хвильоводів у горизонтальній площині з координатами  $x, y$  в смугі першого ярусу в процесі його відсіпки до проектною межі із засипанням металевих хвильоводів і з формуванням запобіжної берми наступного ярусу роблять одночасно прийом сигналів акустичної емісії, реєстрацію частоти появи імпульсів і визначення критичної величини частоти  $N_{ky}$  появи імпульсів у призмі упору з контуром  $m, e, k, n$  у випадку її можливого руйнування;

- після закладки металевих хвильоводів у вертикальній площині з координатами  $x, z$  на поверхні укоси другого ярусу в процесі його відсіпки до проектного його контуру із проектним граничним кутом нахилу борта  $\alpha_{пр}$  відвалу із залишенням запобіжної берми і з засипанням хвильоводів при формуванні наступних ярусів одночасно роблять прийом сигналів акустичної емісії, реєстрацію частоти появи імпульсів акустичної емісії з визначенням критичної величини частоти  $N_{ka}$  появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску з контуром  $c, d, m, n$  у випадку її можливого руйнування;

- після закладки металевих хвильоводів у вертикальній площині з координатами  $x, z$  на поверхні укоси кожного наступного ярусу ідентично другому ярусу послідовність і виконання технологічних дій роблять аналогічно другому ярусу;

- після відсіпки другого ярусу і завершення процесу ущільнення відвальної маси під власною вагою, роблять прийом сигналів акустичної емісії і реєстрацію частоти появи імпульсів акустичної емісії з визначенням поточної величини частоти  $N_{py}$  появи імпульсів акустичної емісії спочатку в призмі упору, і потім аналогічно з визначенням поточної величини частоти  $N_{pa}$  в призмі активного тиску для наступного порівняння показників їх поточних величин з їх критичними для оцінки стану стійкості відвалу в сформованій першим і другим ярусами частини дослідної ділянки відвального масиву, причому про стан стійкості цієї частини дослідної ділянки відвального масиву роблять висновок по величинам відносної інтенсивності  $\lambda_y$  та  $\lambda_a$  частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору і призмі активного тиску, що визначають із виразів:

$$\lambda_y = \frac{N_{py}}{N_{ky}}$$

$$\lambda_a = \frac{N_{pa}}{N_{ka}}$$

де  $\lambda_y$  - величина відносної інтенсивності частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору, безрозмірна;

$N_{py}$  - величина поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору, імп./хв.;

$N_{ky}$  - критична величина частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору, імп./хв.;

$\lambda_a$  - величина відносної інтенсивності частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, безрозмірна;

$N_{pa}$  - величина поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, імп./хв.;

$N_{ka}$  - критична величина частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, імп./хв.;

- у випадку затухання поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії при зниженні величини відносної інтенсивності  $\lambda_y$  та  $\lambda_a$  частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору і призмі активного тиску від 0,5 і нижче, роблять висновок про стійкий стан сформованої частини дослідної ділянки відвального масиву і роблять відсіпку наступного ярусу;

- у випадку зростання поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії при підвищенні величини відносної інтенсивності  $\lambda_y$  та  $\lambda_a$  частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмах упору і активного тиску в інтервалі від 0,5 до 1,0 роблять висновки про нестійкий стан сформованої частини дослідної ділянки відвального масиву і роблять протизсувні гірничі роботи одним із відомих способів відповідно інженерно-геологічних умов;

- після відсіпки кожного з наступних ярусів оцінку стану стійкості сформованої частини дослідної ділянки відвального масиву роблять аналогічно попередньому ярусу і при позитивному результаті оцінки стану стійкості способом, що заявляється, роблять подальше формування наступних частин дослідної ділянки відвального масиву до повного його формування;

- у випадку негативного результату оцінки стану стійкості способом, що заявляється, якої-небудь частини дослідної ділянки відвального масиву роблять відповідні протизсувні гірничі роботи, що забезпечать зниження проектного граничного кута борта  $\alpha_{пр}$  відвалу, наприклад, шляхом привантаження першого ярусу скельним розкритом на його висоту і збільшення проектною ширини запобіжної берми кожного ярусу, починаючи із другого з наступною оцінкою стану стійкості дослідної ділянки відвального масиву з несприятливими інженерно-геологічними умовами.

Новими суттєвими ознаками корисної моделі, що заявляється, є:

- закладку металевих хвильоводів роблять до формування дослідної ділянки відвального масиву з несприятливими інженерно-геологічними умовами в межах контуру призми можливого зсування відвалу;

- спочатку закладку металевих хвильоводів роблять у призмі упору призми можливого зсування відвалу в горизонтальній площині з координатами  $x, y$  в смугі уздовж проектною межі відвалу в її напрямку шириною  $a$  рівною проектній висоті  $H_{пр}$  відвалу з довжиною хвильоводу  $\ell$  рівною ширині  $a$  смуги першого ярусу на земній поверхні;

- потім закладку металевих хвильоводів роблять у призмі активного тиску призми можливого зсування відвалу у вертикальній площині з координатами  $x, z$  на поверхнях відкосів наступних відсіпаємих ярусів до відсіпки їх запобіжних берм із проектною шириною  $b$  ярусу і довжиною хвильоводу  $\ell$ , визначеною з виразу:

$$\ell = \frac{h_i}{\sin \alpha_{i\alpha}}$$

де  $\ell$  - довжина хвилеводу, м;  
 $h_i$  - висота  $i$ -го ярусу відвалу, м;  
 $\alpha_{i\alpha}$  - кут укосу  $i$ -го ярусу, град.;

- після закладки металевого хвилеводу в горизонтальній площині з координатами  $x, y$  в смугі першого ярусу в процесі його відсіпки до проектної межі із засипанням металевого хвилеводу і з формуванням запобіжної берми наступного ярусу роблять одночасно прийом сигналів акустичної емісії, реєстрацію частоти появи імпульсів і визначення критичної величини частоти  $N_{ky}$  появи імпульсів у призмі упору з контуром  $m, e, k, n$  у випадку її можливого руйнування;

- після закладки металевого хвилеводу у вертикальній площині з координатами  $x, z$  на поверхні укосу другого ярусу в процесі його відсіпки до проектного його контуру із проектним граничним кутом нахилу борта  $\alpha_{пр}$  відвалу із залишенням запобіжної берми і з засипанням хвилеводу при формуванні наступних ярусів одночасно роблять прийом сигналів акустичної емісії, реєстрацію частоти появи імпульсів акустичної емісії з визначенням критичної величини частоти  $N_{ка}$  появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску з контуром  $c, d, m, n$  у випадку її можливого руйнування;

- після закладки металічних хвилеводів у вертикальній площині з координатами  $x, z$  на поверхні укосу кожного наступного ярусу ідентично другому ярусу послідовність і виконання технологічних дій роблять аналогічно другому ярусу;

- після відсіпки другого ярусу і завершення процесу ущільнення відвальної маси під власною вагою, роблять прийом сигналів акустичної емісії і реєстрацію частоти появи імпульсів акустичної емісії з визначенням поточної величини частоти  $N_{пу}$  появи імпульсів акустичної емісії спочатку в призмі упору, і потім аналогічно з визначенням поточної величини частоти  $N_{па}$  - в призмі активного тиску для наступного порівняння показників їх поточних величин з їх критичними для оцінки стану стійкості відвалу в сформованій першим і другим ярусами частини дослідної ділянки відвального масиву, причому про стан стійкості цієї частини дослідної ділянки відвального масиву роблять висновок по величинам відносної інтенсивності  $\lambda_y$  та  $\lambda_a$ , частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору і призмі активного тиску, що визначають із виразів:

$$\lambda_y = \frac{N_{пу}}{N_{ky}}$$

$$\lambda_a = \frac{N_{па}}{N_{ка}}$$

де  $\lambda_y$  - величина відносної інтенсивності частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору, безрозмірна;

$N_{пу}$  - величина поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору, імп./хв;

$N_{ky}$  - критична величина частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору, імп./хв;

$\lambda_a$  - величина відносної інтенсивності частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, безрозмірна;

$N_{па}$  - величина поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, імп./хв;

$N_{ка}$  - критична величина частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, імп./хв.;

- у випадку затухання поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії при зниженні величини відносної інтенсивності  $\lambda_y$  та  $\lambda_a$  частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору і призмі активного тиску від 0,5 і нижче, роблять висновок про стійкий стан сформованої частини дослідної ділянки відвального масиву і роблять відсіпку наступного ярусу;

- у випадку зростання поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії при підвищенні величини відносної інтенсивності  $\lambda_y$  та  $\lambda_a$  частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмах упору і активного тиску в інтервалі від 0,5 до 1,0 роблять висновки про нестійкий стан сформованої частини дослідної ділянки відвального масиву і роблять протизсувні гірничі роботи одним із відомих способів відповідно інженерно-геологічних умов;

- після відсіпки кожного з наступних ярусів оцінку стану стійкості сформованої частини дослідної ділянки відвального масиву роблять аналогічно попередньому ярусу і при позитивному результаті оцінки стану стійкості способом, що заявляється, роблять подальше формування наступних частин дослідної ділянки відвального масиву до повного його формування;

- у випадку негативного результату оцінки стану стійкості способом, що заявляється, якої-небудь частини дослідної ділянки відвального масиву роблять відповідні протизсувні гірничі роботи, що забезпечать зниження проектного граничного кута борта  $\alpha_{пр}$  відвалу, наприклад, шляхом привантаження першого ярусу скельним розкритом на його висоту і збільшення проектної ширини запобіжної берми кожного ярусу, починаючи із другого з наступною оцінкою стану стійкості дослідної ділянки відвального масиву з несприятливими інженерно-геологічними умовами.

Таким чином, завдяки сукупності відомих і нових суттєвих ознак стало можливим здійснення причинно-наслідкового зв'язку між ними і одержаним технічним результатом.

Завдяки тому, що закладку металевих хвилеводів роблять до формування дослідної ділянки відвального масиву з несприятливими інженерно-геологічними умовами в межах контуру призми можливого зсування відвалу, забезпечується розміщення хвилеводів усередині відвального масиву в найбільш напруженій його ділянці, в якій у випадку порушення стану стійкості відвалу формується поверхня ковзання з переміщенням уздовж неї кусків породи з тертям між собою і об металічну поверхню хвилеводів, ініціюючих появу акустичної емісії у відвальному масиві.

Зміна кута нахилу борта відвалу від пологого робочого положення поблизу його проектної межі до проектного граничного положення обмежується на цьому етапі відвалотворення можливістю виникнення зсувів на ділянках

з низькими несучими здатностями ґрунтів основи відвалів скельних і змішаних порід і високим рівнем ґрунтових вод.

Закладка хвильоводів таким шляхом буде сприяти досягненню підвищення точності оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід, забезпеченню практичного застосування звукометричного контролю стану стійкості відвалів, безпечному відвалоутворенню і веденню гірничих робіт, повноті використання земельних площин, створенню природного ландшафту і покращенню екології навколишнього середовища, зменшенню витрат на проведення протизсувних робіт і втрат об'єму складування розкритих робіт у відвали.

Завдяки тому, що спочатку закладку металевих хвильоводів роблять у призмі упору призми можливого зсування відвалу в горизонтальній площині з координатами  $x, y$  в смугі уздовж проектної межі відвалу в її напрямку шириною  $a$  рівною проектній висоті  $H_{пр}$  відвалу з довжиною хвильоводу  $\ell$  рівною ширині  $a$  смуги першого ярусу на земній поверхні, забезпечується раннє виявлення аномальної величини частоти появи імпульсів акустичної емісії ініційованої горизонтальними переміщеннями кусків породи при зсувоутворенні і по величині, що перевищує вертикальні переміщення кусків породи в призмі упору.

Закладкою хвильоводу в горизонтальній площині з координатами  $x, y$  шляхом його геодезичної прив'язки до плану гірничих робіт забезпечується подальша закладка хвильоводів у вертикальній площині з координатами  $x, z$ , а також ідентифікація приналежності діючих у цій площині зсувних і затримуючих сил в призмі упору у випадку її можливого руйнування нахрест простирання борта відвалу.

Закладкою хвильоводу на земній поверхні в смугі, що відділяє робочий контур відвалу від проектної межі забезпечується необхідна ділянка прийому сигналів акустичної емісії і площа контакту хвильоводу з кусками породи відвального масиву в призмі упору при послідовній відсипці ярусів на висоту відвалу.

При цьому максимальна горизонтальна ширина призми упору по даним натурних спостережень і графоаналітичних розрахунків відомими методами не перевищує висоти експлуатуючих відвалів при порушенні їх стійкості.

Закладка хвильоводу таким шляхом буде сприяти досягненню підвищення точності оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і забезпеченню безпечного відвалоутворення і за рахунок цього підвищиться захист навколишнього середовища, зменшаться витрати на проведення протизсувних робіт і втрати об'єму складування розкритих порід у відвали.

Завдяки тому, що потім закладку металевих хвильоводів роблять у призмі активного тиску призми можливого зсування відвалу у вертикальній площині з координатами  $x, z$  на поверхнях укосів наступних відсипаємих ярусів до відсипки їх запобіжних берм із проектною шириною  $b$  ярусу і довжиною хвильоводу  $\ell$ , визначеною з виразу:

$$\ell = \frac{h_i}{\sin \alpha_{iЯ}}$$

де  $\ell$  - довжина хвильоводу, м;

$h_i$  - висота  $i$ -го ярусу відвалу, м;

$\alpha_{iЯ}$  - кут укосу  $i$ -го ярусу, град.,

забезпечується раннє виявлення аномальної величини частоти появи імпульсів акустичної емісії ініційованої вертикальними переміщеннями кусків породи при зсувоутворенні, що по величині перевищують горизонтальні переміщення кусків породи в призмі активного тиску.

Закладкою хвильоводів у вертикальній площині з координатами  $x, z$  шляхом їх геодезичної прив'язки до плану гірничих робіт і положення хвильоводу в горизонтальній площині забезпечується їх приналежність до однієї і тієї площини спостережень нахрест простирання за появленням сигналів акустичної емісії і діючих зсувних і затримуючих сил по поверхні ковзання в призмі активного тиску у випадку її можливого руйнування нахрест простирання борта відвалу.

Закладкою хвильоводів у вертикальній площині на поверхнях укосів відсипаємих ярусів, починаючи від другого ярусу, забезпечується розміщення хвильоводів усередині призми активного тиску відвального масиву з залишенням запобіжної берми другого ярусу до відсипки запобіжних берм з проектною шириною  $b$  вищележачих ярусів в напруженій ділянці призми активного тиску, що впливає на стан стійкості призми упору і відповідно відвалу.

Довжина хвильоводів на поверхнях укосів кожного ярусу обмежується довжиною по лінії найбільшого скату укосу (під кутом укосу) і висотою уступу  $i$ -го ярусу.

Закладкою хвильоводів на поверхнях укосів до відсипки запобіжних берм ярусів забезпечується необхідна область прийому сигналів акустичної емісії і площа контакту хвильоводів з кусками породи відвального масиву в призмі активного тиску, що впливає на підвищення точності оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і забезпечення безпечного відвалоутворення і за рахунок цього підвищиться захист навколишнього середовища, зменшаться витрати на проведення протизсувних робіт і втрати об'єму складування розкритих порід у відвали.

Завдяки тому, що після закладки металевих хвильоводів у горизонтальній площині з координатами  $x, y$  в смугі першого ярусу в процесі його відсипки до проектної межі із засипанням металевих хвильоводів і з формуванням запобіжної берми наступного ярусу роблять одночасно прийом сигналів акустичної емісії, реєстрацію частоти появи імпульсів і визначення критичної величини частоти  $N_{кy}$  появи імпульсів у призмі упору з контуром  $m, e, k, n$  у випадку її можливого руйнування, забезпечується виконання натурального експерименту по моделюванню ініціювання появи сигналів акустичної емісії в скельних і змішаних породах при терті між їх кусками і кусків об металеву поверхню хвильоводу в процесі його засипання екскаваторними західками, що дозволяє досвідним шляхом установити очікувані максимальні величини частоти появи імпульсів акустичної емісії, що виникають в призмі упору, які можливо прийняти в якості критерію руйнування, як практичне  $N_{кy}$  реальному переміщенню кусків породи в горизонтальній площині усередині відвального масиву при порушенні стану стійкості відвалу в процесі формування дослідної ділянки відвального масиву.

Забезпечення таким шляхом виконання натурального експерименту і визначення критичної величини  $N_{кy}$  появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору у випадку її можливого руйнування, буде сприяти досягненню підвищення точності оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і забезпеченню безпечного відвалоутворення і за рахунок цього

підвищиться захист навколишнього середовища, зменшаться витрати на проведення протизсувних робіт і втрати об'єму складування розкривних порід у відвали.

Завдяки тому, що після закладки металевих хвильоводів у вертикальній площині з координатами  $x, z$  на поверхні укосу другого ярусу в процесі його відсіпки до проектного його контуру із проектним граничним кутом нахилу борта  $\alpha_{пр.}$  відвалу із залишенням запобіжної берми і з засипанням хвильоводу при формуванні наступних ярусів одночасно роблять прийом сигналів акустичної емісії, реєстрацію частоти появи акустичної емісії з визначенням критичної величини частоти  $N_{ка}$  появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску з контуром  $c, d, m, n$  у випадку її можливого руйнування, а після закладки металевих хвильоводів у вертикальній площині з координатами  $x, z$  на поверхні укосу кожного наступного ярусу ідентично другому ярусу послідовність і виконання технологічних дій роблять аналогічно другому ярусу, створюються умови для виконання натурального експерименту по моделюванню ініціювання сигналів акустичної емісії в скельних і змішаних породах при терті між кусками і кусків об металеву поверхню хвильоводів в процесі їх засипання екскаваторними західками кожного ярусу, а також забезпечується формування дослідної ділянки відвального масиву з залишенням запобіжної берми другого ярусу і виконання проектного рішення по ставленню ярусів відвалу на проектний контур відвалу з проектним граничним кутом нахилу його борта  $\alpha_{пр.}$  Ці умови дозволяють дослідним шляхом установити очікувані максимальні величини появи імпульсів акустичної емісії, що виникає в призмі активного тиску, які можуть прийняти в якості критерію руйнування як критичні  $N_{ка}$  при реальному переміщенні кусків породи в вертикальній площині усередині відвального масиву при порушенні стану стійкості відвалу в процесі формування дослідної ділянки відвального масиву.

Забезпечення таким шляхом виконання натурального експерименту і визначення критичної величини  $N_{ка}$  появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску у випадку її можливого руйнування, буде сприяти підвищенню точності оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і забезпеченню безпечного відвалоутворення і за рахунок цього підвищиться захист навколишнього середовища, зменшаться витрати на проведення протизсувних робіт і втрати об'єму складування розкривних порід у відвали.

Завдяки тому, що після відсіпки другого ярусу і завершення процесу ущільнення відвальної маси під власною вагою, роблять прийом сигналів акустичної емісії і реєстрацію частоти появи імпульсів акустичної емісії з визначенням поточної величини частоти  $N_{пу}$  появи імпульсів акустичної емісії спочатку в призмі упору, і потім аналогічно з визначенням поточної величини частоти  $N_{па}$  - в призмі активного тиску для наступного порівняння показників їх поточних величин з їх критичними для оцінки стану стійкості відвалу в сформованій першим і другим ярусами частини дослідної ділянки відвального масиву, одержують можливість в сформованій частині дослідної ділянки відвального масиву робити окрему оцінку напруженого стану частин призми можливого зсування і призми упору, що чинить опір наростаючим навантаженням від призми активного тиску в процесі відсіпки ярусів відвалу і призми активного тиску, як самостійної частини дослідної ділянки відвального масиву.

Найбільш „чутливою“ до змін наростаючих напружень є призма упору, у зв'язку з чим прийом сигналів акустичної емісії з наступною їх обробкою роблять спочатку в призмі упору, а потім в призмі активного тиску.

Забезпечення окремої оцінки напруженого стану призми можливого зсування в частині дослідної ділянки масиву сприяє підвищенню точності оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і забезпеченню безпечного відвалоутворення і за рахунок цього підвищиться захист навколишнього середовища, зменшаться витрати на проведення протизсувних робіт і втрати об'єму складування розкривних порід у відвали.

Завдяки тому, що про стан стійкості цієї частини дослідної ділянки відвального масиву роблять висновок по величинам відносної інтенсивності  $\lambda_y$  та  $\lambda_a$  частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору і призмі активного тиску, що визначають із виразів:

$$\lambda_y = \frac{N_{пу}}{N_{кy}}$$

$$\lambda_a = \frac{N_{па}}{N_{ка}}$$

де  $\lambda_y$  - величина відносної інтенсивності частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору, безрозмірна;

$N_{пу}$  - величина поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору, імп./хв.;

$N_{кy}$  - критична величина частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору, імп./хв.;

$\lambda_a$  - величина відносної інтенсивності частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, безрозмірна;

$N_{па}$  - величина поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, імп./хв.;

$N_{ка}$  - критична величина частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, імп./хв.,

одержують можливість застосувати метод оцінки стану стійкості частин дослідної ділянки відвального масиву, що буде сприяти підвищенню точності оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і забезпеченню безпечного відвалоутворення і за рахунок цього підвищиться захист навколишнього середовища, зменшаться витрати на проведення протизсувних робіт і втрати об'єму складування розкривних порід у відвали.

Завдяки тому, що у випадку затухання поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії при зниженні величини відносної інтенсивності  $\lambda_y$  та  $\lambda_a$  частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упору і призмі активного тиску від 0,5 і нижче, роблять висновок про стійкий стан сформованої частини дослідної ділянки відвального масиву і роблять відсіпку наступного ярусу, а у випадку зростання поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії при підвищенні величини відносної інтенсивності  $\lambda_y$  та  $\lambda_a$  частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмах упору і активного тиску в інтервалі від 0,5 до 1,0 роблять висновок про нестійкий стан сформованої частини дослідної ділянки відвального масиву і роблять протизсувні гірничі роботи

одним із відомих способів відповідно інженерно-геологічних умов, забезпечується надійність прийняття технологічного рішення для запобігання порушення стійкості відвалу.

Визначення величин відносної інтенсивності  $\lambda_y$  та  $\lambda_a$  частоти появлення імпульсів акустичної емісії, що характеризують стійкий стан частин дослідної дільниці відвального масиву, що знаходяться в межах нижче 0,5, відповідає прийнятому в гірничій справі нормативному коефіцієнту довгочасної стійкості укосів в різних інженерно-геологічних умовах з максимальною величиною, рівною 2. Інші величини коефіцієнтів запасу стійкості відвалів нижче 2 відносяться до короткочасного періоду стояння укосів, протягом якого відбувається зниження стійкості, аж до її порушення, при цьому величини відносної інтенсивності  $\lambda_y$  та  $\lambda_a$  частоти появлення імпульсів акустичної емісії зростають від 0,5 до 1,0. Ці умови дозволяють визначити можливі строки до початку повного порушення стійкості відвалу і провести протизсувні гірничі роботи відомим способом, наприклад, по [патенту РФ 5МКВ Е21С41/06, №2007570 „Способ отвалообразования“, Бюл. №3, 1994].

Завдяки тому, що після відсіпки кожного з наступних ярусів оцінку стану стійкості сформованої частини дослідної дільниці відвального масиву роблять аналогічно попередньому ярусу і при позитивному результаті оцінки стану стійкості способом, що заявляється, роблять подальше формування наступних частин дослідної дільниці відвального масиву до повного його формування, створюються умови для безпечного ведення гірничих робіт по формуванню відвалу з проектними гірничими параметрами і забезпечується підвищення точності оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і забезпечується безпечне відвалоутворення і за рахунок цього підвищується захист навколишнього середовища, зменшуються витрати на проведення протизсувних робіт і втрати об'єму складування розкритих порід у відвали.

Завдяки тому, що у випадку негативного результату оцінки стану стійкості способом, що заявляється, якої-небудь частини дослідної дільниці відвального масиву роблять відповідні протизсувні гірничі роботи, що забезпечать зниження проектного граничного кута борта  $\alpha_{пр}$  відвалу, наприклад, шляхом привантаження першого ярусу скельним розкритом на його висоту і збільшенням проектної ширини запобіжної берми кожного ярусу, починаючи із другого з наступною оцінкою стану стійкості дослідної дільниці відвального масиву з несприятливими інженерно-геологічними умовами, забезпечується надійність прийняття технологічного рішення для запобігання порушення стійкості відвалу за рахунок укріплення призми упору із підвищенням точності оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і забезпеченням безпечного відвалоутворення і за рахунок цього підвищується захист навколишнього середовища, зменшуються витрати на проведення протизсувних робіт і втрати об'єму складування розкритих порід у відвали.

Суть корисної моделі, що заявляється, пояснюється кресленнями, де:

- на Фіг.1 зображена в аксонометричній проекції дослідна дільниця відвального масиву з проектним контуром відвалу;
- на Фіг.2 зображений у плані відвал до відсіпки дослідної дільниці відвального масиву;
- на Фіг.3 - розріз по А-А Фіг.2;
- на Фіг.4 - у плані етап формування дослідної дільниці відвального масиву при відсіпці першого та другого його ярусів;
- на Фіг.5 - розріз по Б-Б Фіг.4;
- на Фіг.6 - у плані етап формування дослідної дільниці відвального масиву при відсіпці наступного і-го ярусу відвалу;
- на Фіг.7 - розріз по В-В Фіг.6;
- на Фіг.8 - в плані етап формування дослідної дільниці відвального масиву при відсіпці і-го (верхнього) ярусу відвалу;
- на Фіг.9 - розріз по Г-Г Фіг.8;
- на Фіг. 10 - розріз по Д-Д Фіг.1 навхрест простягання дослідної дільниці відвального масиву в вертикальній площині з координатами  $x, z$  із постановкою ярусів на проектний контур відвалу.

Спосіб здійснюється наступним чином.

На дільниці земної поверхні 1 раніше відсіпаний відвал 2 з проектною висотою  $H_{пр}$  (Фіг.1, 3) і кутом нахилу робочого борта  $\alpha_p$  (Фіг.3).

Подальшу відсіпку відвалу 2 здійснюють до проектної межі 3 на земній поверхні 1 (Фіг.1, 4) з доведенням кута нахилу робочого борта  $\alpha_p$  до проектного граничного його значення  $\alpha_{пр}$  (Фіг.3, 5, 7, 9, 10) на дільниці з несприятливими інженерно-геологічними умовами, що можуть привести до порушення стійкості, як відвалу 2, так і відсіпаної його частини при зміні кута нахилу борта від  $\alpha_p$  до  $\alpha_{пр}$  з утворенням призми можливого зсування 4 з контуром  $c, d, m, e, k, n$  відвалу 2 (Фіг.1, 3, 5, 7, 9, 10) по поверхні ковзання 5 з контуром  $c, n, k$  (Фіг.1, 3), визначають можливість зародження зсування відвалу 2 до його виникнення на цій дослідній дільниці 6 відвального масиву.

Для цього роблять закладку металевих хвилеводів (ХВ) 7 у горизонтальній площині 8 з координатами  $x, y$  і у вертикальній площині 9 з координатами  $x, z$  до формування дослідної дільниці 6 відвального масиву в межах призми можливого зсування 4. Задля чого до відсіпки першого ярусу 10 у смугі 11 уздовж проектної межі 3 відвалу 2 шириною  $a$  рівною проектній висоті  $H_{пр}$  відвалу 2, в її напрямку роблять закладку металевих ХВ 7 довжиною  $\ell$  у горизонтальній площині з координатами  $x, y$  рівною ширині  $a$  смуги 11 першого ярусу 10 на земній поверхні 1 у призмі упору 12 з контуром  $m, e, k, n$  у межах контуру  $c, d, m, e, k, n$  призми можливого зсування 4 відвалу 2 (Фіг.1, 2, 3).

В процесі відсіпки першого ярусу 10 відвалу 2 у смугі 11 до проектної межі 3 із засипанням металевих ХВ 7 у горизонтальній площині 8 з координатами  $x, y$  і формуванням запобіжної берми наступного ярусу роблять одночасно прийом сигналів акустичної емісії (АЕ) і реєстрацію частоти появлення імпульсів АЕ з визначенням критичної величини частоти  $N_{кy}$  появлення імпульсів АЕ в призмі упору 12 з контуром  $m, e, k, n$  у випадку її можливого руйнування (Фіг.4, 5).

Появлення сигналів АЕ в процесі відсіпки скельних і змішаних порід із засипанням металевих ХВ 7 супроводжується виникненням у ньому максимальних коливань звукового діапазону частот при терті, розколюючих в смугі 11 кусків породи, при відсіпці першого ярусу 10 відвалу 2 об металеву поверхню ХВ 7 і терті між кусками породи в початковий період процесу ущільнення відвальної маси під власною вагою. Ці коливання в

металевому ХВ 7 у вигляді імпульсів АЕ приймають п'єзоелектричним геофоном і реєструють самописом. При цьому зареєстровані імпульси АЕ з визначенням величини максимальної частоти в процесі засипання ХВ 7 у горизонтальній площині відповідають величині частоти появлення імпульсів АЕ при терті кусків породи об металеву поверхню ХВ 7 і терті між кусками породи в горизонтальній площині, що виникають при зародженні і розвитку зсуву відвалу 2, яку приймають за критичну величину частоти  $N_{кy}$  появлення імпульсів АЕ в призмі упору 12 з контуром  $m, e, k, n$  у випадку її можливого руйнування.

У процесі відсіпки другого ярусу 13 з оставленням запобіжної берми і наступних ярусів 14 при формуванні запобіжних берм із проектною шириною  $b_i$  (де  $i$  - номер ярусу) відвалу 2 до проектних його контурів із проектним граничним кутом нахилу борта  $\alpha_{пр}$  (Фіг.5, 6) роблять закладку металевих ХВ 7 у вертикальній площині 9 з координатами  $x, z$  на поверхнях укосів 15 ярусів 13,14 (Фіг.4, 6, 8) з довжиною хвилеводів  $\ell$  що визначають з виразу:

$$\ell = \frac{h_i}{\sin \alpha_{iя}}$$

де  $\ell$  - довжина хвилеводу, м;

$h_i$  - висота  $i$ -го ярусу відвалу, м;

$\alpha_{iя}$  - кут укосу  $i$ -го ярусу, град.,

в призмі активного тиску 16 з контуром  $c, d, m, n$  у межах призми можливого зсування 4. При цьому при формуванні наступних ярусів 14 роблять засипання металевих ХВ 7 другого ярусу 13 і наступних ярусів 14.

Одночасно роблять прийом сигналів АЕ, реєстрацію частоти появлення імпульсів АЕ з визначенням критичної величини частоти  $N_{ка}$  появлення імпульсів АЕ в призмі активного тиску 16 з контуром  $c, d, m, n$  у випадку її можливого руйнування.

Появлення сигналів АЕ в процесі відсіпки скельних і змішаних порід із засипанням металевих ХВ 7 у вертикальній площині 9 з координатами  $x, z$  супроводжується виникненням у ньому максимальних коливань звукового діапазону частот при терті кусків породи на поверхнях укосів 15 ярусів 13, 14 об металеву поверхню ХВ 7 і при терті між кусками породи в початковий період процесу ущільнення відвальної маси під власною вагою. Ці коливання в металевому ХВ 7 у вигляді імпульсів АЕ приймають п'єзоелектричним геофоном і реєструють самописом. При цьому зареєстровані імпульси АЕ з визначенням величини максимальної частоти в процесі відсіпки другого ярусу 13 і наступних ярусів 14 з засипкою ХВ 7 у вертикальній площині з координатами  $x, z$  відповідають величині частоти появлення імпульсів АЕ при терті кусків породи на поверхнях укосів 15 ярусів 13, 14 об металеву поверхню ХВ 7 і при терті між кусками породи у вертикальній площині, що виникають при зародженні і розвитку зсуву відвалу 2, приймають за критичну величину частоти  $N_{ка}$  появлення імпульсів АЕ в призмі активного тиску 16 з контуром  $c, d, m, n$  у випадку її можливого руйнування.

Після відсіпки другого ярусу 13 і завершення процесу ущільнення відвальної маси під власною вагою, що установлюють по даним маркшейдерських інструментальних спостережень (Фіг.7), роблять прийом сигналів АЕ і реєстрацію частоти появлення імпульсів АЕ з визначенням поточної величини частоти  $N_{пу}$  появлення імпульсів АЕ спочатку в призмі упору 12, і потім аналогічно з визначенням поточної частоти  $N_{па}$  в призмі активного тиску 16 для наступного порівняння показників їх поточних величин з їх критичними і оцінки стану стійкості відвалу 2 у сформованій частині дослідної дільниці 6 відвального масиву.

Про стан стійкості частини дослідної дільниці 6 відвального масиву після відсіпки першого ярусу 10 і другого ярусу 13 до проектною граничної величини кута нахилу борта  $\alpha_{пр}$  відвалу 2 приймають висновок по величинам відносної інтенсивності  $\lambda_y$  і  $\lambda_a$  частоти появлення імпульсів АЕ в призмі упору 12 і призмі активного тиску 16, що визначають із виразів:

$$\lambda_y = \frac{N_{пу}}{N_{кy}}$$

$$\lambda_a = \frac{N_{па}}{N_{ка}}$$

де  $\lambda_y$  - величина відносної інтенсивності частоти появлення імпульсів АЕ в призмі упору, безрозмірна;

$N_{пу}$  - величина поточної частоти появлення імпульсів АЕ в призмі упору, імп./хв.;

$N_{кy}$  - критична величина частоти появлення імпульсів АЕ в призмі упору, імп./хв.;

$\lambda_a$  - величина відносної інтенсивності частоти появлення імпульсів АЕ в призмі активного тиску, безрозмірна;

$N_{па}$  - величина поточної частоти появлення імпульсів АЕ в призмі активного тиску, імп./хв.;

$N_{ка}$  - критична величина частоти появлення імпульсів АЕ в призмі активного тиску, імп./хв.

У випадку затування поточної частоти появлення імпульсів АЕ при зниженні величини відносної інтенсивності частоти  $\lambda_y$  і  $\lambda_a$  появлення імпульсів в призмі упору 12 і призмі активного тиску 16 від 0,5 і нижче, роблять висновок про стійкий стан сформованої частини дослідної дільниці 6 відвального масиву.

У випадку зростання поточної частини появлення імпульсів АЕ при підвищенні величини відносної інтенсивності частоти  $\lambda_y$  і  $\lambda_a$  появлення імпульсів АЕ в призмах упору 12 і активного тиску 16 в інтервалі від 0,5 до 1,0 роблять висновок про нестійкий стан сформованої частини дослідної дільниці 6 відвального масиву з наступним аналогічним визначенням стану стійкості кожної наступної сформованої частини дослідної дільниці 6 до повного її формування. Внаслідок цього роблять висновок про стійкий стан відвалу 2 з параметрами, що відповідають проектній висоті  $H_{пр}$  і проектному граничному куту нахилу борта  $\alpha_{пр}$ .

При відсіпці кожного з наступних ярусів 14 оцінку стану стійкості сформованої частини дослідної дільниці 6 відвального масиву роблять аналогічно попередньому (Фіг.7-10).

При виявленні нестійкого стану дослідної дільниці 6 відвального масиву проводять протизсувні роботи, що забезпечать зниження проектного кута нахилу борта  $\alpha_{пр}$  відвалу 2, шляхом привантаження першого ярусу 10

скельним розкритом на його висоту і збільшення ширини його запобіжної берми з наступним контролем описаним способом за станом стійкості відвалу 2 на дільниці з несприятливими інженерно-геологічними умовами.

У випадку зростання поточної частоти появи імпульсів АЕ при підвищенні величини відносної інтенсивності частоти появлення імпульсів АЕ в призмах упору 12 і активного тиску 16 в інтервалі від 0,5 до 1,0 роблять висновок про нестійкий стан сформованої частини дослідної дільниці 6 відвального масиву.

При виявленні нестійкого стану частини дослідної дільниці 6 відвального масиву роблять протизсувні роботи відомим способом з наступною оцінкою стану стійкості цієї частини дільниці 6 і при позитивному результаті оцінки стану стійкості роблять подальше формування наступних частин дослідної дільниці 6 до повного її формування, а у випадку одержання негативного результату оцінки стану стійкості якої-небудь частини дільниці 6 відвального масиву роблять відповідні протизсувні заходи, що забезпечать зниження проектного граничного кута борта  $\alpha$  пр відвалу 2, наприклад, шляхом привантаження першого ярусу 10 скельним розкритом на його висоту і збільшення проектною ширини запобіжної берми кожного ярусу, починаючи із другого ярусу 13, з наступною оцінкою описаним способом стану стійкості відвалу 2 на дослідній дільниці з несприятливими інженерно-геологічними умовами.

Приклад.

Інгупецький залізорудний кар'єр складає змішані розкриті породи в зовнішній відвал №2 на площі 600га, ємність якого вичерпується. Подальше розширення меж відвалу роблять на території з несприятливими інженерно-геологічними умовами, зв'язаними з близькістю р. Інгупець, високим рівнем ґрунтових вод і низькою несучою здатністю ґрунтів основи. Ведення гірничих робіт по відвалоутворенню з граничними проектними параметрами відвалу по висоті 80м і куту нахилу борта  $23^\circ$  привело до виникнення зсуву, зупинці гірничих робіт.

Після ліквідації зсуву для подальшого безаварійного ведення гірничих робіт і завчасного попередження про зародження зсуву на дослідній дільниці відвального масиву з несприятливими інженерно-геологічними умовами до підходу фронту відвалоутворення з робочим кутом нахилу борта  $14^\circ$ , висотою чотирьох ярусів відвалу по 20м з кутами укосів ярусів  $36^\circ$  і шириною запобіжних берм між першим і другим ярусами 80м, другим і третім ярусами 80м та третім і четвертим ярусами 50м, на земній поверхні вибране положення вертикальної площини з координатами  $x, z$  в напрямку посунання фронту відвалоутворення для прийому сигналів акустичної емісії (АЕ) на дослідній дільниці відвального масиву. Для чого до відсіпки відвалу із проектними параметрами в смузі на відстані 80м від проектною межі на земній поверхні роблять закладку сталюого хвилеводу з раніше використаного шахтного канату діаметром 29,5мм і довжиною 83м, з яких 3м довжини використані для підключення геофона конструкції по [патенту України на винахід №13971, 5 МПК G01V1/18, 1/20, 1997р. Бюл.2] для прийому сигналів акустичної емісії та запису їх багатоканальним самописом типу Н 338-6П використаного в [авторському свідоцтві на винахід SU 1745929 A1, 5 МПК E21C39/00, 1992, Бюл.25], для реєстрації появлення імпульсів АЕ.

У процесі відсіпки першого ярусу висотою 20м у смузі шириною 80м із засипанням хвилеводу в горизонтальній площині з координатами  $x, y$  трьома екскаваторними західками шириною до 30м одночасно роблять прийом сигналів АЕ, реєстрацію частоти появлення імпульсів АЕ і визначення її критичної величини  $N_{ky}$  рівного  $112 \text{ імп./хв.}$  в призмі упору у випадку її можливого руйнування.

Проведений маркшейдерський контроль геодезичними інструментами за ущільненням відвальною маси і зсувних деформацій дослідної дільниці підтвердив відсутність порушень у стані стійкості відвалу. У зв'язку, із цим прийнято рішення про формування другого ярусу в проектних межах і закладці хвилеводу у вертикальній площині.

Закладка сталюого хвилеводу у вертикальній площині з координатами  $x, z$  виконана на поверхні укосу другого ярусу з залишенням його запобіжної берми з проектною шириною рівною 20м до відсіпки запобіжної берми третього ярусу відвалу з проектною шириною 20м.

Довжина сталюого хвилеводу у вертикальній площині з координатами  $x, z$ , закладеного на поверхні укосу другого ярусу складала:

$$\ell = \frac{h_i}{\sin \alpha_{\text{іа}}} = \frac{20\text{м}}{\sin 36^\circ} = 34\text{м},$$

з яких 3м використані для підключення геофона і самописа.

У процесі відсіпки другого ярусу в межах запобіжної берми третього ярусу до проектною межі відвалу із проектним кутом нахилу борта  $23^\circ$  з засипкою хвилеводу однією західною шириною 20м проведені прийом геофоном сигналу АЕ і реєстрація самописом частоти появлення імпульсів АЕ з визначенням її критичної величини  $N_{ka}$  в вертикальній площині з координатами  $x, z$ , рівної  $126 \text{ імп./хв.}$ , у призмі активного тиску сформованої частини дослідної дільниці відвального масиву.

Після відсіпки другого ярусу і завершення процесу ущільнення відвальною маси під власною вагою, установленого по даним маркшейдерських інструментальних спостережень, проведений прийом геофоном частоти появлення імпульсів АЕ в призмі упору до  $43 \text{ імп./хв.}$  і в призмі активного тиску до  $57 \text{ імп./хв.}$

Аналіз результатів визначення величин поточної частоти появлення імпульсів АЕ сформованої частини дослідної дільниці відвального масиву показує, що величина відносної інтенсивності поточної частоти появлення імпульсів АЕ складає:

у призмі упору

$$\lambda_y = \frac{112 \text{ імп./хв.}}{43 \text{ імп./хв.}} = 0,38;$$

у призмі активного тиску

$$\lambda_a = \frac{57 \text{ імп./хв.}}{126 \text{ імп./хв.}} = 0,45;$$

які нижче критичної величини, рівній 0,5, і отже, забезпечують умови стійкості стану сформованої частини дослідної дільниці відвального масиву, що складається із двох ярусів. Ці умови дозволяють зробити відсіпку третього ярусу із проектними параметрами.

При відсіпці третього ярусу висотою 20м закладку сталюого хвилеводу у вертикальній площині з координатами  $x, z$  і довжиною 34м проводять аналогічно виконаним умовам для другого ярусу. Аналогічно виконаний прийом сигналів АЕ і реєстрація частоти появлення імпульсів АЕ з визначенням величини поточної



частоти появи імпулсів АЕ в призмі упору до 54імп./хв. і призмі активного тиску третього ярусу до 56імп./хв. Тоді величини відносної інтенсивності поточної частоти появи імпулсів АЕ складають:

у призмі упору

$$\lambda_y = \frac{54 \text{ імп. / хв.}}{112 \text{ імп. / хв.}} = 0,48;$$

у призмі активного тиску

$$\lambda_a = \frac{56 \text{ імп. / хв.}}{126 \text{ імп. / хв.}} = 0,44;$$

які нижче критичної величини, рівній 0,5, і забезпечують умови стійкого стану сформованої частини дослідної ділянки відвального масиву, що складається з трьох ярусів. Ці умови дозволяють провести відсіпку четвертого ярусу з проектними параметрами.

При відсіпці четвертого ярусу висотою 20м до проектної межі відвалу з кутом нахилу борта 23° закладку сталого хвилеводу у вертикальній площині з координатами x, z проводять аналогічно умовам виконаним для другого і третього ярусів. Аналогічно попередньому виконаний прийом сигналів АЕ і реєстрація частоти появи імпулсів АЕ з визначенням величини поточної частоти появи імпулсів у призмі упору до 60імп./хв. і в призмі активного тиску четвертого ярусу до 76імп./хв.

Тоді величини відносної інтенсивності поточної частоти появи імпулсів АЕ складають:

у призмі упору

$$\lambda_y = \frac{60 \text{ імп. / хв.}}{112 \text{ імп. / хв.}} = 0,54;$$

у призмі активного тиску

$$\lambda_a = \frac{76 \text{ імп. / хв.}}{126 \text{ імп. / хв.}} = 0,60;$$

які знаходяться в інтервалі від 0,5 до 1,0 зародження і розвитку зсуву і не забезпечують умови стійкого стану сформованої частини дослідної ділянки відвального масиву, що складається з чотирьох ярусів.

У зв'язку з небезпечністю виникнення зсуву чотирьохярусного відвалу на ділянці з несприятливими інженерно-геологічними умовами були проведені протизсувні роботи по зниженню проектного кута нахилу борта до 21° шляхом перевантаження укосу першого ярусу скельним розкритом на висоту 20м зі збільшенням ширини запобіжної берми між першим і другим ярусами до 40м.

Після виконання протизсувних гірничих робіт відбулося затухання поточних частот появи імпулсів АЕ і зниження величин відносної інтенсивності поточної частоти імпулсів АЕ, що складають:

у призмі упору

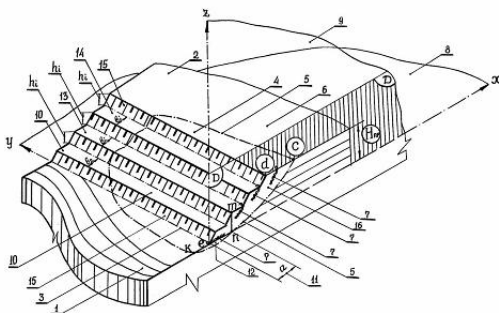
$$\lambda_y = \frac{49 \text{ імп. / хв.}}{112 \text{ імп. / хв.}} = 0,43;$$

у призмі активного тиску

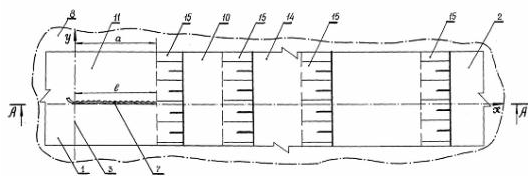
$$\lambda_y = \frac{55 \text{ імп. / хв.}}{126 \text{ імп. / хв.}} = 0,44;$$

які нижчі критичної величини, рівної 0,5, і забезпечують умови стійкого стану сформованої дослідної ділянки відвального масиву.

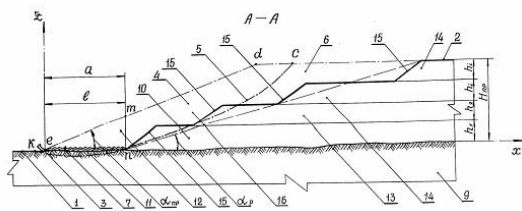
Застосування корисної моделі, що заявляється дозволить підвищити точність оцінки стану стійкості відвалів скельних і змішаних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і забезпечити безпечне відвалоутворення, що дасть можливість підвищити захист навколишнього середовища, зменшити витрати на проведення протизсувних робіт і втрати об'єму складування розкритих порід у відвали. Технічний результат досягається за рахунок можливості роздільного прийому металевими хвилеводами в призмі упору і призмі активного тиску призм можливого зсування критичних і поточних величин частоти появи імпулсів акустичної системи з визначенням величин відносної інтенсивності, шляхом визначення напруженого стану призм можливого зсування в призмі упору і призм активного тиску по частоті появи імпулсів акустичної емісії на дослідній ділянці відвального масиву з несприятливими інженерно-геологічними умовами і проектним граничним кутом нахилу борта відвалу.



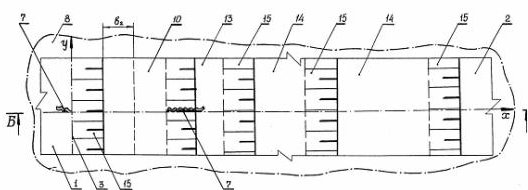
Фиг. 1



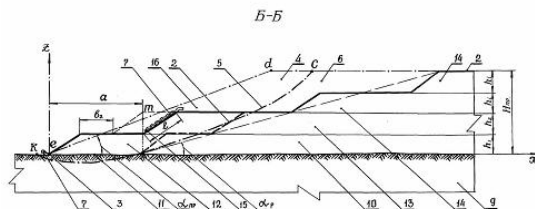
Фиг. 2



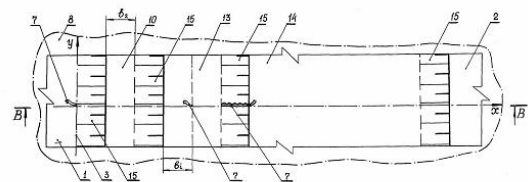
Фиг. 3



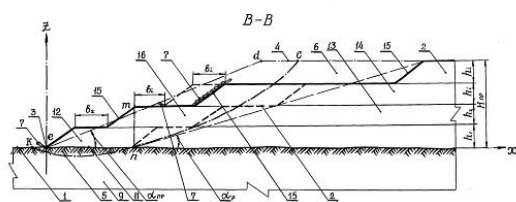
Фиг. 4

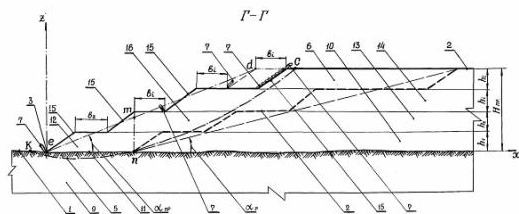


Фиг. 5

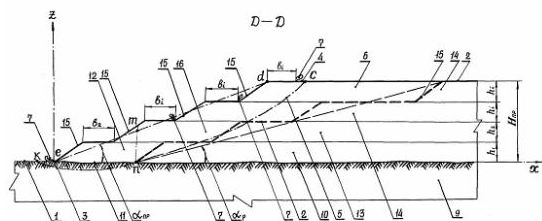


Фиг. 6





Фиг. 9



Фиг. 10