

Винахід відноситься до гірничої галузі промисловості і може бути використаний при розробці розкривних уступів з м'якими розкривними породами.

Відомий спосіб розробки високих уступів з м'якими розкривними породами, який включав розробку порід в забої заходки екскаватором, розробку порід, прилеглих до верхньої площадки уступу, додатковим устаткуванням та наступну їх переєккавацію /Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Часть 2. Новожилов М.Г. и др. - М.: Недра, 1971, стр.177, рис.112/.

Недоліком цього способу є те, що додатковим устаткуванням породи, прилеглі до верхньої площадки уступу, розробляють по всій ширині заходки.

Найбільш близьким по технічній суті з запропонованим способом є спосіб розробки високих уступів з м'якими розкривними породами, який включає розробку порід в забої заходки екскаватором, формування стійкого кута укосу уступу, розробку відокремленим забоем порід, прилеглих до верхньої площадки уступу та наступну їх переєккавацію в забої заходки уступу /Сера Предкарпатья. Под общ.ред.Новожилова М.Г. - Львов: Каменяр, 1967. - с.62-64, рис.12/.

Недоліком цього способу є те, що занадто великий об'єм розробки відокремленим забоем порід та об'єм робіт по наступній переєккавації цих порід.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення способу розробки високих уступів з м'якими розкривними породами шляхом формування кута укосу тимчасово стійким і наступного формування на цьому укосі напівтраншеї, що забезпечить різке скорочення об'єму в екскавації порід у відокремленому забої та об'єму в наступній їх переєккавації, а за рахунок цього зменшиться витрати на виконання розкривних робіт.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі розробки високих уступів з м'якими розкривними породами, який включає розробку порід в забої заходки екскаватором, формування стійкого кута укосу уступу, розробку відокремленим забоем порід, прилеглих до верхньої площадки уступу та наступну їх переєккавацію в забої заходки уступу, згідно з винаходом при розробці забою заходки уступу формують кут укосу тимчасово стійким і з відставанням від забою заходки уступу відокремленим забоем формують напівтраншею на укосі з тимчасово стійким кутом з шириною в плані:

$$b = h(\operatorname{ctg} \alpha_2 - \operatorname{ctg} \alpha_1),$$

де: h - висота уступу, м;

α_1 - тимчасово стійкий кут укосу уступу, град.;

α_2 - стійкий результуючий кут укосу уступу, град.

Наявність нових суттєвих ознак, відмінних від прототипу, дозволяв зменшити об'єми порід, які розробляють відокремленим забоем, а потім удруге екскавують екскаватором. При використанні прототипу ці породи розробляють шляхом проведення траншеї. При використанні заявленого способу відокремленим забоем проходять тільки напівтраншею на укосі уступу.

На фіг.1, 2, 3 схематично відображено спосіб розробки високих уступів:

фіг.1 - поперечний переріз заходки уступу;

фіг.2 - схема розробки високого уступу в плані;

фіг.3 - схема для визначення основних технологічних параметрів способу розробки.

На фіг.1, 2, 3 позначено: 1 - вісь розташування екскаватора на робочій площадці уступу; 2 - розкривний уступ; 3 - розкривна заходка; 4 - забій екскаватора; 5 - укіс уступу; 6 - верхня площадка уступу; 7 - напівтраншея; 8 - дно напівтраншеї; 9 - забій при формуванні напівтраншеї; 10 - вісь розташування екскаватора при формуванні напівтраншеї; 11 - породи, якими підсипаний укіс уступу.

Спосіб ґрунтується на такому положенні. Відомо, що чим більший строк служби уступу, тим менший кут укосу формують. На дільницях уступу, де строк служби декілька тижнів, і на дільницях, де строк служби триває рік і більше, формують кути укосу, які відрізняються на декілька градусів. На нетривалий час можливо сформувати тимчасово стійкий кут укосу /наприклад, терміном на місяць/, а потім цей укіс піддати обробці екскаваційним устаткуванням і сформувати менший кут, який забезпечить стійкість укосу на рік і на більш тривалий строк. В практиці є досвід формування тимчасово стійкого кута укосу уступу з наступним перетворенням його в стійкий результуючий кут укосу за допомогою екскаваційного устаткування шляхом зменшення кута.

Спосіб розробки високих уступів з м'якими розкривними породами реалізується наступним чином.

Екскаватор 1 розробляє уступ 2 заходками 3. Екскаватор 1, наприклад, роторний екскаватор SR_s-2400

розробляє породи в забої 4. При цьому екскаватор 1 формує в заходці 3 укос 5 з тимчасово стійким кутом α_1 . На стиканні укос 5 уступу 2 з його верхньою площадкою 6 формують напівтраншею 7. При цьому підсипають укіс 5 породами 11, які розробляють при формуванні напівтраншеї 7. Ширина цієї напівтраншеї в плані повинна бути такою, щоб можливо було сформувати на укосі уступу стійкий результуючий кут укосу α_2 замість тимчасово стійкого кута укосу α_1 . Ширина зверху цієї напівтраншеї дорівнює:

$$b = h(\operatorname{ctg} \alpha_2 - \operatorname{ctg} \alpha_1),$$

де: h - висота уступу, м;

α_1 - тимчасово стійкий кут укосу уступу, град.;

α_2 - стійкий результуючий кут укосу уступу, град. Величину S визначили в такій послідовності /фіг.3/ на основі відомих геометричних залежностей:

$$b = d - c$$

де: c та d - проекції на горизонтальну площину в поперечному перерізі заходки уступу укосів уступу при тимчасово стійкому куту α_1 та стійкому результуючому куту α_2 .

$$d = h \operatorname{ctg} \alpha_2; c = h \operatorname{ctg} \alpha_1,$$

де: h - висота уступу, м.

$$\text{Звідси: } b = (\operatorname{ctg} \alpha_2 - \operatorname{ctg} \alpha_1) \cdot h, \text{ м.}$$

Дно 8 напівтраншеї 7 формують на рівні центру ваги "0" трикутника KLM, що є в поперечному перерізі заходки уступу /фіг.3/, який розташований між укосами KL при тимчасово стійкому α_1 та укосами KM при стійкому результуючому α_2 кутах.

Місце розташування в просторі дна напівтраншеї обґрунтували так /фіг.3/. Стійкий укіс уступу відповідає розташуванню лінії KM. Якщо ми переєккавуємо всі породи, об'єм яких пропорційний трикутнику KLM, то забезпечим стійкість укосу. В цьому випадку об'єм переєккавації буде максимальним. Треба його зменшити. Якщо ми переєккавуємо породи, об'єм яких пропорційний, наприклад, фігурі LMNF, то стійкість укосу також

буде забезпечена, так як результуючий кут укосу залишається стійким, тобто α_2 . Крім цього, породами, які екскавуємо, ми підсипаємо укіс 5, за рахунок чого збільшується його стійкість. У випадку, коли дно траншеї співпадає з центром ваги трикутника KLM, створюються найкращі умови забезпечення стійкості укосу при одночасному зменшенні об'ємів переєккавації, які пропорційні площі фіг. LMNF. При подальшому зменшенні площі фіг. LMNF зменшується і висота напівтраншеї h_1 . При цьому збільшується об'єм порід, які лежать на лінії KM можливого зсуву порід і одночасно зменшуються об'єми порід, якими ми підвалюємо укіс, і, як наслідок, зменшуємо його стійкість.

Отже, дно напівтраншеї раціонально розташувати на рівні центру ваги трикутника KLM. Цей центр ваги на фіг.3 позначено точкою "0". Його місцерозташування у просторі можливо визначити так.

Центр ваги "0" трикутника KLM розташований на перетині його медіан, в тому числі, і медіани KK_1 . Відомо, що центр ваги трикутника ділить кожну його медіану у відношенні 1:2. Тобто, довжина участка OK_1 дорівнює $1/3$ медіани, тобто, $1/3$ довжини участка KK_1 .

Із подібності трикутників KK_1K_3 та OK_1K_2 знаходимо відстань від верхньої площадки уступу до дна напівтраншеї, що й визначить його місцерозташування:

$$\frac{h_1}{OK_1} = \frac{h}{KK_1}; \quad h_1 = h \frac{OK_1}{KK_1},$$

$$\frac{OK_1}{KK_1} = 1/3h$$

Враховуючи, що $\frac{OK_1}{KK_1} = 1/3h$ (із визначення медіани), то $h_1 = 1/3h$ тобто, дно напівтраншеї раціонально формувати на рівні $1/3$ висоти уступу. На практиці можливо розташування рівня дна напівтраншеї в межах 0,32 ... 0,34 висоти уступу.

Чим менше часу буде знаходитись укіс 5 при тимчасово стійкому куті укосу α_1 , тим краще безпека виконуваних робіт. Тому відстань від забою 4 екскаватора 1 до забою 9 екскаватора 10 повинна бути мінімально можливою по умові безпечної роботи гірничого устаткування. Безпечна робота досягається, якщо відстань дорівнює двом радіусам R черпання екскаватора 1, який розробляє заходку 4. Наприклад, уступ розробляється екскаватором SR_s - 2400. Радіус черпання екскаватора 35м. В цьому випадку напівтраншею 7 формують слідом за переміщенням забою 4 екскаватора 1, на відстані ℓ , яка перевищує два максимальні радіуси черпання екскаватора, тобто на відстані, яка перевищує 70м.

Розрахунки показують, що впровадження в виробництво заявленого способу розробки високих уступів дасть значний економічний ефект за рахунок зменшення об'ємів розробки розкривних порід додатковим устаткуванням.

Покажемо це на такому прикладі.

Розкривні породи розробляють екскаватором SR_s -2400. Ширина заходки $A = 70$ м, висота уступу - 25м. При цьому параметри екскаватора забезпечують можливість формування стійкого кута укосу уступу величиною $\alpha_1 = 28^\circ$. Змінилися гірничо-геологічні умови. З'явилась необхідність розробляти уступ висотою 30м. Екскаватор зможе формувати кут укосу величиною 28° . Але в даному разі цей кут забезпечить тільки тимчасову стійкість укосу. При висоті уступу 30м стійким кутом укосу буде менший кут $\alpha_2 = 24^\circ$.

Для даних умов визначим основні технологічні параметри розробки уступу. Ширина напівтраншеї зверху:

$$b = h(\operatorname{ctg} \alpha_2 - \operatorname{ctg} \alpha_1) = 30(\operatorname{ctg} 24^\circ - \operatorname{ctg} 28^\circ) =$$

$$= 30(2,246 - 1,881) = 30 \cdot 0,365 = 11\text{м.}$$

Глибина напівтраншеї визначиться так:

$$h_1 = 1/3h = 1/3 \cdot 30 = 10\text{м}$$

При використанні заявленого способу об'єм порід, які необхідно розробити додатковим устаткуванням, визначим в такій послідовності.

Ширина дна дорівнює:

$$b_1 = (h - h_1)(\operatorname{ctg} \alpha_2 - \operatorname{ctg} \alpha_1),$$

$$b_1 = (30 - 10) \cdot (\operatorname{ctg} 24^\circ - \operatorname{ctg} 28^\circ),$$

$$b_1 = 20(2,246 - 1,881) = 7,3\text{м}$$

$$V = h_1 \frac{b + b_1}{2} = 10 \frac{11 + 7,3}{2} = 91,5 \text{ m}^3$$

При застосуванні способу, наведеного в прототипі, треба відокремленим забором пройти траншею /fig.3/ перерізом PMNF. Така траншея більша в перерізі за напівтраншею FLMN, яку треба сформувати при використанні заявленого способу, на величину, пропорційну перерізу PLF. Визначим площу цього перерізу /fig.3/.

$$S_{PLF} = \frac{1}{2} PL \cdot h_1; \quad \frac{1}{2} PL = h_1 \operatorname{ctg} \alpha_1.$$

Тобто при використанні заявленого способу на кожну одиницю довжини фронту робіт у нашому прикладі ми зменшуємо об'єми екскавації порід на відокремленому заборі на величину:

$$\Delta V = 188 \text{M}^2 \cdot 1 \text{M} = 188 \text{M}^3$$

Екскаратор SR_s-2400 за рік розробляв, по даним практики, 100000000 м³ порід. При ширині заходки 70 м і висоті уступу 30 м він за рік відпрацює фронт робіт загальною довжиною:

$$L = \frac{10000000}{30.70} = 4762M$$

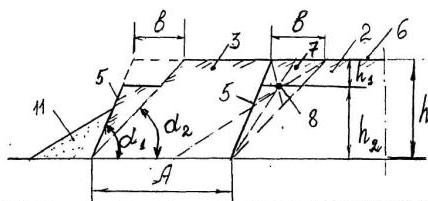
$$4762 \times 376 = 1790512 \text{ m}^3$$
$$1790512 \times 0,5 = 895256$$
$$\ell = 2R = 70\text{M}$$


Fig. 1

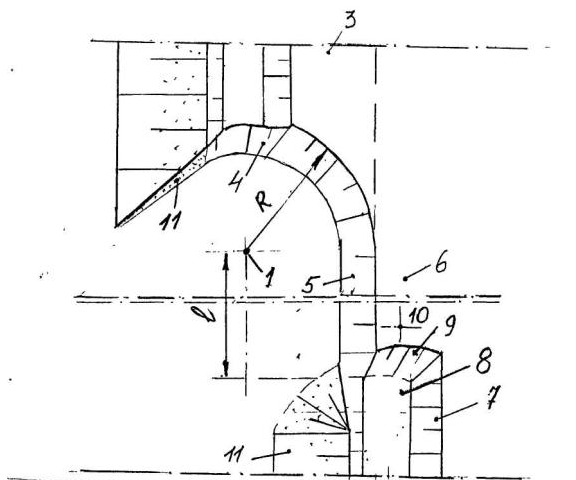


Fig. 2

