

Purpose. The main task of the study is to determine the main factors that influence the validation of the period of testing the faces of the iron ore quarry and develop an appropriate methodology, as well as to determine the dependencies between the loss of information on the root-mean-square deviation of the useful component content in the ore flow and the sampling period.

The methods of research is to analysis of the representativeness of the general sample of measurements of the content of the useful component in the pit of the quarry and the determination of the effect of the sampling period on the amount of information lost on the root-mean-square deviation of the iron content in the general cavity ore flow.

Findings. The optimization of the definition of the procedure for justifying the period of testing the face of the quarry, taking into account the obtained dependencies on the amount of loss of information from the period of testing the faces of the quarry.

The originality the systematic approach to solving the formulated problem using a mathematical apparatus, as well as the dependencies obtained.

Practical implications. Further development and introduction into production of the results of the research will ensure the optimization of the period of testing the pit face and the formation of the ore flow with given quality values.

Keywords: *quarry, ore flow, sampling period, content of a useful component*

УДК 622.271

© О.О. Анісімов

ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ВІДВАЛОУТВОРЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕКСКАВАТОРНИХ ВІДВАЛІВ ПРИ ВІДПРАЦЮВАННІ ГЛИБОКИХ КАР'ЄРІВ

© O. Anisimov

TECHNOLOGICAL SCHEMES OF THE FORMATION INTERNAL DUMPS AND DETERMINATION THE PARAMETERS OF EXCAVATOR'S DUMPS BY WORKING OFF THE DEEP OPEN PITS

Проаналізовані основні схеми внутрішнього відвалоутворення при відпрацюванні глибоких кар'єрів і запропонована класифікація цих схем. Отримана аналітична залежність площі призми зсуву гірської маси від параметрів обладнання і фізико-механічних властивостей скельних порід.

Проанализированы основные схемы внутреннего отвалообразования при отработке глубоких карьеров и предложена классификация этих схем. Получена аналитическая зависимость площади призмы сдвига горной массы от параметров оборудования и физико-механических свойств скальных пород.

Вступ. При зміні послідовності відпрацювання крутоспадного родовища виникають завдання, які пов'язані з можливим розміщенням порід розкриву у виробленому просторі. Технологія внутрішнього і зовнішнього відвалоутворення в умовах глибоких кар'єрів розглядалася в роботах А.Ю. Дриженко, А.Г. Шапаря, В.І. Симоненка [1, 2, 3] та інших. Найбільша перевага віддається внутрішньому відвалоутворенню.

А.Ю. Дриженко запропоновані технологічні схеми формування внутрішніх відвалів з відсипкою упорної призми та без неї [2]. Запропоновані схеми визначають послідовність формування шарів при відсипанні порід розкриву у внутрішні відвали. А.Г. Шапарем запропонована нова технологія розробки крутоспадаючих родовищ із внутрішнім відвалоутворенням. Сутність запропонованої технології полягає у тому, що ведеться пошарове виймання гірської маси зі складуванням розкривних порід у тимчасовий відвал на непорушній площі родовища [2]. Застосування такої технології і створення ефекту підпору бортів кар'єру за рахунок внутрішнього відвалу дозволяє збільшити кут укосу борту на 5-7°, зменшити відстань транспортування порід розкриву в 3-5 разів. При всіх перевагах даної схеми відбувається розубожіння корисної копалини на контакті з відвалами. Багаторазове переміщення порід розкриву вимагає введення додаткових потужностей обладнання. Схеми формування внутрішніх відвалів і технологія підготовки виробленого простору до їхнього розміщення розглянуті в роботах В.І. Симоненка [3]. Найпоширеніше вивчена технологічна схема формування робочої зони при внутрішньому відвалоутворення з використанням напівстаціонарних транспортних з'їздів на неробочому борті кар'єру. Крім того, можливе формування таких з'їздів як по ціликам, так і з використанням насипних тимчасових транспортних споруд. При цьому внутрішні відвали поділені на одноярусні і багатоярусні.

Постановка проблеми. Класифікація схем внутрішніх відвалів дозволяє за певними ознаками групувати їх з урахуванням параметрів родовища, обґрунтувати техніко-економічні показники роботи гірничого підприємства, послідовність розробки родовищ і здійснювати прогноз подальшого розвитку гірничих робіт і відвалів на тривалу перспективу.

У початковий період ведення гірничих робіт до досягнення кінцевої глибини кар'єру весь обсяг порід розкриву переміщують до зовнішнього відвалу. Технологічна схема внутрішнього відвалоутворення при відпрацюванні глибоких кар'єрів повинна дотримуватися принципів етапності і безпеки розробки. Етапи розробки можуть складатися із двох періодів ведення гірничих робіт: поглиблення і горизонтального посування вибоїв уздовж простягання покладу.

Мета роботи визначити і класифікувати основні способи і схеми розміщення внутрішніх відвалів. Отримання аналітичної залежності визначення об'ємів порід розкриву при розміщенні їх у внутрішніх відвалах до моменту зсуву гірської маси.

Виклад основного матеріалу. При відкритій розробці похилих і крутих покладів застосовують, як правило, системи транспортних комунікацій з вивезенням і складуванням порід розкриву в зовнішніх відвалах. Землеємність ви-

добутку корисних копалин у цих умовах висока. Режим порушення і відновлення земель самий несприятливий. Практика і наукові вишукування показують, що при розробці похилих і крутих покладів у певних умовах є можливість більшу частину порід розкрити розмістити у виробленому просторі. Така можливість з'являється при почерговій розробці родовищ або їхніх окремих ділянок, а також використанні виробленого простору відпрацьованих раніше сусідніх кар'єрів або їх ділянок. Доцільно також розробляти родовища значної довжини етапами. При етапній розробці частина родовища з найкращими гірничо-геологічними умовами відпрацьовується в першу чергу піонерним кар'єром зі складуванням порід розкрити на зовнішніх відвалах, або ж на поверхні наступних черг розробки. В подальшому переміщення і складування розкрити економічно у виробленому просторі. Однак, це можливо лише в тому випадку, якщо в перспективі не передбачається розширення границь кар'єру.

Відвали можуть бути одно- і багатоярусними. Спорудження їх усередині кар'єрів виконують на окремих горизонтах або з поверхні на повну глибину виробленого простору. Внутрішні відвали формують з перевалкою порід розкрити або стаціонарно. З метою спрощення технології й організації відвальних робіт при мінімальних витратах на транспортування порід розкрити, засипання відпрацьованих кар'єрів слід здійснювати з денної поверхні на повну глибину виробок. Якщо глибина кар'єру перевищує стійку висоту ярусу, складування порід розкрити у виробленому просторі глибоких кар'єрів здійснюють уступами з максимальною їх висотою за умовами стійкості. Можливість і доцільність будівництва внутрішніх відвалів встановлюється на етапі передпроектних проробок. Можливість повторного використання некондиційних руд і порід розкрити повинна передбачати селективне їх складування по літологічним різновидам або технологічним типам. Оптимальні параметри внутрішніх відвалів встановлюють виходячи з мінімальних витрат на транспорт і складування породи. Схеми для класифікації порядку формування внутрішніх відвалів наведені на рис. 1 і у табл.

Застосування тієї або іншої схеми відвалоутворення обумовлено розмірами кар'єрного поля, фізико-механічними властивостями порід у бортах і тих, що розміщують у внутрішній відвал. Доставка порід розкрити з вибоїв може здійснюватися автомобільним, залізничним або конвеєрним транспортом залежно від прийнятої технології комплексної механізації в кар'єрі. При доставці порід розкрити автомобільним транспортом найбільш ефективні схеми *а, в, д* (див. рис. 1).

Запропонована класифікація визначає послідовність формування внутрішнього відвалу в межах глибокого кар'єру при доставці порід розкрити діючим транспортом. При виборі тієї або іншої схеми формування внутрішнього відвалу велику роль грають параметри кар'єрного поля і послідовність його відпрацювання. Найбільш трудомісткими є схеми *а, б, в, е* (див. рис. 1), які базуються на переукладанні порід розкрити в процесі складування.

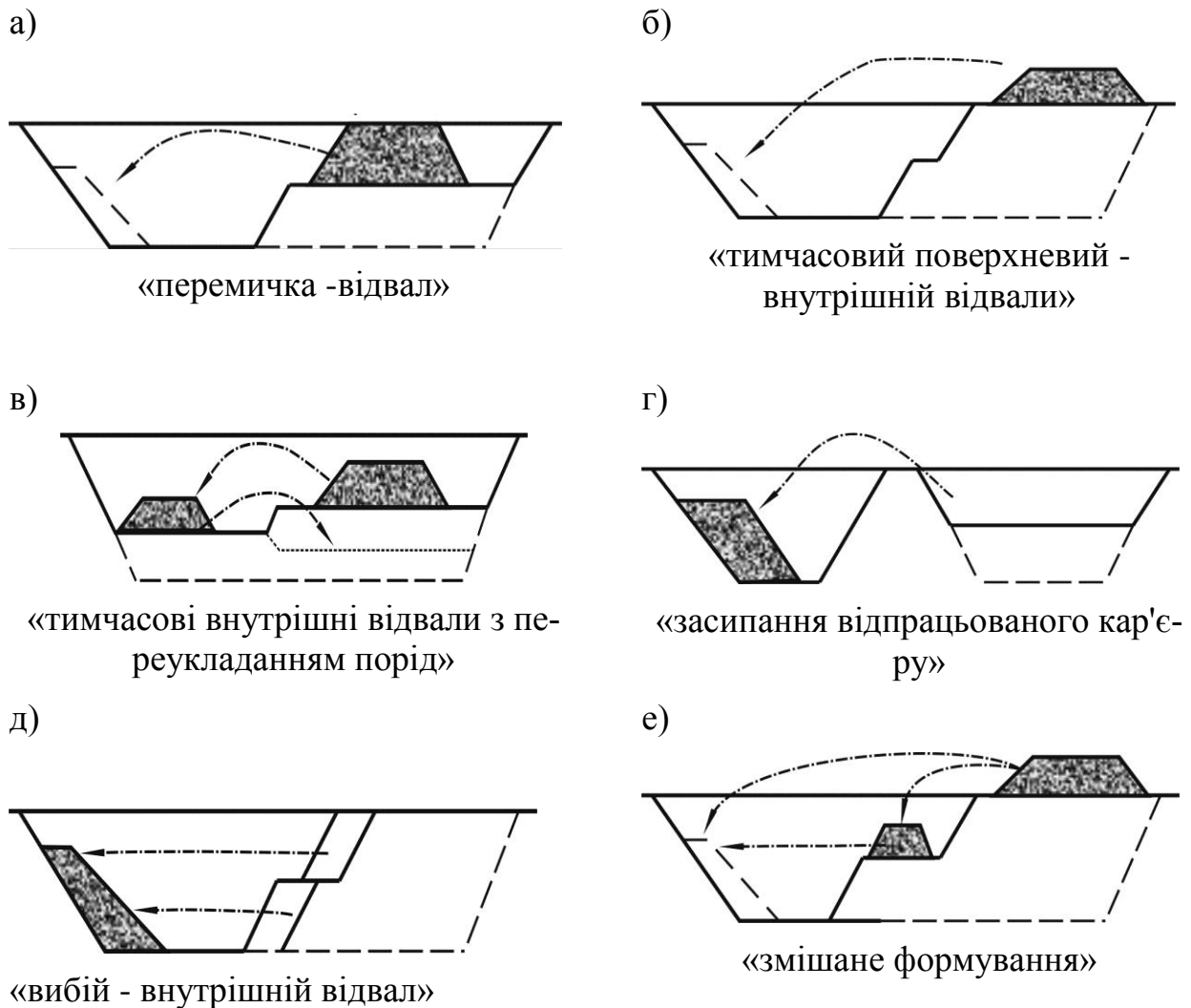


Рис. 1. Схеми формування внутрішніх відвалів у межах кар'єрного поля

При поетапному розвитку гірничих робіт у межах кар'єрного поля виділяють кар'єр першої черги (рис. 2). Це дозволяє в процесі розробки використати його вироблений простір для внутрішньокар'єрного складування порід розкриття наступних етапів розробки. При формуванні граничних контурів кар'єру першої черги внутрішній відвал може бути розташований у торцевій або середній частині виробленого простору і формуватися одно- чи багаторівневим. Для транспортування порід розкриття використовують транспортні берми кар'єру уздовж робочого і неробочого бортів по простяганню. Оскільки об'єми порід розкриття в початковий період розробки доволі значні, на першому етапі експлуатації родовища їх складують на поверхні в зовнішніх відвалах на початку експлуатації родовища, або ж в вироблений простір раніше відпрацьованого сусіднього кар'єру.

Класифікація схем формування внутрішніх відвалів

Спосіб формування внутрішнього відвалу	Технологія відвалоутворення	Спорудження відвалу в плані	Черговість відпрацювання кар'єру і формування внутрішнього відвалу
Тимчасове розміщення відвалів поперед фронту робіт на розкритих горизонтах	Відвал розміщується на сформованих площадках кар'єру з наступним перенесенням на глибокі горизонти (рис. 1, а) «перемичка -відвал»	У відпрацьованому торці(-ях) кар'єру уздовж лежачого або висячого бортів	Відвал формують після відпрацювання кар'єру першої черги
Тимчасове розміщення відвалів на поверхні кар'єрного поля	Відвал розміщується в межах гірничого відводу на поверхні й надалі переміщується усередину кар'єру (рис. 1, б) «тимчасовий поверхневий - внутрішній відвал»	У відпрацьованому торці(-ях) кар'єр уздовж лежачого або висячого бортів	Відвал формують після відпрацювання кар'єру першої черги
Тимчасове розміщення відвалів у межах робочої зони з наступною перевалкою	Внутрішній відвал переукладають із одного положення в інше до досягнення проектною прозначки дна кар'єру (рис. 1, в) «тимчасові внутрішні відвали з переукладанням порід»	Ділянки у межах виробленого простору кар'єрного поля	Відвал формують у процесі переміщення маси порід по чергах (етапам) розвитку кар'єру
Стаціонарне розміщення відвалу у виробленому просторі відпрацьованого кар'єру з доставкою порід із сусідніх кар'єрів	Після відпрацювання кар'єру гірську породу із сусідніх кар'єрів звозять і засинають вироблений простір (рис. 1, г) «засипання відпрацьованого кар'єру»	По периметру, у відпрацьованому торці(-ях) кар'єру, уздовж лежачого або висячого бортів	Відвал формують після відпрацювання прилеглого кар'єру в його виробленому просторі

Продовження таблиці

Спосіб формування внутрішнього відвалу	Технологія відвалоутворення	Спорудження відвалу в плані	Черговість відпрацювання кар'єру і формування внутрішнього відвалу
Стационарне розміщення відвалу із транспортуванням порід усередині кар'єру «вибій – внутрішній відвал»	Безпосередньо з вибоїв по наявних транспортних комунікаціях усередині кар'єру розкривні породи доставляють на відвал (рис. 1, д) «Вибій - внутрішній відвал»	У відпрацьованому торці(-ях) кар'єру, уздовж лежачого або висячого бортів	Відвал формують після відпрацювання кар'єру першої черги в його виробленому просторі
Комбіноване розміщення відвалу, що включає попередні варіації	Комбінація різних способів укладання і перекладання порід розриву (рис. 1, е) «Змішане формування»	У відпрацьованих і невідпрацьованих ділянках виробленого простору кар'єрного поля	Відвал формують: в період будівництва кар'єру першої черги, у момент його експлуатації та після розвитку кар'єру першої черги

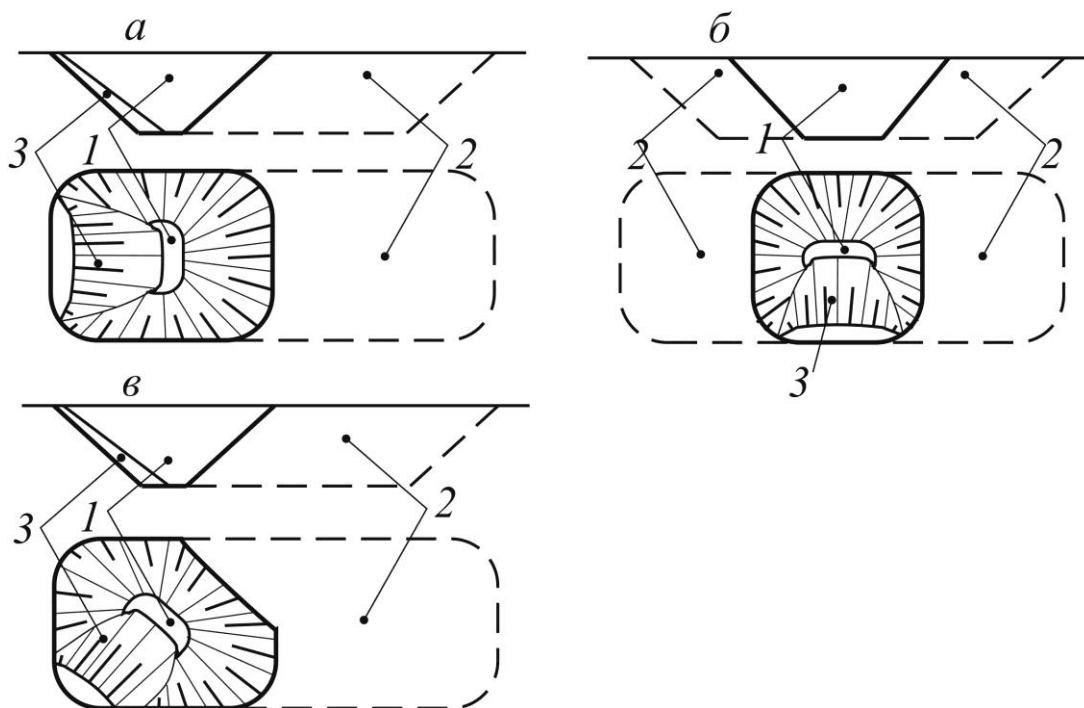


Рис. 2. Схеми розміщення внутрішніх відвалів у плані: *а, в* – у торцевій частині кар'єрного поля; *б* – у центральній частині кар'єрного поля: 1 – вироблений простір кар'єру першої черги; 2 – гірнича маса, яка підлягає вийманню; 3 – внутрішній відвал

Згідно схеми на рис. 2 (а) формування внутрішнього відвалу здійснюється у торцевій частині з посуванням фронту гірничих робіт у напрямку протилежного торця кар'єру. Тимчасові транспортні комунікації розміщують на поздовжніх бортах кар'єру, а з'їзди, що ковзають розміщують у робочій зоні. Фронт внутрішнього відвалу переміщується вслід за фронтом гірничих робіт. При поперечному розвитку кар'єру від центру (рис. 2, б) відвал формується посередині. Напівстаціонарні транспортні комунікації бажано розміщувати на протилежному борту і в міру відпрацювання родовища переміщувати їх за фронтом гірничих робіт у напрямку торців кар'єру. Фронти внутрішнього відвалу переміщуються від центру до торців кар'єру. При формуванні діагональних схем (рис. 2, в) формування відвалу необхідно здійснювати паралельно фронту робіт. Транспортні комунікації формують напівстаціонарні з двох сторін діагонального фронту гірничих робіт, а з'їзди, що ковзають розміщують у робочій зоні.

Глибина кар'єру першої черги впливає на схеми формування внутрішніх відвалів. Так, при формуванні багатоярусного відвалу уздовж бортів залишаються транспортні комунікації для доступу до відвальних площадок ярусів.

Формування відвалів у плані визначає напрямок переміщення обладнання поверхнею з урахуванням його робочих параметрів і безпечних умов експлуатації (рис. 3, 4). Переміщення робочого обладнання в плані визначається розмірами ділянки складування порід розкриву й швидкістю посування відвальної заходки. На швидкість посування великий вплив здійснюють фізико-механічні властивості складованих порід та їхня стійкість, а також інтенсивність зсуву верхньої брівки свіжовідсипаних порід і довжина сформованої ділянки відвалу. Переміщення обладнання за човниковою безперервною схемою (рис. 3, а) при великій довжині відвалу може відбуватися, якщо його формування здійснюється без яких-небудь проявів зрушення призми відсипаних порід. Таке переміщення відвальних робіт у плані можливе при використанні обладнання незначної маси з подовженим робочим обладнанням.

Якщо ж відвальні породи піддаються процесам зрушення і виникають тріщини на верхній площадці, то можливо використовувати човникову схему переміщення обладнання з холостим поверненням на вихідну позицію (рис. 3, б). Така схема може бути використана при будь-якому відвальному обладнанні. За час переміщення у вихідну позицію відвальні породи отримують необхідну усадку і достатню стійкість. При незначній довжині фронту відвальних робіт переміщення відвальної заходки можливо здійснювати короткими ділянками (рис. 3, в). Таке переміщення не вимагає тривалого часу на перегін обладнання. Для такого відвала у процесі може бути використане будь-яке відвальне обладнання, що забезпечує достатню стійкість укусу відвалу.

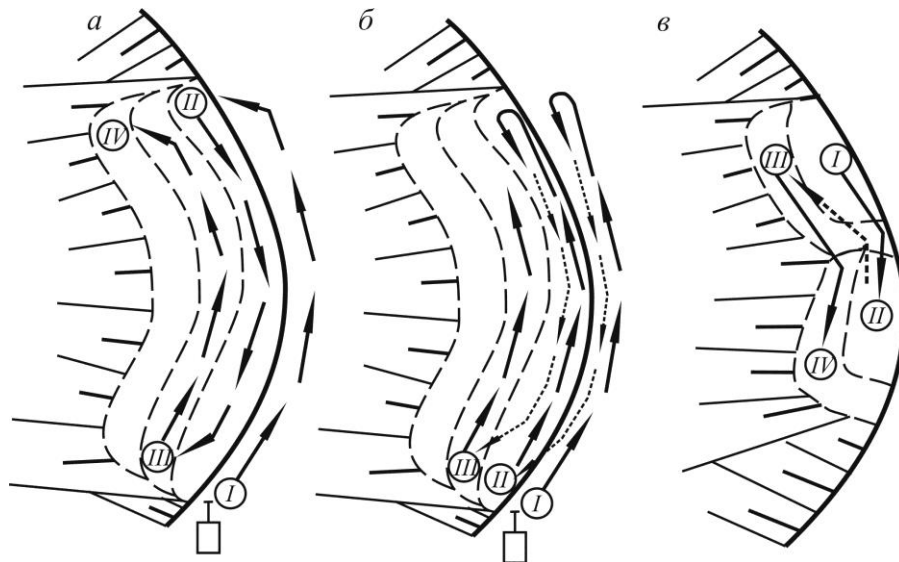


Рис. 3. Схеми формування внутрішнього відвалу в плані: *а* – човникова з безперервним переміщенням відвального обладнання на стійких площадках; *б* – човникова з холостим поверненням обладнання; *в* – відпрацювання з коротким по довжині відвальним фронтом:

- ▶ напрямок руху обладнання при формуванні відвалу
- - -▶ напрямок руху обладнання при холостому переміщенні
- Ⓛ позначка послідовності створення відвалу

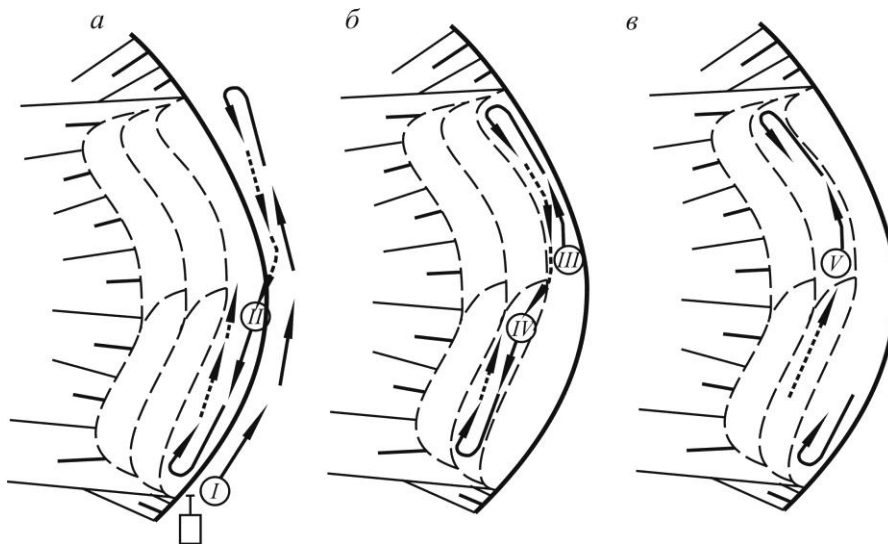
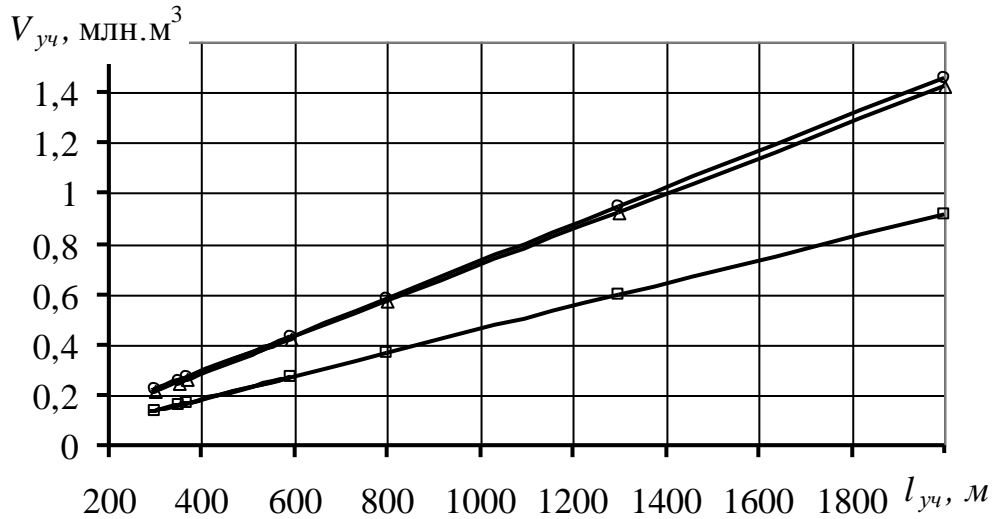


Рис. 4. Схеми формування внутрішнього відвалу в плані з рухом робочого обладнання від середини до «крил» відвального ярусу: *а, б, в* – відповідно, напрямки переміщення обладнання на різних етапах

Якщо відвальні породи є нестійкими і процес їх злежування є довгим, то можливо використовувати схему переміщення робочого обладнання відвального ярусу від середини до його крил (див. рис. 4). Така схема дозволяє мати ко-

ротке плече холостого ходу. За час відсипання одного з крил на другому відбувається усадка раніше відсипаних порід, збільшується стійкість укусу відвалу і площадки для розміщення робочого обладнання

а



б

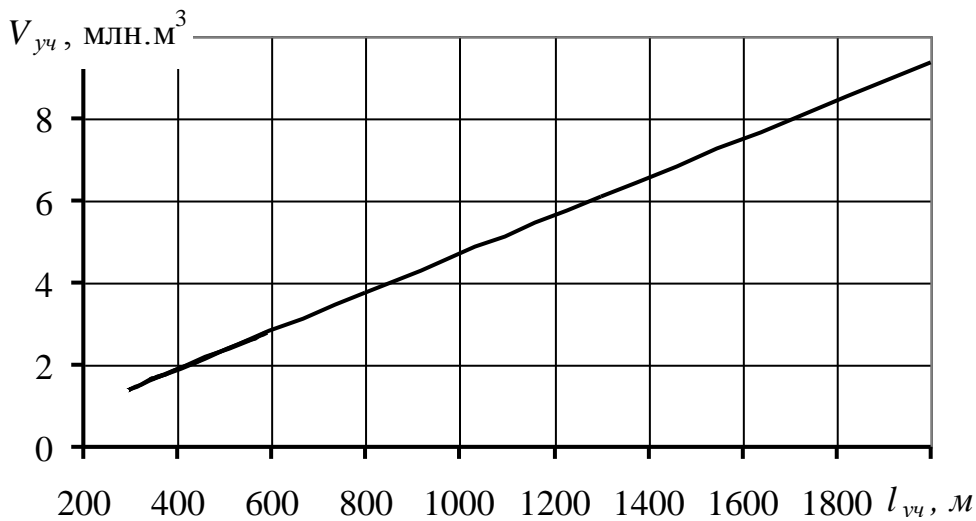


Рис. 5. Графіки залежності об'ємів розкривних порід від довжини ділянки внутрішнього відвалу при проходці однієї відвальної заходки екскаватором: а – породи розміщують екскаваторами механічна лопата, б – породи розкриву розміщують драглайном

—○— ЕКГ-6,3У —□— ЕКГ-8І —△— ЕКГ-12,5 — ЕШ-6/45

Об'єм заскладованої породи на ділянці до моменту початку зрушення умовно можна обмежити висотою розвантаження, оскільки далі розміщувати породу на даній ділянці стане неможливим. Таким чином, об'єм ($м³$) сформованої призми оповзання дорівнює:

$$V_{уч} = S_{уч} \cdot l_{уч} / K_p, \quad (1)$$

де $S_{уч}$ – площа призми оповзання до початку зрушення відвалу, м²;

$l_{уч}$ – довжина ділянки складування порід розкриву, м;

K_p – коефіцієнт розпушення породи.

$$S_{уч} = H_p^2 \operatorname{ctg} \alpha_o + \frac{1}{2} \left(\frac{2 \cdot H_p \cdot \operatorname{ctg} \alpha_o \cdot \sin(180 - \alpha_o) \sin \rho}{\sin(\alpha_o - \rho)} \right)^2 (\operatorname{ctg} \rho - \operatorname{ctg} \alpha_o), \quad (2)$$

де H_p – висота розвантаження екскаватора, м;

$\alpha_{об}$ – кут, що сформований породами розкриву, град.;

ρ – кут внутрішнього тертя порід розкриву, град.

На основі наведених залежностей виконані розрахунки обсягів породи, при роботі різнотипного обладнання при відсипанні однієї заходки різної довжини (рис. 5).

Криві на графіку рис. 5 показують що при формуванні внутрішнього відвалу чим вище здійснюється висота скидання порід розкриву тим більша поперечна площа, що формується з цих порід. При відсипанні порід, що розміщуються під кутом 40° при висоті скидання 6 м поперечна площа оповзання відвалу складає 480 м², при 8 м – 500 м², при 10 м – 1100 м², при 15 м – 2490 м². Зі збільшенням кута укосу відвала зменшується поперечна площа оповзання відвалу відповідно до графіку на рис. 4

Висновки. Наведена класифікація дозволяє визначити послідовність формування внутрішнього відвалу в межах глибокого кар'єру, черговість відпрацювання кар'єру і формування внутрішнього відвалу. При формуванні внутрішнього відвалу чим вище здійснюється висота скидання порід розкриву екскаватором, тим більша поперечна площа, яка формується з цих порід. Для поліпшення визначення об'ємів, що складають на відвальній ділянці для певного типу екскаватора розраховані і відображені показники на графіках рис. 5. Збільшення об'ємів відсипання відбувається пропорційно довжині відповідної ділянки. Наприклад, при відсипанні внутрішнього відвалу екскаватором ЕШ-6/45 при формуванні відвалу на ділянці довжиною 400 м складають об'єми у кількості – 2 млн м³, при довжині 1000 м – 4,6 млн м³, при 1400 м – 6,6 млн м³.

Відсипку відвальних заходок ведуть ділянками довжиною по 200-300 м. При утворенні небезпечних зрушень породи відвальні роботи на робочій ділянці припиняють і переносять на сусідню. Після стабілізації зрушення відвальних порід протягом 2-3 місяців, роботи на законсервованій ділянці відновляють. Загальний фронт відвальних робіт варто розділяти на 3-5 ділянок. Контроль за зрушенням відвальних порід здійснюють постійно шляхом маркшейдерських вимірів і візуально протягом усього строку роботи.

Перелік посилань

1. Дриженко А.Ю. Карьерные технологические горнотранспортные системы: монография / Дриженко А.Ю.; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. горн. ун-т. – Д.: НГУ, 2011. – 544 с.
2. Шапарь А.Г. Открытая разработка крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием / Шапарь А.Г., Лашко В.Т., Романенко А.В., Киковка В.Е.; Отв.ред.

Ефремов Э.И.; АН Украины. Ин-т проблем природопользования и экологии. – Киев: Наук. думка, 1992. – 115 с.

3. Симоненко В.І. Технологічні аспекти еколого- та ресурсозберігаючих технологій відпрацювання природених запасів при ліквідації нерудних кар'єрів / В.І. Симоненко, О.В. Черняєв, Л.С. Гриценко // Сб. научних трудов НГУ. – 2017. – Вип. 50. – С. 92-100.

ABSTRACT

The purpose is identification and classification the main ways and schemes of placing internal dumps.

The methods of investigation consist of determining the schemes of forming internal dumps, their analyzing and subsequent classification.

Findings. The demonstrated classification allows to determine the sequence of formation the internal dump within a deep open pit and the priority working off an open pit and formation the internal dump. The higher altitude rock dumping overburden is carried out by excavator, the larger transversal area, which is formed from these rocks in the internal dump.

Originality. The classification of technological schemes the formation internal dumps is given. An analytical dependence of the prism area the shift of rock mass from the parameters of the equipment and the physical and mechanical properties of rocks was obtained.

Practical implications. The received classification of schemes for the formation of internal dumps is destined for projects.

Keywords open pits, internal dumps, classification of technological schemes

УДК 622.272+541.1

© А.А. Гайдай, В.Ю. Медяник, И.С. Строга

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С УПРАВЛЕНИЕМ КАЧЕСТВА ГОРНОЙ МАССЫ В УСЛОВИЯХ ШАХТ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

© A. Haidai, V. Medyanik, I. Stroga

SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS FOR THE DEVELOPMENT OF COAL LAYERS WITH MANAGEMENT OF QUALITY OF MINING MASS IN THE CONDITIONS OF MINES OF WESTERN DONBASS

Обоснованы технологические параметры, влияющие на выбор схем разработки угольных пластов, а также позволяющие эффективно управлять качеством добываемой горной массы из очистных забоев. Предложены мероприятия позволяющие, получить твёрдое топливо с характеристиками отвечающим техническим требованиям по сжиганию.

Применяемыми методами исследований являлись: комплексный аналитический, включающий исследования физико-механических свойств горных пород вмещающих угольные