

УДК 622.271.3

© А.Ю. Дриженко, А.А. Адамчук, Тамуя Садо Арманд, В.Г. Тельнов

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВНУТРІШНІХ ВІДВАЛІВ У ВИРОБЛЕНОМУ ПРОСТОРИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГЛИБОКИХ КАР'ЄРІВ**

© A. Drizhenko, A. Adamchuk, Tamouya Sado Armand, V. Telnov

### **RESEARCH OF INSIDE DUMP PARAMETERS IN WORKED-OUT AREA OF DEEP OPENCAST MINES**

Розглянуто досвід спорудження внутрішніх відвалів в умовах відроблених глибоких кар'єрів. Запропоновано низку схем ведення внутрішнього відвалоутворення на відроблених надглибоких кар'єрах. Обґрунтовані параметри формування упорних призм внутрішніх відвалів.

Рассмотрен опыт сооружения внутренних отвалов в условиях отработанных глубоких карьеров. Предложен ряд схем ведения внутреннего отвалообразования на отработанных сверхглубоких карьерах. Обоснованы параметры формирования упорных призм внутренних отвалов.

**Вступ.** Удосконалення шляхів ефективного освоєння мінерально-сировинної бази держави є основою інтенсифікації виробництва різних галузей промислової та будівельної індустрії. Проте повсюдне погіршення гірничо-геологічних умов залягання родовищ корисних копалин у надрах Землі ускладнює роботу гірничих підприємств, призводить до низьких темпів впровадження досягнень науково-технічного прогресу. Затримка постачання матеріальних і енергетичних ресурсів, а також недосконала організація й керування основними технологічними процесами суттєво стримують розвиток економіки, вимагають постійного зростання витрат на добування корисних копалин. У цьому зв'язку необхідні темпи підтримки й зростання витрат на добування корисних копалин сумісно з підвищенням ефективності роботи гірничих підприємств повинні досягатися за рахунок переважного розвитку найбільш економічного відкритого способу розробки, що забезпечує максимальну концентрацію виробництва, високу продуктивність праці та низьку собівартість продукції.

Оскільки гірничо-геологічні умови й глибина залягання родовищ досить різноманітні, а засоби механізації виробничих процесів відрізняються високою продуктивністю, ефективно їх використання дозволяє удосконалювати технологію відкритих гірничих робіт в широких межах з високими техніко-економічними показниками. Сучасні вимоги до подальшої експлуатації потужних родовищ залізних і марганцевих руд, флюсового вапняку, кам'яного і бурого вугілля, будівельних гірських порід зі складними гірничотехнічними умовами та високими коефіцієнтами розкриття обумовлюють доцільність роботи під-

приємств з оптимальними параметрами й найбільш удосконаленим графіком режиму гірничих робіт упродовж усього терміну експлуатації, складуванням порід розкриву до виробленого простору діючих кар'єрів, виконанням заходів щодо охорони довкілля та відновлення продуктивності порушених земель.

**Основна частина.** Загальна економічна ефективність ведення відкритих гірничих робіт полягає у видобуванні корисних копалин в межах кар'єрного поля з найменшою собівартістю та максимальним збереженням цілості природного середовища й відновленням (рекультивацією) порушених земель у максимальних обсягах з показниками, близькими до початкового їх стану або кращими за існуючі. На підставі цього **гірничя технологія** може бути сформульована як сукупність прийомів і способів зміни природного стану надр Землі з метою одержання мінеральних продуктів із заданими техніко-економічними показниками. При цьому слід відзначити, що відкрита розробка родовищ корисних копалин проводиться у різноманітних гірничо-геологічних умовах з вийманням як м'яких, так і скельних гірських порід на значних глибинах за допомогою різноманітного виймально-навантажувального обладнання. Врахування їх параметрів та удосконалення суттєво підвищує ефективність відкритих розробок порівняно з підземними.

На підставі аналізу техніко-економічних показників видобутку залізних руд відкритим способом, який за обсягом виробництва, кількістю й складністю технологічних процесів є превалюючим в Україні, встановлено основні виробничі показники, що формують собівартість 1 т сировини. Так, протягом 1985 – 1996 рр. вказані чинники на залізорудних гірничо-збагачувальних комбінатах України змінювались наступним чином: втрати руди при вийманні з надр становили 1,5 – 3,5 %; засмічення – 1,3 – 3,9 %; потоковий коефіцієнт розкриву складав 0,74 – 2,74 м<sup>3</sup>/т; витрати електроенергії на видобування руди і порід розкриву відповідно становили 1,63 – 5,54 і 2,3 – 7,93 кВт·год/м<sup>3</sup>. В 2011 – 2017 рр. втрати руди склали 0,33 – 4,27 %, її засмічення – 0,28 – 4,01 %. Загальна ж величина собівартості видобутку 1 т сирової руди в 1985 – 1990 рр. складала 3,3 – 5,1 руб., в 1996 р. – 10,86 – 18,06 крб, а в 2011 – 2017 рр. – 15,54 – 47,10 грн. [1, 2]

Слід відзначити, що залізорудна сировина в Україні представлена, в основному, трьома промисловими типами: багатими магнетит-гематит-мартитовими рудами, магнетитовими залізистими кварцитами й оолітовими бурими залізняками. Багаті руди видобувають підземним способом, магнетитові кварцити – в основному відкритим. Видобування бурих залізних руд за низькими техніко-економічними показниками натепер призупинено. Станом на 2018 р. в Україні на балансі було зафіксовано 80 родовищ залізних руд із загальними запасами 31,85 млрд т. [2]

Відомо, що залізорудні родовища залягають у надрах під кутами 60 – 90° до горизонту й мають горизонтальну потужність від 80 – 120 до 500 – 1300 м. Кінцева глибина кар'єрів за час експлуатації послідовно збільшується від 150 – 300 до 500 – 705 м і в перспективі може становити 800 – 1000 м. Відповідно до цього нарощувалася їх потужність, застосовувалося більш потужне гірничотра-

нспортне обладнання, корегувалися параметри розкриття й системи розробки нижніх горизонтів. Породи розкриття повсюдно складаються у зовнішніх відвалах, що призвело до суттєвого порушення доквітля. Площа ж рекультивованих земель незначна.

Окислені залізисті кварцити, що попутно видобуваються на деяких кар'єрах, до останнього часу не використовують у збагачувальному переділі та складують до зовнішніх відокремлених відвалів. Проте досвід роботи Центрального гірничо-збагачувального комбінату свідчить, що вони можуть бути залучені для отримання високоякісного концентрату з використанням складної технології збагачення. Крім того, відомі окремі ділянки родовищ бідних залізних руд, що до останнього часу недостатньо вивчені та розвідані. У перспективі вони можуть слугувати резервом для підтримки виробничих потужностей діючих підприємств. До них відносяться Орхівська група родовищ залізистих кварцитів Орхівсько-Павлоградської аномалії, Приазовський залізорудний район, Теплівське та Чортомлицьке родовища, магнетитові кварцити в полях діючих шахт Кривбасу.

Поряд із залізорудними родовищами в Україні здійснюють великомасштабну розробку марганцевої й титанової руд, флюсових і гірських будівельних порід та бурштину, є перспективи відновлення видобування бурого вугілля у великих масштабах. Умови залягання таких родовищ у надрах переважно горизонтальні. Це дозволяє при їх експлуатації широко застосовувати системи розробки зі складуванням порід розкриття до виробленого простору кар'єрів із використанням потужного гірничотранспортного устаткування. На підставі цього порушення доквітля ведеться у мінімально можливих обсягах, а вартість видобувних робіт порівняно із залізорудними кар'єрами відносно невелика.

Видобування корисних копалин відкритим способом із самого початку експлуатації кар'єрів супроводжується вийманням, транспортуванням і складуванням порід розкриття та некондиційної сировини у постійні та тимчасові відвали. Підвищення якості бідних корисних копалин (залізисті кварцити, вугілля, титанові та поліметалічні руди тощо) й переробка будівельних гірських порід у товарну продукцію (щебінь та пісок) характеризуються відходами певної частини гірничої маси, які розміщують у хвостосховищах та відвалах.

Практика ведення відкритих гірничих робіт показує, що розміри кар'єрного поля, тип родовища та його кінцева глибина відпрацювання у сукупності з характеристиками виймально-навантажувального й транспортного устаткування відіграють вирішальну роль на місці розташування відвалів і механізацію відвальних робіт. Так, відпрацювання пологих родовищ з видобуванням корисної копалини одним-двома уступами на значній площі повсюдно характеризується складуванням порід розкриття до внутрішніх відвалів. Збільшення кількості уступів до 3 – 4 і більше з видобування корисної копалини характеризується введенням у дію паралельно з внутрішніми також і зовнішніх відвалів. Різке зменшення площі земної поверхні кар'єрного поля, що характерно для кар'єрів з видобування будівельних

гірських порід, призводить до експлуатації тільки зовнішніх відвалів. Така ж ситуація характерна й для крутих родовищ, де виймальні гірничі роботи супроводжуються систематичним зниженням дна кар'єрів.

Розробка похилих і крутих родовищ корисних копалин характеризується повсюдним розміщенням порід розкриву до зовнішніх відвалів. При цьому відвальна маса переважно представлена скельними різновидами, що дозволяє формувати відвали висотою до 80 – 120 і більше метрів. Відстань розташування відвалів від кар'єрів суттєво впливає на тип механізації відвальних робіт. Так, при розміщенні відвалів на відстані до 5 км від кар'єру економічно вести відвальні роботи з доставкою порід розкриву автосамоскидами й укласти їх бульдозерами. Збільшення ж відстані дає перевагу переміщенню порід розкриву до місця складування залізничним транспортом з укладанням їх однокішовими екскаваторами, переважно прямими мехлопатами.

Технологія, механізація й організація відвальних робіт становить основу процесу відвалування при відкритій розробці родовищ корисних копалин. Від чіткого й безаварійного виконання відвальних робіт суттєво залежать техніко-економічні показники гірничотранспортного устаткування й кар'єру у цілому. Місце розташування відвалу в межах гірничого відводу відіграє вирішальну роль у виборі засобів транспортування порід розкриву, що в свою чергу передбачає заздалегідь і рівень механізації їх складування. Слід також відзначити, що при розміщенні відходів виробництва до виробленого простору в кар'єрі найпростіше вирішується питання з рекультивації порушених земель, особливо у сільськогосподарському напрямку. Експлуатація зовнішніх відвалів потребує певного відчуження земної поверхні для складування відходів виробництва. Такі відвали у більшості випадків мають досить велику висоту, що потребує значних ресурсів і коштів для їх рекультивації.

Досить різноманітні умови ведення розкривних робіт слугують підставою для класифікації відвалів не тільки за умови розміщення їх відносно контуру експлуатованого кар'єру, але й типу виймально-навантажувального устаткування, технологічних схем його використання, взаємодії з певними кар'єрними транспортними засобами та на завершальній стадії – механізації укладання порід розкриву до відвалу. Сумісне вирішення питань механізації виробничих процесів у кар'єрі й на відвалі дозволяє вести відкриті гірничі роботи з великою ефективністю.

Одним із напрямів зменшення площі порушених земель є складування порід розкриву у виробленому просторі глибоких кар'єрів. Для спрощення організації виконання відвальних робіт і забезпечення мінімальних витрат на транспортування порід розкриву засипання відроблених кар'єрів бажано здійснювати з денної поверхні одним ярусом на повну глибину відпрацювання. Можливість застосування даної технологічної схеми обумовлена глибиною кар'єру та фізико-механічними властивостями складованих порід. Якщо стійка висота відвального ярусу дорівнює глибині кар'єру, то він засипається одним уступом. Коли глиби-

на кар'єру більше стійкої висоти ярусу, формування внутрішніх відвалів здійснюється уступами з максимальною висотою кожного за умовами безпеки.

Натепер глибина виробленого простору деяких кар'єрів перевищує 300 – 400 м. Тому при формуванні внутрішніх відвалів ярусами великої висоти необхідно забезпечувати їх стійкість й безпечні умови відсипання. Немаловажне значення у вирішенні поставлених проблем може мати накопичений досвід відсипання високих відвалів до виробленого простору глибоких кар'єрів. Так, при розробці Карагайського магнетитового кар'єру складування порід розкриття виконували у виробленому просторі примикаючого до нього Гологірського кар'єру. У початковий період відсипання внутрішнього відвалу висотою 144 м здійснювали автосамоскидами із спеціальних розвантажувальних платформ, які встановлювали на верхній площадці відпрацьованого борту. У міру заповнення першої відвальної західки платформи переміщували уздовж фронту відвальних робіт. Надалі, при зниженні висоти відвалу, наступні відвальні західки відсипалися автосамоскидами безпосередньо під укіс через захисний вал.

Складування порід розкриття кар'єру №1 Центрального гірничо-збагачувального комбінату у Кривбасі здійснювали як у ближні бульдозерні, так і у віддалені екскаваторні відвали. Бульдозерні відвали розташовувалися у зонах порушення земної поверхні підземними рудниками ім. Комінтерну, Карла Лібкнехта та Фрунзе по східному борту кар'єру, уздовж якого був відсипаний захисний вал обсягом 8,5 млн м<sup>3</sup>. У процесі відсипання порід стійка висота скельних відвальних ярусів на окремих ділянках перевищувала 80 м. Для безпечного засипання провалів і раціонального використання зсувних явищ уздовж усього фронту провалу відсипали глини, на які складували скельні породи розкриття. У міру нагромадження об'єму скельних порід до критичного значення по глинистих прошарках відбувалися зсуви, що утворювали випереджаюче заповнення зон провалів. Об'єм заскладованих порід склав близько 32 млн м<sup>3</sup> [1].

У виробленому просторі відпрацьованого кар'єру "III Геофізичний" рудника ім. 20-річчя Казахської РСР також виконувалось формування внутрішніх відвалів. Сюди перевозили й складували породи розкриття з кар'єрів "Південний" та "V Геофізичний". Відсипання порід здійснювали одним ярусом висотою 150 м при куті укосу 36°. Загальний обсяг заскладованих порід склав 9,5 млн м<sup>3</sup>. Розвантаження автосамоскидів здійснювали на відстані 5 м від верхньої брівки відвального ярусу з наступним переміщенням породи під укіс бульдозером. Після того як ширина відвальної західки верхом досягала 0,5 – 1 м, відсипання породи припинялось на дві-три доби. У процесі ущільнення й осідання поверхні відвалу за цей період додатково підсипали породу у верхню частину ярусу до рівня сформованого уступу. Встановлено, що для забезпечення безпосереднього розвантаження автосамоскидів під укіс відвальних ярусів необхідно дотримувати певну швидкість посування фронту відвальних робіт, яка при висоті ярусів 50, 80, 100 і 140 м відповідно дорівнює 3; 2,5; 2,3 і 1,9 м за добу [3].

При розробці Алтин-Топканського нагірного кар'єру складування порід розкриття проводили в ущелині з дуже крутим і стрімчастим схилом. Верхні

уступи кар'єру підіймалися над дном ущелини на 250 – 300 м. Породи доставляли автосамоскидами й укладали у відвал бульдозером. Спостереження за процесом відсипання відвалу показали, що через деякий час після початку робіт у нижній його частині відбувався підшовний зсув, що приймав форму "язика", довжина якого іноді досягала 80 – 100 м. Це явище відбувалося внаслідок видавлювання породи через недостатнє зчеплення її з підшовою відвалу. При вивченні причин виникнення деформацій працівниками кар'єру було встановлено, що лінія перегину зсуву  $O$  завжди лежить на перпендикулярі  $AA_1$ , який відновлено з нижньої брівки відвалу до його укосу (рис. 1). Це дозволило припустити, що сили, які викликають деформацію, діють не на площину  $AB$ , а на уявлювану грань  $AO$  призми  $AOB$ , що слугує упором для відсипаного шару породи. Під дією цих сил призма зсувається по підшві відвалу й шар породи, що позбавився опори, сповзає під укіс і приймає форму  $COA_1$ . Оскільки це явище відбувалося й з наступними шарами, деформація відвального насипу продовжувалася доти, поки сили, що зрушують уявлювану призму  $A_1OB$ , не були урівноважені силами зчеплення порід зсуву об підшову [3].

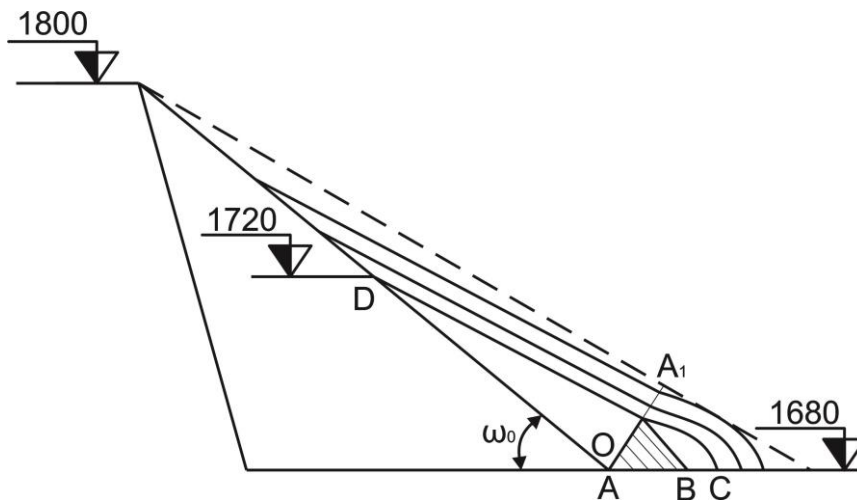


Рис. 1. Схема розвитку зсуву у нижній частині відвалу Алтин-Топканського кар'єру

Спостереження показали, що деформації шарів породи у перший період утворення високого відвалу відбувалися досить часто, але завжди набагато раніш, ніж відповідний шар відсипався до верхньої брівки відвалу. У результаті деформацій окремих шарів об'єм породи у підшовному зсуві поступово збільшувався й при досягненні достатньої величини припинявся. Поверхня відвалу приймала стійку форму, причому кут її нахилу завжди був менше кута природного укосу складованих порід. Тільки після цього наступні шари породи, що укладали під кутом природного укосу, досягали верхньої брівки відвалу. Виникаючі знов деформації відбувалися у тій же послідовності, але вже за межами сталої стійкої поверхні відвалу.

Деформації укосів не є закономірністю для усіх високих відвалів. На підставі накопиченого досвіду виробництва відвальних робіт цей процес відбувається при похилій чи рівній підшві відвалу зі слабкими породами при недостатніх міцнісних характеристиках складованих порід, наявності в них глинистих різновидів, снігу, льоду та води. Відпрацьовані надглибокі кар'єри характеризуються рівним дном із міцних порід. Укуси неробочих бортів на більшу частину висоти також складені скельними та напівскельними породами. У цих умовах при засипанні кар'єрів міцними породами розкриву внутрішні відвали при куті нахилу  $34 - 36^\circ$  можуть мати достатню стійкість при досить великій висоті.

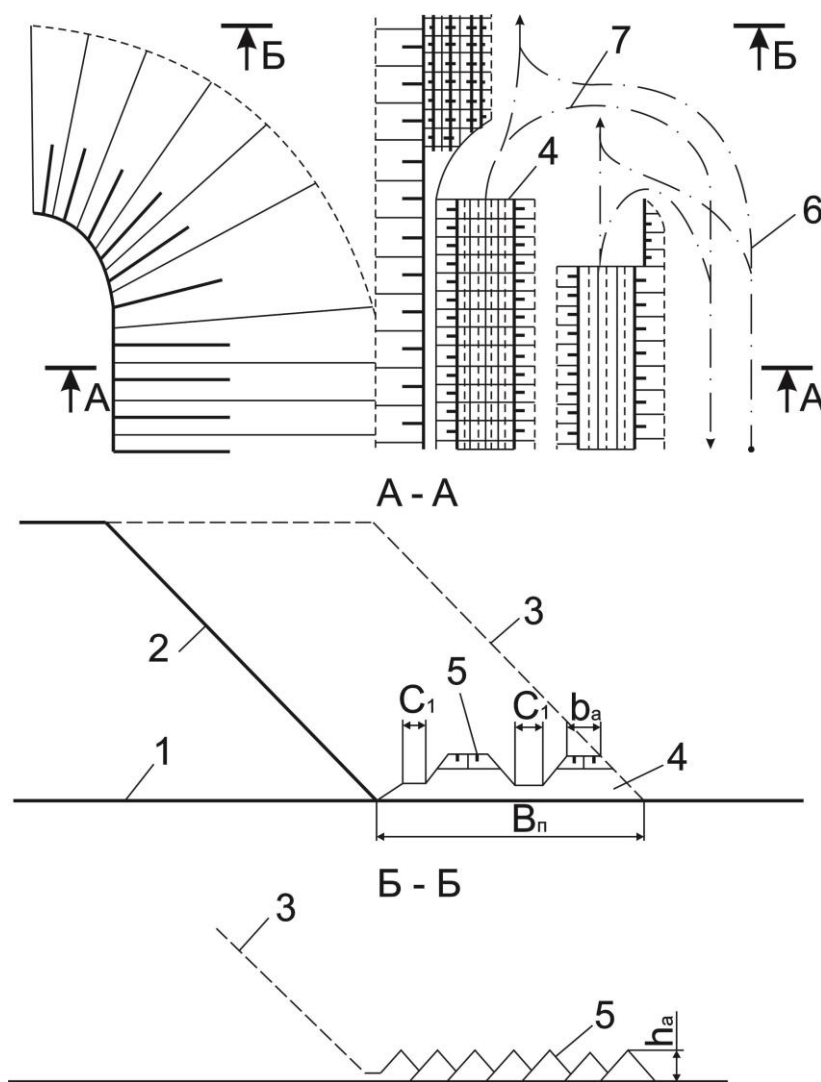


Рис. 2. Схема до розрахунку параметрів підпірної призми: 1 – підшва відвалу; 2, 3 – положення укосу відвалу при відсипанні першої та другої західок; 4 – підпірна призма; 5 – конус породи при вивантаженні з автосамоскиду; 6, 7 – траса руху навантажених і порожніх автосамоскидів

Оскільки засипання виробленого простору може здійснюватися в умовах діючих кар'єрів, що характеризуються великою глибиною, високою інтенсивністю посування фронту відвального уступу й розміщенням на верхній площадці важкого гірничотранспортного устаткування, для безпеки робіт і підвищення стійкості внутрішнього відвалу в його нижній частині варто створювати додаткові зусилля, що перешкоджають зсуву. Ця умова забезпечується упором нижньої брівки внутрішнього відвалу в протилежний борт кар'єру або в спеціально відсипану підпірну призму зі скельних порід (див. рис. 2) [1]. Залежно від величини кутів нахилу бортів кар'єру й ширини його дна гірничотранспортні системи поділяють на одно- і двосторонні, поперечні та поздовжні. На діючому кар'єрі в його відпрацьованій чи тимчасово законсервованій частині можливо здійснювати роздільне укладання порід розкриву за різними видами з наступною розробкою та вивезенням їх на денну поверхню. Висота внутрішніх відвальних уступів  $H_y$  (м) регламентується мінімальною відстанню перевезення порід розкриву внутрішньокар'єрним транспортом і може змінюватися від 15 до 60 м і більше.

Підпірні призми у підосві внутрішнього відвалу або відвального ярусу формують бульдозерами з доставлених автотранспортом скельних порід. Ширина їх  $b_n$  (м) повинна відповідати ширині відвальної західки  $b_z$  (м). Залежно від необхідного об'єму підпірна призма формується з одного-трьох і більше шарів, які щільно прилягають один до одного у вигляді конусів породи, що вивантажена з автосамоскидів. За фронтом робіт будівництво підпірної призми повинно випереджати розвиток відвального уступу (див. рис. 2).

При засипанні відпрацьованих кар'єрів або їх ділянок породи розкриву до верхньої площадки внутрішнього відвалу найчастіше доставляють залізничним транспортом. Укладання їх у відвал може виконуватися бульдозером або одноківшовим екскаватором. Для запобігання зсувів поверхні відвалу у його тіло необхідно укласти тільки скельні породи без глинистих включень. Застосування драглайнів для засипання кар'єрів переважніше, оскільки вони відсипають західку шириною в 3 – 5 разів більше, ніж кар'єрні мехлопати. Більший крок переукладання залізничних колій та віддаленість їх від верхньої брівки відвалу дозволяють відсипати внутрішні відвали драглайнами більш економічно й безпечно.

Скельні породи укладають у нижню частину кар'єру й покривають зверху глинами та ґрунтовою масою. Поділ їх по висоті залежить від об'єму й різновидів порід розкриву, які направляються для засипання кар'єру. При невеликій потужності укладених м'яких порід відновлена поверхня характеризується незначними осіданнями й може передаватися землекористувачам незабаром після закінчення робіт. У разі укладання у верхню частину виробленого простору м'яких порід потужністю 20 – 30 м і більше через 1 – 2 роки необхідно робити підсипання та вирівнювання ущільненої поверхні й тільки після цього укласти на неї ґрунтовий шар.



Як приклад утворення внутрішніх відвалів при розробці крутоспадних родовищ може слугувати досвід засипання кар'єру №1 НКГЗК, в якому розміщували скельні породи розкриву з кар'єру 2-біс цього ж комбінату. Попередньо за проектом ПВДЕНДІПРОРУДИ засипання виробленого простору відробленої південно-східної частини кар'єру планувалося виконувати трьома ярусами висотою по 60 м. При цьому для складування порід на двох верхніх ярусах необхідно було пройти капітальну напівтраншею шириною 20 м і укласти 3,5 км залізничної колії. Її проведення вимагало розносу борту кар'єру на 40 м. Унаслідок цього обсяг гірничопідготовчих робіт склав би 3,8 млн м<sup>3</sup>. Підготовку відвального тупика одним екскаватором ЕКГ-4,6 треба було б здійснювати протягом 4 років.

Для скорочення обсягів гірничопідготовчих робіт, забезпечення мінімальних витрат на транспортування порід розкриву і спрощення організації внутрішнього відвалування за рекомендаціями Дніпропетровського гірничого інституту [4] засипку відробленого кар'єру №1 здійснюють екскаватором ЕКГ-6,3УС. Доставку скельних порід розкриву здійснюють залізничним транспортом одним ярусом (рис. 3). У початковий період його висота становила 174 м, а на кінець 1983 р., після засипання нижніх уступів, уже склала 100 – 110 м. Стійкість екскаваторного відвального ярусу забезпечують розміщенням у його підшві бульдозерного відвалу, куди породи розкриву доставляли з північного торця діючого кар'єру №1 автотранспортом [5].

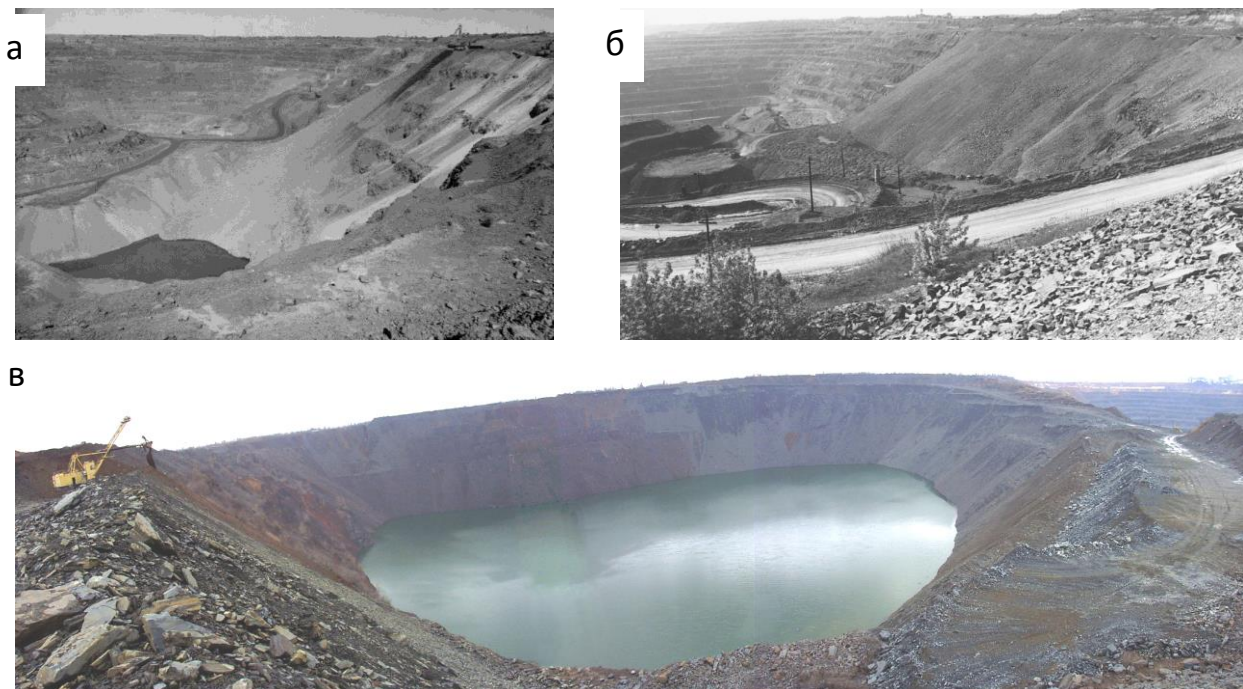


Рис. 3. Засипка виробленої ділянки кар'єру №1 НКГЗК скельними породами розкриву в 1979 р. (а), в 1983 р. (б), в 2017 р. (в)

Натепер у виробленому кар'єрі № 1 відсипано суцільний внутрішній відвал по всьому його периметру, а дно повністю затоплене (див. рис. 3. в), через

що можливість відвалоутворення є лише із земної поверхні. Під дією сили ваги екскаватора ЕШ-5/45 на відсипану відвальну західку, відбувається просадка гірничої маси й виникає ризик її обвалення у вироблений простір. На відвально-перевантажувальних роботах виникає висока ймовірність пошкодження обладнання та створюється небезпечна ситуація для співробітників комбінату. У зв'язку із цим фахівцями Національного гірничого університету пропонується у схемах екскаваторно-відвальних робіт застосовувати гідромонітори [6]. Завдяки дії енергії струменя води можливе збільшення об'єму внутрішнього відвалу за рахунок формування його укусу під кутом  $20^\circ$  і менше. Воду для роботи гідромонітора доцільно брати із суміжного кар'єра № 2-біс, або із кар'єра № 1 безпосередньо.

**Висновки.** Засипання відроблених кар'єрів або їх ділянок веде не тільки до раціонального використання земельних ресурсів при гірничих роботах, а й суттєвому зменшенню витрат на видобуток корисної копалини за рахунок зменшення відстані транспортування порід розкриття та виплат за порушення сільськогосподарських земель зовнішніми відвалами. Тому під час експлуатації групи родовищ після розробки кар'єрів першої черги до граничних контурів доцільно вести їх засипку породами розкриття із суміжних кар'єрів за розглянутою технологією.

#### Перелік посилань

1. Дриженко, А. Ю. (2014). Відкриті гірничі роботи : підручник. Дніпропетровськ: НГУ.
2. Бабець, С. К., Мельникова І. Є., Гребенюк, С. Я., & Лобов, С. П. (2015). Дослідження техніко-економічних показників гірничовидобувних підприємств України та ефективності їх роботи в умовах змінної кон'юнктури світового ринку залізної руди : монографія. Кривий Ріг: Вид. Р. А. Козлов.
3. Анисимов, О. А. (2015). Технология строительства и разработки глубоких карьеров: монография. Днепропетровск: ГВУЗ "НГУ".
4. Drizhenko, A., Shustov, O., & Adamchuk, A. (2016). Prospects for future mining of steep iron-ore deposits in the context of Kryvbas. *Metallurgical and Mining Industry*, (10), 46-52.
5. Шустов, А. А. (2017) Установление технико-экономических показателей работы карьерных автосамосвалов в комплексе с крутонаклонными конвейерами. *Збірник наукових праць НГУ*, (51), 94-103.
6. Дриженко, А. Ю., Адамчук, А. А., Нікіфорова, Н. А., & Козенко, Г. В. (2017). Спосіб підготовки до рекультивації відробленого та заповненого водою залізородного кар'єру. Патент № 117069, Україна.

#### ABSTRACT

**Purpose.** To research the parameters of development and overburden storing in worked-out area of opencast mines in use observing measures of environmental protection and reclaiming disturbed lands.

**The methods** of research is experience generalization of overburden discharging in worked-out area of deep opencast mines and analytical justifying of its efficiency.