

4. Dos Santos J. A. Sandwich Belt High Angle Conveyors 2007-Progress to Date.
5. Piper D. et al. Building a mining industry: From the base up //Australia's Paydirt. – 2015. – Т. 1. – №. 225. – С. 18.
6. Kennedy B. A. (ed.). Surface mining. – SME, 1990.
7. Haron C. H. C., Jawaid A. The effect of machining on surface integrity of titanium alloy Ti-6% Al-4% V //Journal of Materials Processing Technology. – 2005. – Т. 166. – №. 2. – С. 188-192.

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ РОЗРОБКИ ВИДОБУВНИХ УСТУПІВ НА ОБВОДНЕНИХ РОДОВИЩАХ ТИТАНУ

Б.Ю. Собко, О.В. Ложніков, Національний гірничий університет, Україна

А.М. Гайдін, ТОВ «Інститут ГІРХІМПРОМ», Україна

А.М. Лазніков, «Мотронівський ГЗК», Україна

Представлені результати досліджень, проведених з метою обґрунтування раціональних технологічних схем освоєння найбільш перспективних титано-цирконієвих та титано-апатитових родовищ України. Обґрунтовано область застосування підводного способу розробки нестійких руд у комбінації з механічним розкритом. Доведена можливість зменшення площ порушених земель за рахунок розміщення відходів збагачення на внутрішніх відвалах кар'єру. Подано рекомендації з оптимізації посттехногенного рельєфу гірничого відводу кар'єру з видобутку титано-цирконієвих руд.

Україна має великі запаси титанових руд у корінних і розсипних родовищах. До нинішнього часу в експлуатації знаходяться родовища, які залягають на невеликій глибині та потребують помірних витрат на розкриті роботи. Однак запаси таких родовищ стрімко вичерпуються. Настає черга відробляти родовища на великих глибинах із складними гідрогеологічними й інженерно-геологічними умовами.

В той же час освоєння нових родовищ проходить на фоні соціально-політичних змін в Україні. Серед основних тенденцій, які впливають на умови освоєння нових родовищ, найбільшу роль відіграють обмеженість земельних ресурсів, підвищення екологічних стандартів, зростання вартості енергії та загострення конкуренції.

Титанові родовища України представлені двома типами: корінними магматичними та розсипними. Останні підрозділяються на континентальні і морські. Прикладом магматичних титано-апатитових родовищ є Стремигородське, Федорівське, Видиборське, Носачівське. До розсипних континентальних відносяться родовища Іршанської групи та унікальне Малишевське родовище – морського генезису.

На сьогодні вже триває освоєння Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського родовища. Проводяться роботи з проектування відкритої розробки магматичного Стремигородського родовища з його потужною корою вивітрювання. Руда Мотронівсько-Анівської ділянки являє собою тонкозернистий глинистий пісок-пливун з малою водовіддачею, що не дозволяє застосувати звиклі методи осушення. На Стремигородському родовищі значна частина запасів зосереджена в корі вивітрювання, яка представлена каоліном пластичної консистенції. Наявність напірних вод нижче пласта каолінової руди створює умови для випинання і розріджування глини.

Проблемам оптимізації технології розробки родовищ титану присвячений ряд публікацій. Сучасна технологія розробки розсипних родовищ і шляхи її вдосконалення даються в монографії Б.Ю. Собко [1]. В статті Н.А. Головача і В.П. Воловика [2] дається опис розвитку

технології гірничих робіт на Іршанських розсипах. Зокрема показано, що застосування драг і земснарядів виявилось не ефективним внаслідок великих втрат і розубожування руди.

В результаті багаторічного досвіду відпрацьована технологія розробки розсипів, яка складається з наступних операцій: 1) розробка покриваючих порід крокуючими екскаваторами з транспортуванням породи у внутрішні відвали; 2) видобуток руди з викладкою в бурти; 3) розмив руди гідромонітором і перекачка на фабрику; 4) перекачка піщаних і глинистих відходів збагачення у хвостосховище; 5) перекачка води з хвостосховища на фабрику та до пульпонасосної станції в кар'єрі. Ця технологія була закладена і в проект освоєння обводненої частини Малишевського родовища.

Однак проведені в процесі розкривних робіт гідрогеологічні дослідження показали, що тонка зернистість руди обумовлює її пливунні властивості, що виключає можливість осушення родовища і застосування традиційного способу експлуатації. Тому в роботі [3] автори обґрунтували необхідність застосування комбінованої системи розробки: механічного розкриву та видобутку руди за допомогою земснарядів.

Значний досвід з підводної розробки родовищ корисних копалин напрацьований іноземними фахівцями при відпрацюванні прибережних морських розсипів в Австралії, Індії, Америки, Нової Зеландії, де корисну копалину видобувають з-під води земснарядами або драгами [4]. Виконані дослідження показують, що земснаряди для видобутку руди можуть комплектуватися установкою для збагачення, яку монтують на баржах. Це дозволяє отримувати чорновий концентрат у середині кар'єру і подавати його на поверхню.

Більш детальний аналіз підводного способу розробки Іршанських родовищ континентального генезису, що виявився неефективним при застосуванні у 70-х роках минулого століття, дозволив встановити ряд ключових факторів. По-перше Іршанські родовища мають складну форму рудних покладів, по-друге – змінний вміст корисних копалин, а оскільки рудний пісок виймався багаточерпаковими драгами то було неможливо встановити чіткий контроль за складом пульпи. Це і було причиною наднормативних втрат і розубожування корисної копалини.

Порівняння Мотронівського розсипу з Іршанськими родовищами показує, що перший – це рудний поклад представлений древнім прибережно-морським утворенням, у той час як інші є родовищами континентального генезису. Отже Мотронівський розсип має горизонтальне залягання, рівний рельєф покрівлі і підосви, що зменшує небезпеку втрат і розубожування руди.

В 2015 р в Мотронівському кар'єрі змонтовано землесосний снаряд і розпочаті дослідно-промислові роботи, які повністю підтвердили можливість застосування гідромеханічного способу розробки обводненої частини покриваючих порід і видобутку рудного піску. Виконаний розрахунок показав, що для ефективної роботи кар'єру повинні працювати по меншій мірі два земснаряди. Перший із них розробляє 16 – метрову товщу піску сарматського ярусу і наміває з них у виробленому просторі призму, яка буде служити основою для внутрішніх відвалів глинистих порід. Другий земснаряд видобуває руду і перекачує її пульпу на збагачувальну фабрику. Обґрунтовані стадії освоєння родовища, включаючи складування розкривних порід, а також відходів збагачення у виробленому просторі. Прийнято рішення переглянути існуючий проект.

При застосуванні комбінованого способу можливі варіанти: 1) з розміщенням збагачувальної фабрики за межами кар'єру або 2) з плавучою фабрикою попереднього збагачення. В першому варіанті видобуток руди здійснюють земснарядом з перекачкою гідросуміші на фабрику, розташовану за межами кар'єру, на відмітці, що на 85 м вище від рівня води в кар'єрі. Піщані і глинисті відходи збагачення перекачують у відповідні секції хвостосховища, оборотну воду перекачують на фабрику, а потім у кар'єр. Недоліком цього варіанту є великі витрати енергії на перекачку рудної пульпи на фабрику, а також на повернення води із хвостосховища в кар'єр. Хвостосховище займає великі площі земель, відведення яких становить великі труднощі.

В другому варіанті (рис.1) фабрика попереднього збагачення розташована на плавучих понтонах і пересувається вслід за видобувним земснарядом. Відходи збагачення перекачують у вироблений простір, у ємності, обваловані глинистими розкритими породами. Попередні розрахунки показали, що витрати електроенергії на перекачку пульпи руди, хвостів і оборотної води по другому варіанту втричі менші, ніж у варіанті 1.

Також актуальною задачею при формуванні відвалів і хвостосховищ у межах гірничого відводу є створенні найкращого з можливих посттехногенних ландшафтів при мінімальних витратах коштів. Посттехногенний ландшафт має бути кращим від того, що був до початку гірничих робіт [5]. Для даного степного засушливого району ідеальним ландшафтом є балки, зрегульовані системою гребель. Вони створюють пониження, в яких збираються атмосферні опади. Високі борти захищають долини від засушливого вітру.

Одним з варіантів досягнення поставленої мети з формування посттехногенного ландшафту балочного типу є формування насипних дамб з порід глинистого розкриття на поверхні намитих пісків сарматського ярусу, що також дозволить ефективно створювати наливні хвостосховища (рис. 2).

Технологія поєднання внутрішнього відвалоутворення зі створенням хвостосховищ передбачає наступну послідовність. Намивання хвостів ведеться від бокових і тилової дамб, так що вздовж них утворюються пляжі з піщаних частинок. Глинисті частинки осідають в центрі. Призми загороджувальних дамб будуть формуватися із глинистих розкритих порід. Орієнтовні розрахунки показують, що загороджувальні насипи будуть займати 2/3 площі відробленого простору, тоді як 1/3 буде зайнята хвостосховищами. Оскільки 10 – метровий шар видобутої руди буде розміщений на площі, в три рази меншій, товщина шару хвостів буде становити 30 м. Зворотна вода з внутрішніх хвостосховищ буде перекачуватися в кар'єр з допомогою плавучих насосних станцій.

При застосуванні пропонованої технології гідрогеологічні умови району під впливом діяльності гірничого підприємства не погіршаться, як це відбувається при осушенні кар'єрів, а навпаки покращаться. Через намиті піщані пляжі хвостів атмосферні води будуть проникати в сарматські піски і живити техногенний водоносний горизонт. Таким чином це дозволить створити артезіанські міні-басейни підземних вод.

Перехід до комбінованої технології і складування відходів у виробленому просторі потребує змін у послідовності розвитку кар'єру. При тому бажано вести роботи одним фронтом в напрямку вершин балок. Для скорочення відстані, на яку будуть перевозити глинистий розкриття, можливо залишення ціликів або спорудження понтонних мостів.

Робота з формування посттехногенного ландшафту і ревіталізації порушених земель повинна проводитися паралельно з проведенням видобувних робіт, з мінімальним відставанням, що забезпечить своєчасне відновлення порушених земель.

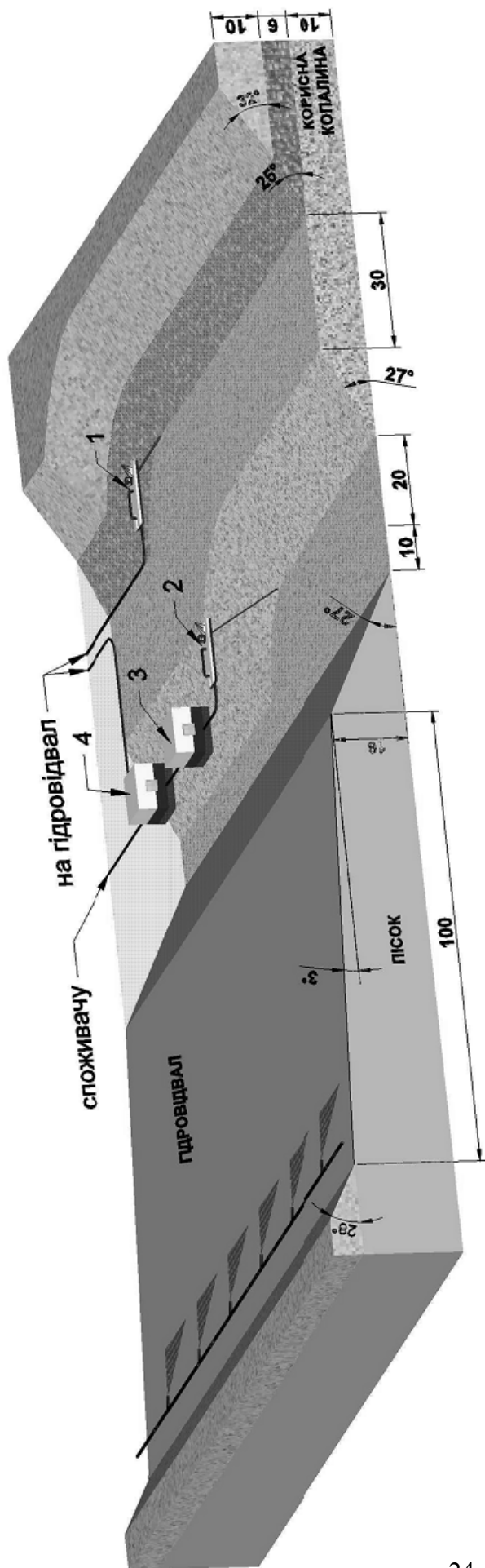


Рис. 1. Технологiчна схема розробки корисної копалини i надрудного уступу при експлуатацiї кар'єру з плавучою фабрикою: 1 i 2 – розкривний i видобувний земснаряди; 3 – установка дешламачii; 4 – установка гравitaцiйного збагачення

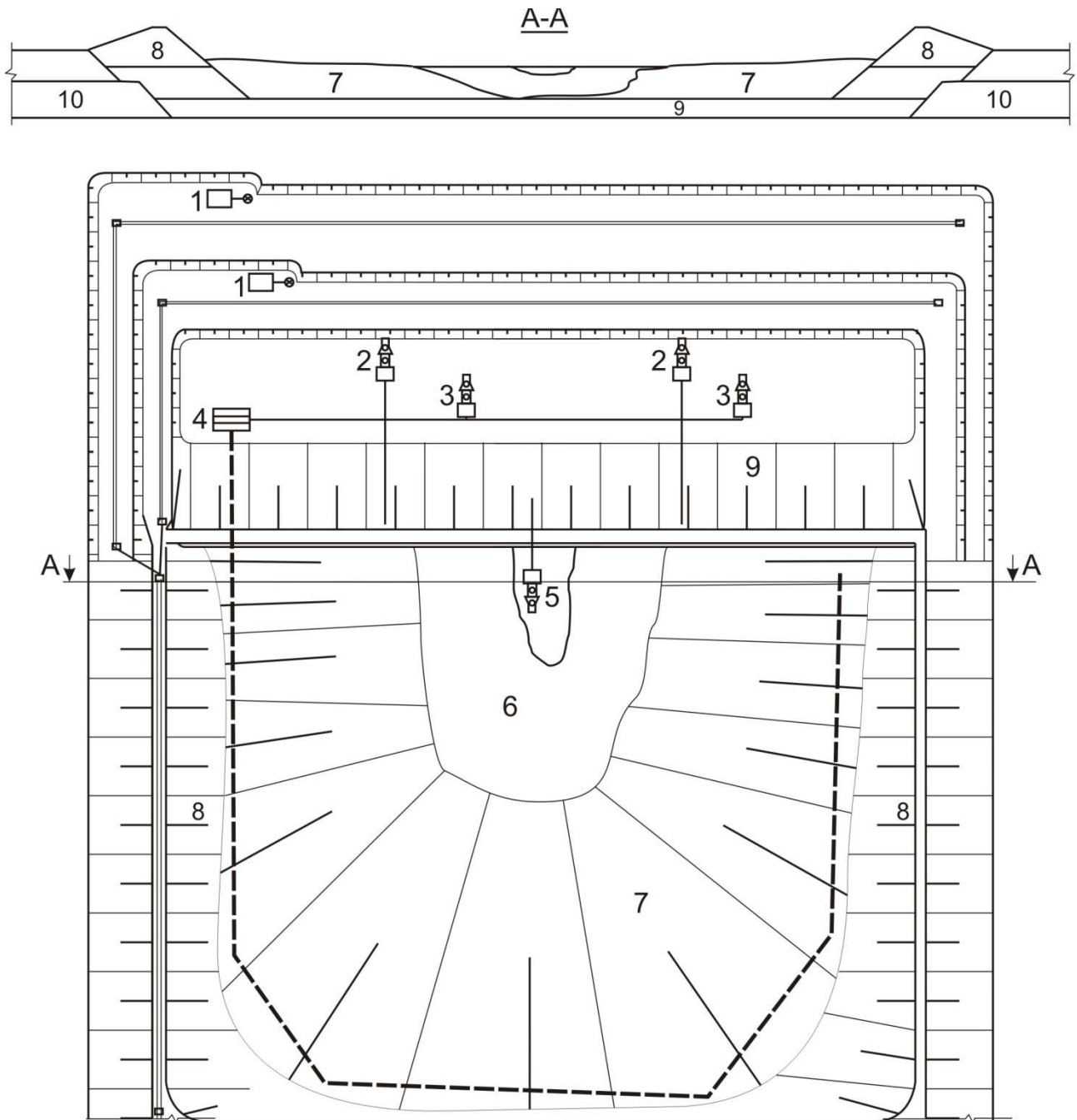


Рис. 2. Схематичний план і розріз кар'єру: 1 – роторні екскаватори; 2 – земснаряд для відпрацювання розкривних порід; 3 – земснаряд для видобутку руди; 4 – збагачувальна фабрика; 5 – насос оборотного водопостачання; 6 – прудок; 7 – піщана фракція хвостів збагачення; 8 – внутрішні відвали; 9 – намиті піски сармату; 10 – піски сармату в природному заляганні

Виконані дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Україна займає одне з провідних місць у видобутку титано-цирконієвих руд. Однак сировинна база діючих підприємств буде вичерпана в наближче десятиріччя. Перспектива підтримки існуючого рівня виробництва пов'язана з освоєнням розсипного Мотронівсько-Аннівського і корінного Стремигородського родовищ. Їх освоєння буде проходити в умовах жорсткої конкуренції на титанову сировину, на фоні подорожчення енергоресурсів та підвищення екологічних вимог. Між тим гірничо-геологічні умови перспективних родовищ України суттєво складніші у порівнянні з тими, що нині експлуатуються у світі.

2. Головними особливостями гірничо-геологічних умов Мотронівсько-Аннівського родовища, крім відносно великої глибини залягання та рельєфу з великою кількістю балок, є тонка зернистість руди, яка обумовлює їх пливунні властивості та виключає можливість осушення традиційними заходами.

3. Обґрунтована доцільність застосування комбінованого способу розкриву і видобутку титано-цирконієвої руди Мотронівсько-Аннівського родовища: розкрив глинистої товщі драглайнами, а розкрив покриваючих піщаних відкладень та видобуток руди за допомогою землесосних снарядів. Показано, що розміщення збагачувальної фабрики на понтонах дозволить утричі скоротити витрати енергії.

4. Застосування комбінованої системи розробки корінним чином зменшує негативний вплив кар'єру на гідрогеологічні умови, оскільки осушення не здійснюється, в кар'єрі підтримується рівень води, що відповідає природному. Тонкозернисті рудні піски замінюються на більш крупнозернисті відмиті піски сарматського горизонту, в результаті утворюється техногенний водоносний горизонт.

5. З метою зменшення площ земель, порушених гірничими роботами пропонується розміщення відходів збагачення на відвалах. Це також дозволить створити нову форму посттехногенного рельєфу, яка буде найбільш сприятливою для подальшої ревіталізації порушеного ландшафту.

Список літератури

1. Собко Б.Е. Совершенствование технологии открытой разработки россыпных титано-циркониевых руд: Монографія. – Д. Національний гірничий університет. 2008. 167 с.

2. Головач Н.А., Воловик В.П. Обоснование параметров горных работ на карьерах Иршанского ГОКА с учётом экологических требований. Материалы международной конф. «Форум горняков -2008». - Днепропетровск. Национальный горный университет, 2008, с.158-163

3. Лазников А.М., Собко Б.Е., Гайдин А.М. Рациональная технология разработки обводненных россыпей. Сб. научных трудов Академии горных наук Украины. – Кривой Рог: «Дионис» -2012, с.130-137,

4. Towner, R.R. Australia's resources of mineral sands - their future liersity the key to prosperity, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Publication Series No 1/96. – 1996, p. 375-384.

5. Гайдин А.М. Основы ревитализации ландшафтов. //Синтез знаний в естественных науках. Рудник будущего: проекты, технология, оборудование. Том 1. Пермь, 2011, с.23-30.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЛЕЕВАТСКОГО КАРЬЕРА ЧАО «ЦГОК»

Ю.В. Перегудов, М.Д. Миронов, В.В. Терещенко, ГП «ГПИ» «Кривбасспроект», Украина

Приведены результаты исследований, посвященных корректировке максимально допустимых углов наклонов бортов и откосов уступов Глееватского карьера с целью оптимизации контуров отработанного вида для уменьшения среднего и текущего коэффициента вскрыши

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Основными проблемами при эксплуатации крутопадающих месторождений является неизбежность увеличения коэффициента вскрыши с увеличением глубины карьера. Это приводит к тому, что ряд карьеров Кривбасса, в результате наступившего кризиса на рынке железорудного сырья, оказался на грани выживания, а прибыль от реализации товарной продукции при пониженных мировых ценах на железорудный концентрат оказалась нулевой. Сложившаяся ситуация привела к тому, что карьеры ЧАО «ЦГОК» (Глееватский, Петровский, Артемовский) были