

sults of experimental and industrial tests. Economic and mathematical methods for solving problems and their comparative estimates are used. Describes the basic methods of calculations, hypotheses that are considered, the principles of operation and characteristics of the programs and hardware used, laboratory or instrumental methods and techniques, estimation of measurement errors.

Findings. The possibility and conditions for the realization in the iron ore open pit of symmetric blasting of rock massifs by combined borehole charges of modern explosives are investigated. The choice of the direction of research is substantiated. With the use of simulation modeling, the values of the intervals for the slowing down of the explosion of groups borehole charges from physical and mechanical characteristics of rocks, as well as the permissible masses of simultaneously exploded explosives according to the conditions of seismic safety, taking into account the size of grinding, are obtained. The main trends, regularities, hypotheses are described, the principles of action and characteristics of the developed means are considered.

The originality. Scientific novelty lies in the formulation of the author's idea of symmetric demolition of the rock mass, differentially saturated with the explosion, and the analytical justification of the parameters of objects and processes for effective implementation of developments in the production practice of the iron ore open pit mining and processing enterprises

Practical implications. The practical significance of the research is to develop a new effective method for blasting rock in the iron ore open pit of ore dressing combine and to justify the parameters of the technology for implementing the method, which reduces the specific costs of explosive materials and increases the profits of the GOK.

Keywords: *rock massifs, explosive destruction, open pit, explosive waves, blasting, symmetric action of borehole charges*

УДК 622.271

© Б.Ю.Собко, А.М. Гайдін

РОДОВИЩА ТИТАНУ І ПРОБЛЕМИ ЇХ ОСВОЄННЯ

© B. Sobko, A. Gaidin

DEPOSITS OF TITANIUM AND PROBLEMS OF THEIR DEVELOPMENT

Мета. Розроблення та обґрунтування технологічних рішень щодо експлуатації родовищ титану в складних гірничо-геологічних умовах залягання, а саме розсіпних обводнених родовищ ільменіту та кори вивітрювання корінних родовищ титану Коростинського плутону в умовах комплексного використання та розробки супутніх корисних копалин.

Методика дослідження полягає в огляді та аналізі багаторічного досвіду експлуатації розсіпних родовищ ільменіту на території України, аналізі сучасного стану та перспектив розробки найбільших родовищ України та світу, а також теоретичному обґрунтуванні нових

технологічних рішень розроблення обводнених розсипних родовищ ільменіту та кори вивітрювання корінних родовищ титану Коростинського плутону.

Результати дослідження. Наведено дані про запаси родовищ титану в Україні і в зарубіжжі. Запропоновані та теоретично обґрунтовані нові технологічні рішення відкритої розробки обводнених розсипних родовищ ільменіту та кори вивітрювання корінних родовищ титану Коростинського плутону при складних гірничо-геологічних умовах залягання. Розглянуто та доведено доцільність гідромеханічного способу відкритої розробки розсипних обводнених родовищ та титанових руд, що залягають в корі вивітрювання корінних родовищ Коростинського плутону. Запропоновано свердловинний спосіб розробки родовищ корисних копалин глибокого залягання. Встановлено, що застосування гідромеханізації для розроблення титанових руди кори вивітрювання корінних родовищ титану Коростинського плутону є технічно і економічно ефективним за рахунок зменшення витрат на електроенергію.

Наукова новизна. Обґрунтовані доцільні параметри землезберігаючої технології відкритої розробки родовищ корисних копалин в складних гірничо-геологічних умовах залягання із подальшою підготовкою порушених земель до ревіталізації.

Практичне значення. Обґрунтована доцільність застосування комбінованого способу розкриття родовищ титано-цирконієвих руд із застосуванням драглайнів для розроблення глинистої товщі, землесосних снарядів – для виймання покриваючих піщаних покладів і видобутку корисної копалини. Встановлено, що розміщення збагачувальної фабрики на понтонах дозволить утрічі скоротити витрати енергії. Обґрунтовано застосування комбінованого способу розкриття родовищ титано-цирконієвих руд з точки зору зменшення негативного впливу відкритої розробки родовищ корисних копалин на гідрогеологічні умови, за рахунок утримання рівня води наближеного до природнього.

Ключові слова: родовища титану, кар'єр, технологія відкритої розробки, гідромеханізація, свердловинний видобуток

Вступ. Мінерали, що вміщують титан, зустрічається в магматичних і розсипних родовищах. Останні поділяються на континентальні, які являють собою древній алювій, і морські, утворені перемиванням кір вивітрювання корінних родовищ. Світові запаси титану зосереджені у більше як 300 родовищах, в тому числі: магматичних 70, розсипних 230, у корі вивітрювання 10. За оцінками Геологічної служби США станом на 2006 р світові запаси титану наведені в табл. 1.

Україна також має великі запаси титанових руд, зосереджених у корінних і розсипних родовищах. До нинішнього часу в промисловій експлуатації знаходяться розсипні родовища, які залягають близько від поверхні і тому потребують найменших витрат на підготовчі роботи. Однак запаси таких родовищ в найближче десятиріччя будуть вичерпані. Настає черга відробляти глибоко залягаючі родовища із складними гідрогеологічними і інженерно-геологічними умовами.

В найближчій перспективі почнеться освоєння магматичних – Стремигородське, Федорівське, Видіборське, Носачивське, Бірзуловське титано-апатитові родовища, а також обводнена частина Малишевського родовища – Мотронівсько-Аннівська ділянка. Умови освоєння нових родовищ ускладнюють такі фактори, як обмеженість земельних ресурсів, підвищення екологічних стандартів, зростання вартості енергії, соціальна напруженість у вигляді протек-

стів місцевого населення. При цьому освоєння родовищ проходить на фоні непередбачуваних соціально-політичних змін.

До 2013 року основним постачальником титанових концентратів в країни Європи була Україна. При цьому практично вся титанова промисловість контролювалася одним холдингом. Нині видобутком титанових руд займається біля десятка компаній, що загострює конкуренцію на ринку титанової сировини.

Таблиця 1

Запаси титанової сировини по країнах світу, млн т
(дані US Geological Survey)

| Країна | Ільменіт | | Рутил | |
|--------------|------------|--------------|--------------|---------------|
| | Запаси | База запасів | Запаси | База запасів |
| КНР | 200 | 350 | Нема даних | |
| Австралія | 130 – 200 | 160 – 250 | 19,0 – 22,0 | 31,0 – 34,0 |
| ПАР | 63 | 220 | 8,3 | 24,0 |
| Індія | 85 | 210 | 7,4 | 20,0 |
| Норвегія | 37 | 60 | Не має даних | |
| Канада | 31 | 36 | Не має даних | |
| Мозамбік | 16 | 21 | 0,48 | 0,57 |
| Бразилія | 12 | 12 | 3,5 | 3,5 |
| США | 6 | 59 | 0,4 | 1,8 |
| Україна | 5,9 | 13 | 2,5 | 2,5 |
| В'єтнам | 5,2 | 7,5 | 0,4 | 1,8 |
| Сьєрра-Леоне | Нема даних | | 2,5 | 3,6 |
| Разом | 603 – 673 | 1200 – 1315 | 49,7 – 52,7 | 100,4 – 103,4 |

В Казахстані розвідані запаси родовищ Шокаш в Актюбинській, Обухівське в Акмолинській і Сатпаєвське в Східно-Казахстанській областях. Австралійська компанія «Base Iron Ltd» починає розробку титано-цирконієвого родовища «Kwale» в Кенії, а компанія «Stork Group» відновила роботу Ленінабадського комбінату рідкісних металів. Нові комбінати будуються в Китаї та Росії. З цього огляду випливає, що сировинна база дозволяє збільшувати видобуток титану. *Освоєння нових родовищ в Росії, Казахстані та Китаї призведе до появи на титановому ринку нових конкурентів.*

Постановка завдань досліджень. Сучасна технологія розробки розсипних родовищ України і шляхи її вдосконалення висвітлені в монографії Б.Ю. Собка [1], а також у статті [2] де приводиться опис розвитку технології гірничих робіт на Вільногірському та Іршанському гірничо-збагачувальних комбінатах.

В результаті багаторічного досвіду відпрацьована технологія розробки розсипів, яка складається з наступних операцій (рис.1): 1) розробка покривних порід екскаваторами-драглайнами з переміщенням породи у внутрішні відвали; 2) видобуток руди з викладкою в бурти; 3) розмив руди гідромонітором і перекачка гідросуміші на фабрику; 4) перекачка піщаних і глинистих відходів збагачення у хвостосховище; 5) повернення води з хвостосховища на фабрику та до пульпонасосної станції в кар'єрі.

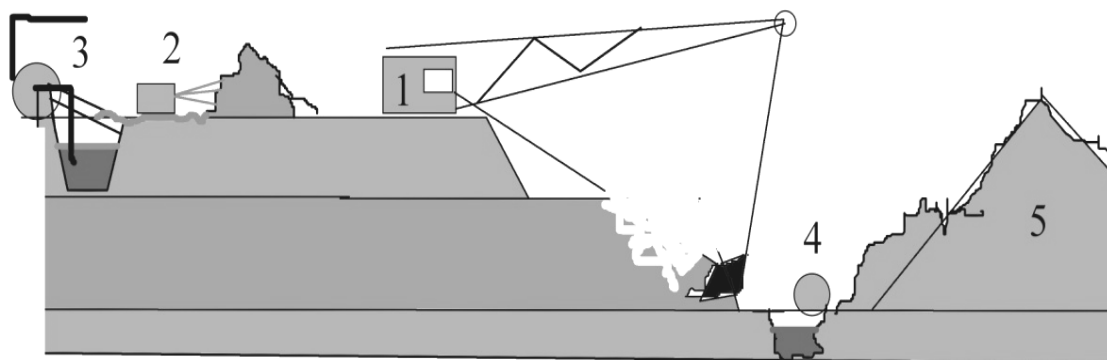


Рис.1. Технологія відробки родовищ Іршанської групи. 1 – драглайн, 2 –монітор, 3 – ґрунтовий насос, 4 – насос водовідливу, 5 – внутрішній відвал

Така технологія була закладена і в проекти освоєння обводненої Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського родовища та відробки кори вивітрювання Стремигородського родовища. Однак при проведенні додаткових гідрогеологічних досліджень виявилось, що руда Мотронівсько-Аннівської ділянки являє собою тонкозернистий глинистий пісок-пливун з малою водовіддачею, що не дозволяє застосувати відомі 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. Тому традиційна технологія розробки родовищ з складними гірничо-геологічними умовами залягання є не тільки затратним, але й технічно не можливим. При цьому пошук нових ефективних технологічних рішень розробки таких родовищ є актуальним та своєчасним завданням.

Виклад основного матеріалу. Якщо немає змоги осушити руду, потрібно видобувати її з-під води, як це здавна застосовують на прибережних родовищах Австралії, Америки та Індії. В той же час необхідно використати всі найкращі досягнення вітчизняних гірничих підприємств, такі як внутрішнє відвалоутворення, розміщення відходів збагачення на відвалах, максимальне наближення фабрик попереднього збагачення до видобувних вибоїв. В статті [3] автори обґрунтували необхідність застосування комбінованої технології розробки Мотронівсько-Анівської ділянки: екскаваторного розкриття та видобутку руди за допомогою земснарядів.

Рудний поклад на вказаній ділянці залягає під шаром пісків сарматського ярусу потужністю 16 м і глин та суглинків товщиною до 25 м. Шестиметрова нижня частина сарматського піску знаходиться нижче рівня підземних вод. Глину і суху частину піску розробляють крокуючими екскаваторами. При намаганні відробки обводненої частини сармату сталося розрідження піску і екскаватор спішно евакуювали.

В 2015 р. в кар'єрі змонтовано землесосний снаряд і розпочаті дослідно-промислові роботи з розкриву і видобутку руди земснарядом. Проведені роботи підтвердили принципову можливість застосування комбінованого способу розробки обводненої частини покриваючих порід і видобутку руди.

З врахуванням результатів дослідних робіт та аналізу зарубіжного досвіду обґрунтована технологія розробки родовища, яка включає розкриття глинистої товщі механічним способом і гідромеханічну розробку піщаних порід. При цьому повинні працювати по меншій мірі два земснаряди (рис. 2). Перший проводить розкриття: розробляє 16-метрову товщу піску сарматського ярусу і намирає з нього у виробленому просторі призму, яка буде служити основою для внутрішніх відвалів глинистих порід. Другий земснаряд видобуває руду і перекачує її гідросуміш на збагачувальну фабрику.

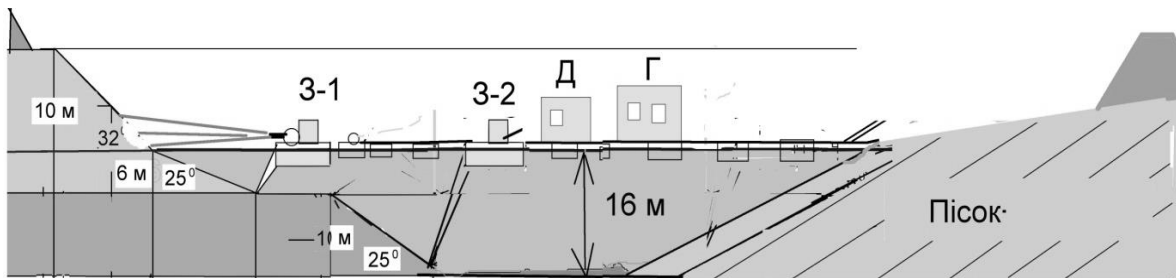


Рис. 2. Профіль кар'єру з плавучою фабрикою. 3-1, 3-2 – розкривний і видобувний земснаряди, Д – установка дешламації, Г – установка гравітаційного збагачення

При застосуванні комбінованої технології 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 – 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.

В другому варіанті фабрика попереднього збагачення розташована на понтонах і пересувається вслід за видобувним земснарядом. Відходи збагачення перекачують у вироблений простір, у ємності, обваловані глинистими розкривними породами. Розрахунки витрат енергії на перекачку рудної пульпи, хвос-

тів і оборотної води по проектному і по вказаних варіантах показали наступні результати (табл.1).

Таким чином, варіант з розміщенням фабрики на понтонах є найменше енерговитратним. Витрати електроенергії на перекачку пульпи руди, хвостів і оборотної води по другому варіанті втричі менші, ніж у проектному варіанті. Це має особливе значення у світлі тенденцій до зростання ціни на енергоносії.

Формування і ревіталізація техногенного ландшафту.

Враховуючи підвищення екологічної свідомості населення, при формуванні відвалів і хвостосховищ поставлене завдання: забезпечити найкращий посттехногенний ландшафт при мінімальних витратах коштів.

Таблиця 1

Розрахунки витрат енергії при різних варіантах технології розробки

| Варіанти технології | Проектний | Комбінований | |
|---|-----------|--------------|-----------|
| | | Варіант 1 | Варіант 2 |
| Необхідна потужність, кВт | 2940 | 1777 | 500 |
| Витрати на рік (300 робочих діб), млн кВт*год | 21,16 | 12,8 | 3,6 |

Посттехногенний ландшафт має бути кращим від того, що був до початку гірничих робіт [5]. Для даного степового засушливого району ідеальним ландшафтом є балки, зарегульовані системою гребель. Вони створюють пониження, в яких збираються атмосферні опади. Високі борти захищають долини від засушливого вітру.

Пропонується на поверхні намитих пісків сарматського ярусу формувати насипи-дамби з порід глинистого розкриву, утворюючи наливні хвостосховища (рис.3). Намивання хвостів ведеться від бокових і тилової дамб, так що вздовж них утворюються пляжі з піщаних частинок.

Глинисті частинки осідають в центрі. Орієнтовні розрахунки показують, що огорожуючі насипи будуть займати 2/3 площі відробленого простору, тоді як третина буде зайнята хвостосховищами. Оскільки 10-метровий шар видобутої руди буде розміщений на площі, в тричі меншій від площі кар'єру, товщина шару хвостів буде становити 30 м. Зворотна вода з внутрішніх хвостосховищ буде перекачуватися в кар'єр плавучим сифоном.

При застосуванні пропонованої технології гідрогеологічні умови району під впливом діяльності гірничого підприємства не погіршаться, як це відбувається при осушенні кар'єрів, а навпаки покращуються. В кар'єрі підтримується рівень води, який відповідає природному, депресійної лійки не буде. На внутрішніх відвалах-хвостосховищах через намиті піщані пляжі хвостів атмосферні води будуть проникати в перевідкладені сарматські піски і жити техногенний водоносний горизонт. Таким чином створюються артезіанські міні-басейни

підземних вод. Формування посттехногенного ландшафту і ревіталізація порушених земель повинна проводитися паралельно з проведенням видобувних робіт, з мінімальним відставанням.

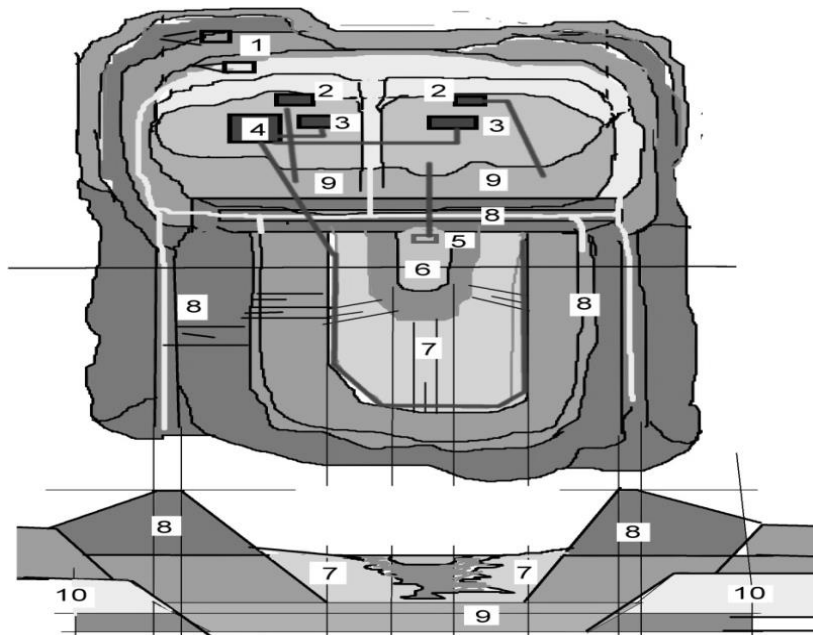


Рис. 3. Схематичний план і розріз кар'єру. 1 – екскаватори, 2 – земснаряд для розкриття, 3 – земснаряд для видобутку руди, 4 – збагачувальна фабрика, 5 – насос оборотного водопостачання, 6 – прудок, 7 – піщана фракція хвостів збагачення, 8 – внутрішні відвали, 9 – намиті піски сармату, 10 – піски сармату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

Свердловинний спосіб видобутку руд.

Глибина Мотронівського кар'єру досягає 100 м, коефіцієнт розкриття – 4,66. Відробка більш глибоких розсипів відкритим способом економічно не виправдана. Для видобутку глибоко залягаючих руд запропонований свердловинний спосіб заміщення руди відходами збагачення [6]. Цей спосіб оснований на понятті про два стани гірських порід: стійкого і не стійкого, які залежать від міцності і глибини залягання. Перспективними для свердловинного видобутку є нестійкі руди.

У нестійкій руді при її вийманні утворюється ядро текучості. Розвиток ядра текучості визначається стійкістю покрівлі. Під скельною покрівлею утворюється конусовидна порожнина з радіусом біля двох потужностей рудного пласта. Під напівскельною покрівлею утворюється порожнина з радіусом, який залежить від радіусу стійкого відслонення покрівлі. Під нестійкою покрівлею порожнина не утворюється, поки ядро текучості не вийде на земну поверхню.

Подача під покрівлю руди закладочного матеріалу припиняє розвиток ядра текучості вгору і забезпечує видавлювання розпушеної руди з ядра текучості

до місця відбору. Для забезпечення достатнього вилучення необхідно застосувати твердіючу закладку відпрацьованих камер з наступною відробкою запасів між окремими ядрами текучості.

Свердловинний спосіб радикально зменшує негативний вплив гірничих робіт на довкілля.

Гідромеханічна розробка руд кори вивітрювання.

Характерними особливостями Стремигородського родовища є потужна кора вивітрювання, представлена каоліном пластичної та текучої консистенції. Корінні руди, навпаки, складені габро і анортозитами – найбільше міцними породами. Ці властивості повинні бути використані при виборі технології розробки родовища. Видобуток каолінів екскаваторами в умовах припливу води з нижче залягаючих горизонтів являє собою великі труднощі по причині розрідження руди. Рациональним способом видобутку каолінової руди є застосування засобів гідромеханізації: гідромоніторів та земснарядів. Земснаряд повинен бути укомплектований фрезерним робочим органом. На відміну від роботи земснаряда на Мотронівському кар'єрі, де рівень води буде підтримується постійним, відробка каолінів Стремигородського родовища повинна здійснюватися ярусами по декілька метрів з відповідним пониженням рівня води.

Застосування гідромеханізації для видобутку руди кори вивітрювання є технічно і економічно ефективним, при цьому ще й вирішується проблема осушення кар'єру.

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 нових родовищ, зокрема Мотронівсько-Аннівського та Стремигородського. Їх освоєння проходить в умовах жорсткої конкуренції, на фоні подорожчання енергоресурсів та підвищення екологічних вимог. Між тим гірничо-геологічні умови перспективних родовищ України суттєво складніші у порівнянні з тими, що нині експлуатуються. Все це потребує більших капітальних вкладень і підвищує собівартість продукції.

2. Головними особливостями гірничо-геологічних умов Мотронівсько-Аннівського родовища, крім відносно великій глибині залягання та розчленованості рельєфу, є тонка зернистість руди, що обумовлює її пливунні властивості та виключає можливість осушення і видобутку традиційними способами.

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

4. Застосування комбінованого способу корінним чином зменшує негативний вплив кар'єру на гідрогеологічні умови, оскільки осушення не здійснюється.

ся, в кар'єрі підтримується рівень води, який відповідає природному. Водоносні тонкозернисті рудні в процесі видобутку та внутрішнього відвалоутворення заміщаються на більше крупнозернисті відмиті піски сарматського ярусу. В результаті утворюється водообільний техногенний водоносний горизонт.

5. З метою зменшення площ порушених гірничими роботами земель пропонується розміщати відходи збагачення на відвалах, при чому створюються форми рельєфу найбільше сприятливі для подальшої ревіталізації зруйнованого ландшафту.

6. Для відробки глибоко залягаючих розсипів запропонований свердловинний спосіб, який полягає у заміщенні руди відходами збагачення.

7. Підвищення техніко-економічних показників освоєння Стремигородського родовища може бути досягнуто шляхом відробки каолінових руд кори вивітрювання земснарядами. В корінних рудних габро, які відрізняються неабиякою міцністю, пропонується формувати вертикальні уступи, що збільшить вилучення корисної копалини.

Застосування технологій гірничих робіт, що пропонуються дозволить забезпечити конкурентну спроможність підприємств в умовах погіршення гірничо-геологічних умов родовищ та зростання вартості енергоносіїв.

Перелік посилань

1. Собко, Б.Е. (2008) *Совершенствование технологии открытой разработки россыпных титано-циркониевых руд. : монография.* Днепропетровск: НГУ, 167 с.
2. Головач, Н. А., & Воловик, В. П. (2008). Обоснование параметров горных работ на карьерах Иршанского ГОКА с учётом экологических требований. *Материалы международной конф. «Форум горняков-2008».* Днепропетровск. Национальный горный университет, 158-163.
3. 3. Гайдин, А. М., Лазников, А. М., & Собко, Б. Е. (2012). Рациональная технология разработки обводнённых россыпей. *Сб. научных трудов Академии горных наук Украины* Кривой Рог: «Дионис, 130-137.
4. Гайдин, А.М. , Собко, Б.Ю., & Лазников, О.М. (2016) *Розробка обводнених родовищ титанових руд. монографія.* –Дніпро: «Літограф», 212 с.
5. Гайдин, А.М. (2011) Основы ревитализации ландшафтов *Синтез знаний в естественных науках. Рудник будущего: проекты, технология, оборудование. Том 1.* Пермь, 23-30.
6. Гайдин, А.М. (2016) Скважинная добыча неустойчивых руд способом замещения. *Материалы международной конф. «Форум горняков - 2016».* Днепропетровск: Национальный горный университет, 221-227.

АННОТАЦИЯ

Цель. Разработка и обоснование технологических решений по эксплуатации месторождений титана сложных горно-геологических условий залегания, а именно россыпных обводненных месторождений ильменита и коры выветривания коренных месторождений титана Коростенского плутона в условиях комплексного использования и разработки попутных полезных ископаемых.

Методика исследования заключается в обзоре и анализе многолетнего опыта эксплуатации россыпных месторождений ильменита на территории Украины, анализе современного состояния и перспектив разработки крупнейших месторождений Украины и мира, а также теоретическом обосновании новых технологических решений разработки обводненных россыпных месторождений ильменита и коры выветривания коренных месторождений титана Коростенского плутона.

Результаты исследования. Приведены данные о запасах месторождений титана в Украине и за рубежом. Предложены и теоретически обоснованы новые технологические решения открытой разработки обводненных россыпных месторождений ильменита и коры выветривания коренных месторождений титана Коростенского плутона при сложных горно-геологических условиях залегания. Рассмотрена и доказана целесообразность гидромеханического способа открытой разработки россыпных обводненных месторождений и титановых руд, залегающих в коре выветривания коренных месторождений Коростенского плутона. Предложен скважинный способ разработки месторождений полезных ископаемых глубокого залегания. Установлено, что применение гидромеханизации для разработки титановых руды коры выветривания коренных месторождений титана Коростенского плутона технически и экономически эффективно за счет уменьшения затрат на электроэнергию.

Научная новизна. Обоснованы целесообразные параметры землесберегающей технологии открытой разработки месторождений полезных ископаемых сложных горно-геологических условий залегания с последующей подготовкой нарушенных земель к ревитализации.

Практическое значение. Обоснована целесообразность применения комбинированного способа вскрытия месторождений титано-циркониевых руд с применением драглайнов для разработки глинистой толщи, землесосных снарядов - для извлечения покрывающих песчаных залежей и добычи полезных ископаемых. Установлено, что размещение обогатительной фабрики на понтонах позволит втрое сократить расходы энергии. Обосновано применение комбинированного способа вскрытия месторождений титано-циркониевых руд с точки зрения снижения негативного воздействия открытой разработки месторождений полезных ископаемых на гидрогеологические условия, за счет удержания уровня воды приближенного к естественному.

Ключевые слова: *месторождения титана, карьер, технология открытой разработки, гидромеханизация, скважинная добыча*

ABSTRACT

Purpose. To develop and substantiate technological solutions for the exploitation of titanium deposits of complex mining-geological occurrence conditions, namely placer watered deposits of ilmenite and weathering crust of the indigenous titanium deposits of the Korosten pluton under conditions of complex use and development of associated minerals.

The methods of the research are review and analyze the long-term experience of developing placer deposits of ilmenite in Ukraine, analyzing the current state and prospects of developing the largest deposits of Ukraine and globally, and theoretical substantiation of a new technological solutions for the development of watered placer deposits of ilmenite and weathering crust of the titanium deposits of Korosten pluton.

Findings Data on reserves of titanium deposits in Ukraine and globally are given. A new technological solutions for the surface mining of watered placer deposits of ilmenite and weathering crust of the Korosten pluton titanium deposits in complex mining-geological conditions are proposed and theoretically substantiated. The expediency of the hydromechanical method of surface mining of watered placer deposits and titanium ores located in the weathering crust of the Korosten pluton crust deposits is considered and proved. The borehole mining method for the development of deep mineral deposits is proposed. It is established that the use of hydromechanization to mine the titanium ore of the weathering crust of the Korosten pluton titanium deposits is technically and economically efficient at the expense of reducing the costs of electricity.

The originality is the expedient land-saving technology parameters of surface mining of mineral deposits in complex mining-geological occurrence conditions with the subsequent disturbed land preparation for revitalization are substantiated.

Practical implications. The expediency of using the combined method of opening the titanium-zirconium ore deposits with the use of draglines for the clay strip development and earthmoving shells – for sandy deposit extracting and mineral mining. It is established that the placement of the enrichment plant on the pontoons will reduce the cost of energy three times. The application of the combined method of opening the titanium-zirconium ore deposits is substantiated from the point of view of the negative impact reducing of the surface mining of mineral deposits on hydrogeological conditions, due to the water level retention close to the natural one.

Keywords: *titanium deposits, mine, surface mining technology, hydromechanization, borehole mining*

УДК 622.271:504.062

© Б.Ю. Собко, О.В. Ложніков, Д.С. Волченко

ДОСЯГНЕННЯ НАУКИ В ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БЕЗВИБУХОВОЇ РОЗРОБКИ НЕРУДНИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН ВІДКРИТИМ СПОСОБОМ

© B. Sobko, O. Lozhnikov, D. Volchenko

SCIENCE ACHIEVEMENTS IN THE FIELD OF NON-BLASTING TECHNOLOGIES APPLICATION DURING THE SURFACE MINING NON- ORE MINERALS

Мета. Розробити класифікацію гірничого устаткування для безвибухової підготовки міцної гірської маси до виймання на основі аналізу науково-дослідних і практичних досягнень в галузі відкритої розробки.

Методика дослідження. Під час виконання досліджень застосовувався метод аналізу і систематизації при визначенні особливостей різних типів гірничо-видобувного обладнання на