

УДК 622.271.3

Лазніков О.М., магістр
(Філія «Вільногірський ГМК»,
ПрАТ «Юкрейніан Кемікал Продактс»)

**ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ РОЗРОБКИ МОТРОНІВСЬКО-
АННІВСЬКОЇ ДІЛЯНКИ МАЛИШЕВСЬКОГО ТИТАНО-
ЦИРКОНІЄВОГО РОДОВИЩА**

Лазников А.М., магістр
(Филиал «Вольногорский ГМК»,
ЧАО «Юкрейниан Кемикал Продактс»)

**ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА РАЗРАБОТКИ МОТРОНОВСКО-
АННОВСКОГО УЧАСТКА МАЛЫШЕВСКОГО ТИТАНО-
ЦИРКОНИЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Laznikov A.M., M.S. (Tech.)
(Branch "Volnogorskiy MPP",
PJSC "Ukrainian Chemical Products")

**SUBSTANTIATION OF THE MINING METHOD FOR MOTRONIVSKO-
ANNIVSKY SITE IN THE MALYSHEVSKIY TITANIUM-ZIRCONIUM
DEPOSIT**

Анотація. Робота присвячена обґрунтуванню технологічної схеми розробки обводненої Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського розсипного титано-цирконієвого родовища. Детально викладені геологічні та гірничотехнічні чинники, що обумовлюють особливість відкритої розробки Мотронівсько-Аннівської ділянки. Наведені гідрогеологічні характеристики ділянки родовища, на основі яких виконується вибір раціонального гірничого-транспортного обладнання. Подано два основних способи розробки обводнених уступів з рудними пісками та покриваючими розкривними породами. Розглянуто основні стадії розробки обводненого родовища, які включають формування котловану, розкриття рудного пласту і спуск на воду земснаряду для видобутку рудного піску. Виконані в роботі дослідження дозволяють зробити вибір на користь комбінованого способу розробки обводнених титано-цирконієвих родовищ із застосуванням підводного видобутку руд земснарядами.

Ключові слова: обводнені родовища, видобувні роботи, рудні піски, земснаряд.

Вступ. З 2013 року розпочато гірничо-капітальні роботи на Мотронівсько-Аннівській ділянці Малишевського титано-цирконієвого родовища, розташованого в Верхньодніпровському районі Дніпропетровської області. Ділянка розташована в 10 км на північний захід від діючих кар'єрів Вільногірського ГМК. Кар'єрне поле має розміри 6,25 x 4,0 км, його площа становить 1760,0 га. Місцевість являє собою рівнину з відміткою поверхні 160 – 170 м, розчленовану долиною р. Домоткань з її притоками: балками Строжовка, Новопавлов, Горобцево глибиною до 70 м (рис.1). Схили балок пологі, мають опуклий характер, днище плоске. Максимальний похил поверхні 2 %.

У районі села Зуботрясівка балки зливаються. Тут знаходиться заболочене озеро, що свідчить про розвантаження підземного потоку.

Умови Мотронівсько-Аннівської ділянки суттєво відрізняються від відпрацьованих раніше родовищ. Головною відмінністю Мотронівсько-Аннівської ділянки є розташування рудного пласту нижче рівня підземних вод, а також інший гранулометричний склад рудних пісків. На Мотронівсько-Аннівській ділянці промислове оруднення приурочене до верхньої частини відкладів полтавської серії міоцену. Руда представлена переважно кварцовим глинистим піском, характерним для відкладень шельфу. Рудний пласт залягає практично горизонтально. Покрівля рудного пласту лежить на відмітках 97 – 99 м. Товщина рудного пласта від 3 до 24,0 м, середня 11,2 м. Нижня межа пласта виділяється по кондиційності рудних пісків, розрахованої за вмістом умовного ільменіту.

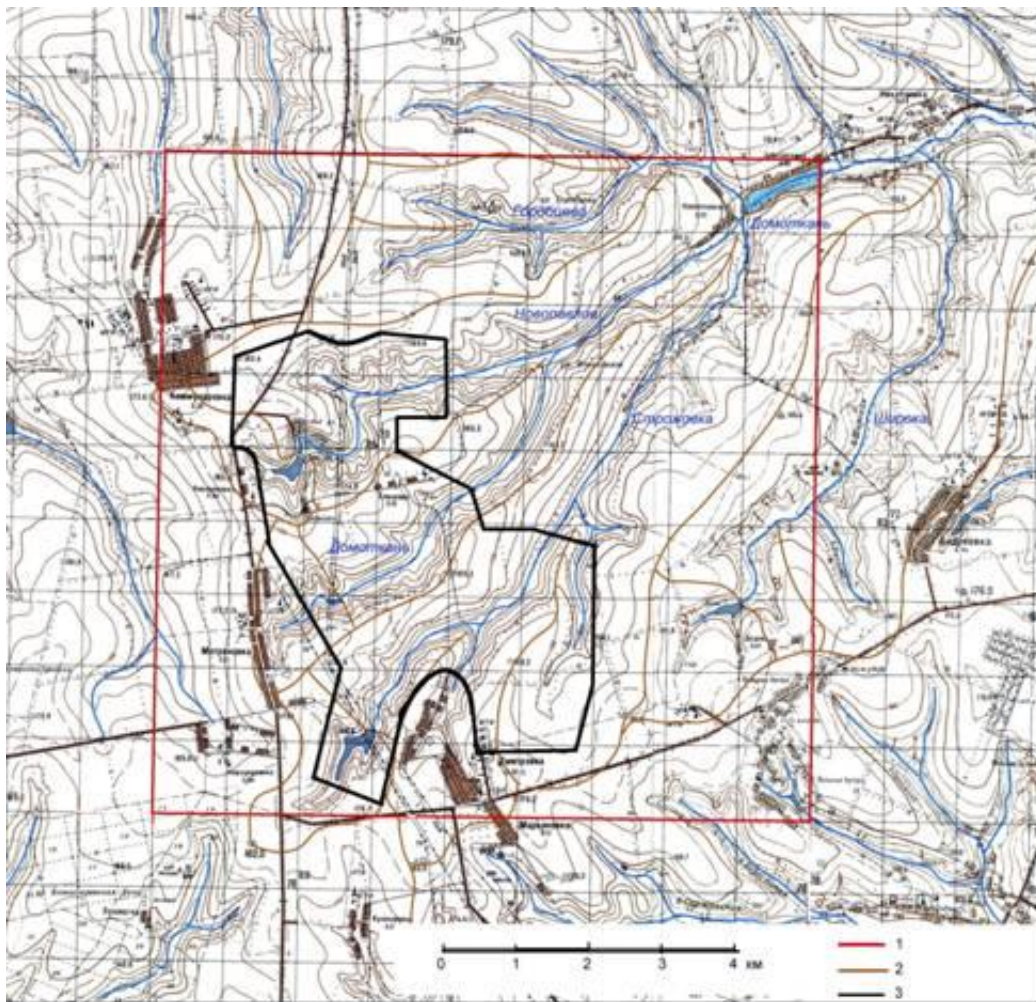


Рисунок 1 – Контур гірничого відводу Мотронівсько-Аннівської ділянки

Над рудним пластом залягають піски сарматського ярусу неогену потужністю до 27 м. У балках вони частково розмиті й тут їх потужність подекуди зменшується до 6 м. Середня потужність 16,7 м. Над сарматськими пісками залягають верхньосарматські загіпсовані строкаті глини товщею до 12 м.

У балках вони розмиті: у верхів'ях частково, а нижче повністю. Підшва глини горизонтальна, тоді як покрівля нахилена убік балок з похилом до 1 %. Також тільки на вододілах поширені четвертинні червоно-бурі глини й суглинки товщиною до 25 м, кут нахилу покрівлі цих відкладів вбік тальвегів балок досягає 3 %. Усі відклади покриті шаром лесовидних суглинків. На вододілах їх товщина 1 – 2 м. На схилах балок їх потужність збільшується, вони сповзають покрівлею глини, що їх підстилають, і накопичуються у днищах балок, досягаючи потужності 1-15 м.

Виклад матеріалу і результатів. Проектом передбачена розробка родовища відкритим способом, за відомою технологією, яку застосовують на сухих ділянках. Для осушення кар'єру передбачено відкрите водовідведення з обладнанням водозбірних каналів і зумпфів. Однак інженерно-геологічні й гідрогеологічні умови обводненої частини родовища були недостатньо вивчені. У зв'язку із цим раніше виконані різними організаціями розрахунки водопритоку в майбутній кар'єр і оцінка стійкості уступів кар'єру виявилися недостатньо обґрунтованими. Запропоновані системи осушення та розробка рудних пісків екскаваторами циклічної дії непрацездатні по причині малої водовіддачі і пливунних властивостей рудних пісків. Таким чином, обґрунтування раціонального способу розробки обводненої Мотронівсько-Аннівській ділянки є актуальним та своєчасним завданням.

В 2014 році у період розкриття рудного пласта проведено додаткові гідрогеологічні спостереження. Це дозволило уточнити гідрогеологічні параметри водоносного горизонту і оцінити реальний водоприлив у кар'єр, який становить 40 – 50 м³/год. Водоносний комплекс у неогенових відкладах складається з нижньої частини шару пісків сарматського ярусу, пісків полтавської серії й, можливо, з піщано-глинистих відкладів харківського ярусу. Рівень води знаходиться на відмітках 100 – 110 м, тобто у відкладах сармату, на 1-11 м вище покрівлі рудного пласта. В місці розташування розрізної траншеї рівень води знаходиться на відмітці 101,5 м, а покрівля руди на відмітці 94 м, тобто потужність обводненої зони становить 6,5 м.

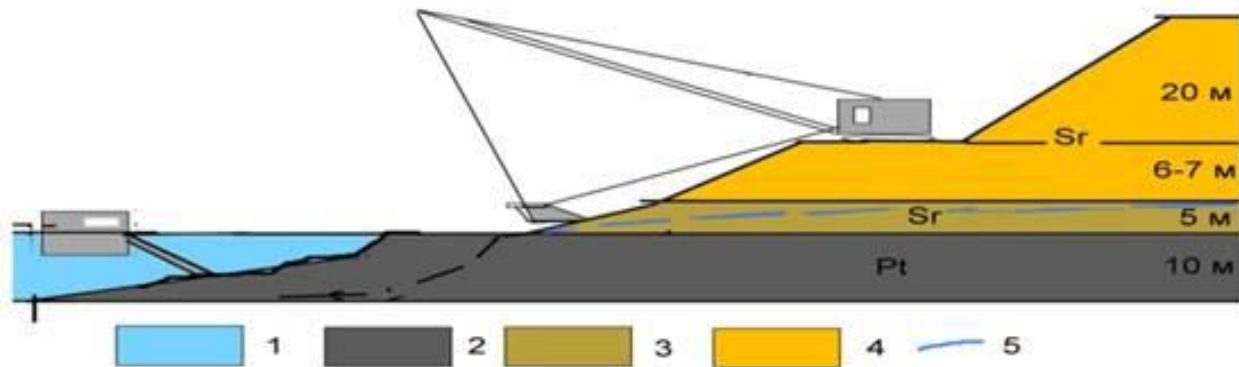
Розроблено цифрові гідродинамічні моделі родовища на різних етапах проведення гірничих робіт [3]. Вони доводять, що внаслідок малої водовіддачі та пливунних властивостей рудного піску його осушення не можливе. Радикальним способом освоєння обводнених розсипів є підводний видобуток руди за допомогою земснарядів. Цей спосіб також забезпечує зменшення негативного впливу гірничих робіт на довкілля.

Складові водного балансу залежать від потужності виробництва і змінюються в часі в залежності від стадій гірничо-капітальних робіт. Тому необхідно перш за все визначити перспективу розвитку гірничих робіт.

Із аналізу гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов випливає необхідність застосування комбінованого способу розробки родовища: розкриття за допомогою екскаваторів і видобуток руди земснарядами.

На рис.2 наведено схему розкриття і видобутку руди при комбінованому видобутку обводнених руд.

Комбінований спосіб розробки в сімдесяті роки минулого століття широко застосовували на Іршанській групі розсипів ільменітових руд. Розкривні роботи виконували драглайнами, а видобуток руди багаточерпаковими драгами або земснарядями. Система розробки обводненого родовища може бути реалізована в декількох варіантах.



1 – вода; 2 – руда; 3 – сарматські піски

Рисунок 2 – Схема розкриву і видобутку руди за *першим варіантом*

При *першому варіанті* (рис. 2) драглайн розміщується на покрівлі надрудного уступу і зачищає покрівлю рудного пласта, створюючи берму. Ширина берми визначається відповідно до призми можливого обрушення. Берма повинна бути такою, щоб при зсуненні рудного уступу лінія обриву не досягала до підшови пісків сармату. При обвалах сарматських пісків останні не повинні досягати рудного піску.

Рівень води в кар'єрі необхідно підтримувати на декілька дециметрів нижче покрівлі рудного покладу, щоб зачистку покрівлі екскаватором можна було контролювати візуально. У випадку підняття рівня води по причині інтенсивних атмосферних опадів земснаряд відкачує воду в накопичувач. При пониженні рівня здійснюється подача води з накопичувача або збільшується інтенсивність наміву чи відсіпки в воду сарматського піску.

В *другому варіанті* обводнена частина сарматського піску відробляється не екскаватором, а земснарядом (рис. 3). В цьому варіанті рівень води в кар'єрі відповідає природному. Для розмиву надводного уступу земснаряд комплектується гідромонітором.

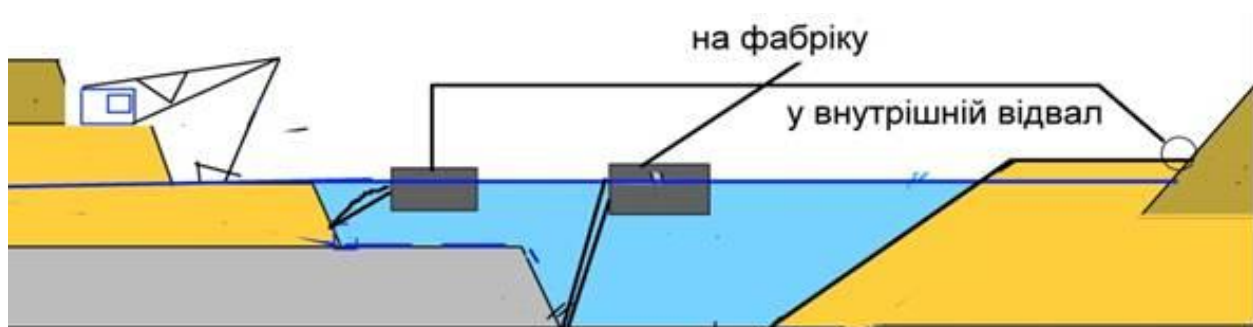


Рисунок 3 – Схема розкриву і видобутку руди за *другим варіантом*

Приймаючи для попередніх розрахунків кут укосу сухого борту 32° , підводного 25° , а нахил поверхні намотої призми 1:50, отримуємо орієнтовні розміри кар'єру, які наведені на рис. 4.

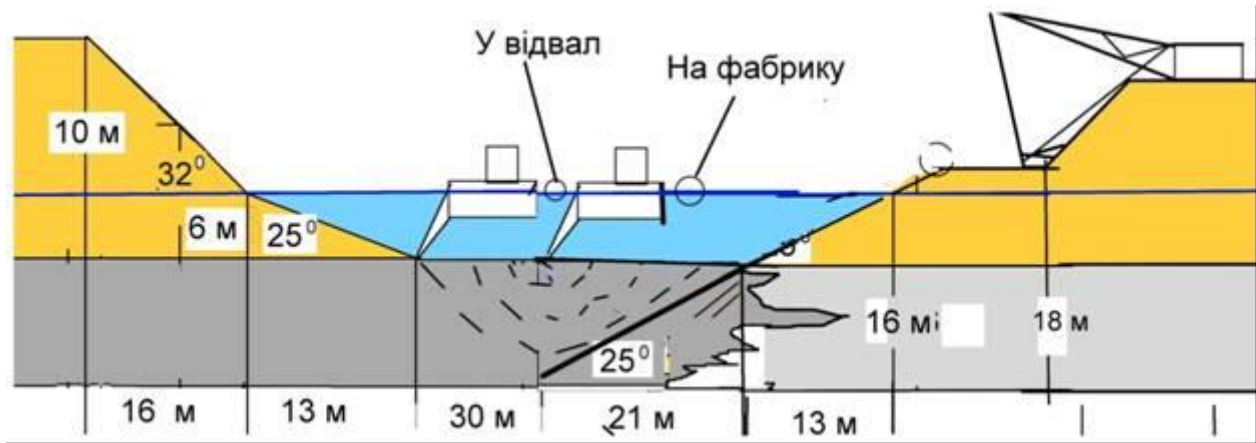


Рисунок 4 – Профіль кар'єру на другій стадії при системі відробки за другим варіантом

У розвитку кар'єру виділяються декілька стадій. Спочатку екскаватор формує котлован, днище якого знаходиться на 2 – 3 м нижче рівня ґрунтових вод. У цьому котловані монтують земснаряд. На першій стадії земснаряд веде розкриття рудного пласту – розмиває і відкачує у зовнішній відвал сарматський пісок. Перша стадія продовжується до того, поки розміри дна котловану не досягнуть 30 м, а ширина водного дзеркала 56 м. На першій стадії, коли ведеться розкриття шляхом розмиву піску сарматського горизонту, останній перекачують у зовнішній відвал.

На другій стадії спускають на воду земснаряд для видобутку рудного піску. Він утворює траншею глибиною, що дорівнює потужності рудного пласта і потім розширює її вслід за просуванням земснаряда, який здійснює розкриття.

З моменту початку розширювання траншеї починається монтаж пульпопроводу для намиву пляжу із сарматського піску з боку неробочого борту кар'єру. Видобутий пісок перекачується до неробочого борту і з нього намивають пляж. Останній служить основою для відсіпки внутрішніх відвалів механічним способом. Земснаряди просуваються в напрямку фронту робіт, а вироблений простір заповнюється піском сарматського горизонту (рис. 5).

При цьому поверхня пляжу, що намивається, має бути вище рівня води, не менше ніж на 16 м. Для цього земснаряд розкриття повинен розробляти уступ сарматського піску висотою 16 м, з них 6 м під водою і 10 м над водою. Щоб забезпечити стійкість піщаного пляжу, товщина піску над рівнем води повинна бути більшою висоти капілярного підняття, не менше 2 м. Для цього при нахилі поверхні 1:50 ширина пляжу буде 100 м.

Загальна ширина від основи внутрішнього відвалу до бровки уступу, що підлягає розмиву, становить 245 м, в тому числі ширина водного дзеркала 129 м. Намивання призми сарматського піску можливо розпочати при ширині водного

дзеркала 130 м.

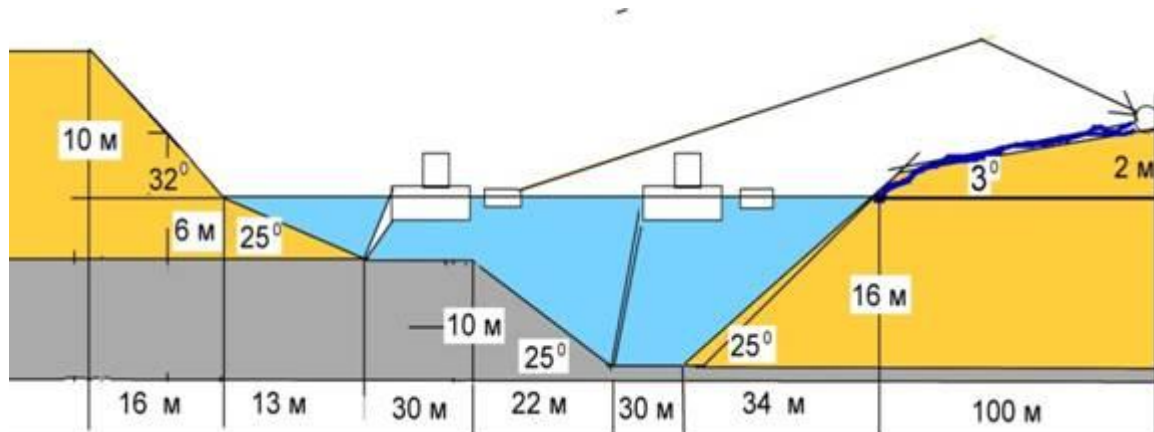


Рисунок 5 – Профіль кар'єру на четвертій стадії при системі відробки за другим варіантом

Висновки. Виконані дослідження дозволили:

- запропонувати комбінований спосіб розробки обводнених титано-цирконієвих родовищ із застосуванням підводного видобутку руд з використанням земснарядів;
- встановити орієнтовні розміри кар'єру та кути укосів надводного та підводного бортів.

Для запровадження запропонованих варіантів комбінованої розробки обводнених титано-цирконієвих руд необхідно провести дослідження для встановлення раціональних параметрів комбінованої системи з застосуванням гідромеханізації. Провести дослідження технологічних схем та обґрунтувати параметри раціонального способу внутрішнього відвалоутворення при гідромеханізованому видобутку руд.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лазников, А. М. К вопросу выбора рациональных землесберегающих технологических схем разработки россыпных титано-циркониевых руд. / А. М. Лазников, Б.Е. Собко. В.П. Краснопер // Сб. научн. трудов НГУ. - 2010. - №35. – С. 12-20.
2. Лазников, А.М. Рациональная технология разработки обводнённых россыпей / А.М. Лазников, Б.Е. Собко, А.М. Гайдін // Сб. научных трудов Академии горных наук Украины. – Кривой Рог: «Дионис», 2012. - С.130-137.
3. Собко, Б.Ю. Вплив розробки Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського родовища на гідрогеологічні умови території/ Б.Ю. Собко, А.М. Гайдін, А.М. Лазников // Збірник наукових праць НГУ.- 2014.- № 45 - С.184-189.
4. Оетзе, С. Титан і цирконій, мінеральні ресурси Південної Африки / С. Оетзе // Геологічна зйомка. - 1976. - С. 221-223.
5. Удо, В. Розрахунок відносних об'ємів оксиду залізного титану на південноафриканському узбережжі / В. Удо. - Відділ геології, Університет Натал, 1990. – С.120-126.

REFERENCES

1. Laznikov, A.M., Sobko, B.E. and Krasnoper, V.P. (2010), "The choice of rational land saving technological schemes at the mining titanium-zirconium ores", *Collection of scientific works NMU*, no. 35, pp. 12-20.
2. Laznikov, A.M., Sobko, B.E. and Gaydin A.M. (2012), "Rational mining schemes of water-flooded placers". *Collection of scientific works the Academy of mining Sciences of Ukraine*, pp. 130-137.

3. Sobko, B.E., Gaydin, A.M. and Laznikov, A.M. (2014), "The impact of the mining Matronushka-Annuska site of Malyshevsky Deposit on the hydrogeological conditions of the territory", *Collection of scientific works NMU*, no. 45, pp. 184-189.

4. Oetzee, C. (1976), "Titanium and Zirconium, Mineral Resources of South Africa", *Geological Survey*, pp. 221-223.

5. Ugo, V. (1990), "The Relative Abundance of Iron Titanium Oxides along the South African Coast-line", *Dept of Geology, Natal University*, pp. 120-126.

Про автора

Лазніков Олександр Михайлович, магістр, генеральний директор філіалії Вільногірський ГЗК ПАТ «Юкрейніан Кемикал Продактс», Вільногірськ, Україна, laznikov@maugok.com.

About the author

Laznikov Alexandr Michailovich, Master of Sciences, CEO of Branch "Volnogorskiy MPP", PJSC "Ukrainian chemical products", Vilnohirsk, Ukraine, laznikov@maugok.com.

Аннотация. Работа посвящена обоснованию технологической схемы разработки обводненного Мотроновско-Анновского участка Малышевского россыпного титано-циркониевого месторождения. Подробно изложены геологические и горнотехнические факторы, обуславливающие особенность открытой разработки Мотроновско-Анновского участка. Приведены гидрогеологические характеристики участка месторождения, на основе которых производится выбор рационального горнотранспортного оборудования. Рассмотрены основные стадии разработки обводненного месторождения, которые включают формирование котлована, вскрытие рудного пласта и спуск на воду земснаряда для добычи рудного песка. Представлено два основных способа разработки обводненных уступов с рудными песками и покрывающими вскрывными породами. Выполненные в работе исследования позволяют сделать выбор в пользу комбинированного способа разработки обводненных титано-циркониевых месторождений с применением подводной добычи руд земснарядами.

Ключевые слова: обводненные месторождения, добычные работы, рудные пески, земснаряд.

Abstract. The article presents grounds for certain process flowsheet for mining the watered Motronovsko-Annivsky site in the Malyshevskiy placer titanium-zirconium deposit. Geological and geotechnical factors which determine specificity of the Motronovsko-Annivsky site opencast mining are presented in full details. The site hydrogeological characteristics are described basing on which rational mine transport equipment should be chosen. Two key methods are presented for mining the watered benches with the ore sands and overlaying overburdens. The main stages of the watered flooded deposit mining are described, which include formation of a pit, uncover of the ore layer and launch of the dredge for the ore sand recovery. The researches fulfilled allow to make a choice in favor of the combined method for mining the watered titanium-zirconium deposits by using underwater ore extraction with the help of dredges.

Keywords: watered deposits, mining operations, ore sand, dredge.

Статья поступила в редакцию 19.10.2015

Рекомендовано к печати д-ром технических наук Четвериком М.С.