

**УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ РОТОРНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ
РАЗРАБОТКЕ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ОБВОДНЁННОЙ
МОТРОНОВСКОЙ РОССЫПИ**

**CONDITIONS OF THE USE OF BUCKET-WHEEL EXCAVATORS IN THE
DEVELOPMENT OF OVERBURDEN WATERED MOTRONOVSKY LOAD**

Цель. Изыскание новой технологической схемы разработки вскрышных пород с использованием роторных комплексов в условиях обводнённых россыпных месторождений титано-циркониевых руд.

Методология. В научно-исследовательской работе был выполнен обзор существующих технологических схем отработки горизонтальных месторождений. Также предложена и теоретически обоснована новая технологическая схема выемки и транспортирования вскрышных пород обводнённых россыпных месторождений.

Результаты исследования. Исследована возможность применения роторных комплексов для ведения вскрышных работ в условиях обводнённых месторождений на примере вскрышных пород Мотроновско-Анновского участка Малышевского месторождения титано-циркониевых руд. Использование роторных комплексов и новой схемы транспортирования вскрышных пород позволит уменьшить расстояние транспортирования более чем в 2 раза, что в свою очередь значительно снизит затраты на производство вскрышных работ. Выявлена необходимость дальнейших исследований оптимальных параметров технологической схемы разработки вскрышных пород и их транспортирования в отвал, а также оценки экономической эффективности применения данной схемы.

Научная новизна. Установлена зависимость теоретической производительности роторного экскаватора от сопротивления пород вскрыши черпанию в условиях Мотроновско-Анновского участка Малышевского россыпного месторождения титано-циркониевых руд. Предложена новая технологическая схема транспортирования вскрышных пород во внутренние отвалы.

Практическое значение. Впервые обоснована эффективная технологическая схема разработки вскрышных пород обводнённых россыпных месторождений с использованием роторных комплексов непрерывного действия, а также новая конструкция конвейерных линий, которая позволяет уменьшить расстояние транспортирования и затраты на разработку мягких вскрышных пород в условиях обводнённых россыпных месторождений.

Ключевые слова: россыпное обводнённое месторождение, карьер, технологическая схема, роторный комплекс, конвейерный транспорт, вскрышные работы.

Введение. Украина располагает значительными запасами россыпных титано-циркониевых руд. Освоение месторождений титановых руд является экономически целесообразным не только для горнодобывающих регионов, но и Украины в целом. В настоящее время существует ряд технических сложностей, связанных с необходимостью освоения новых участков месторождений в сложных условиях залегания в связи с исчерпанием запасов месторождений с относительно простой геологической структурой и неглубоким залеганием. Настало время возможности отработки месторождения титановых руд, залегающих в

пределах неогеновых водоносных горизонтов. Сложность эксплуатации таких месторождений заключается в значительной обводнённости месторождения, снижении содержания полезных минералов, а также в повышенной мощности вскрышных пород, что в свою очередь оказывает значительное влияние на рост себестоимость добычи руды. [1, 3]

Анализ существующих технологических схем при ведении горных работ показывает, что применяемая в данный момент технология разработки вскрышных пород не всегда обеспечивает необходимые экономические показатели при отработке горизонтальных месторождений с большой мощностью вскрыши.

Существует технология отработки вскрышных пород наклонными слоями, предложенная М.И. Барсуковым [2] при которой возникает возможность применения роторных комплексов меньшей мощности за счёт уменьшения высоты отрабатываемого слоя. Недостатком такой схемы является нарушение значительной площади земельных ресурсов. Также применение такой схемы требует высокой квалификации персонала для поддержания постоянности угла наклонного слоя. Такая организация работ также требует введения дополнительного оборудования, которым и будет осуществляться выравнивание наклонных площадок. В связи с чем значительно повышается себестоимость применяемой схемы, а также это увеличивает негативное влияние на окружающую среду.

В настоящее время применяется технология отработки Мотроновско-Анновского участка Малышевского месторождения, при которой вскрышные породы разрабатываются экскаваторами-драглайнами с погрузкой в автомобильный транспорт. После выемки и погрузки в автотранспорт вскрышные породы транспортируются во внешние бульдозерные отвалы. Недостатками такой технологии является необходимость применения большого количества оборудования и расходных материалов для поддержания его работоспособности. Применение автомобильного транспорта в комплексе с экскаваторами драглайнами также снижает производительность драглайнов за счёт увеличения времени рабочего цикла. Увеличение времени рабочего цикла происходит вследствие необходимости прицельной погрузки в средства автомобильного транспорта. Выполнение этих условий в значительной мере влияет на себестоимость отработки вскрышных пород [3].

В работе [4] рассмотрена технологическая схема разработки Мотроновской россыпи с транспортированием пород вскрыши во внутренние отвалы (рис. 1). При такой схеме роторными комплексами проводится отработка вскрышных уступов с погрузкой пород на забойные ленточные конвейеры. Забойными конвейерами вскрышные породы транспортируются до торцевой части карьера, где порода через бункеры-перегрузжатели перегружается на торцевые конвейеры. На краю торцевых конвейеров находятся ленточные перегружатели для компенсации высоты между горизонтом торцевой бермы и уступом отвала. С торцевых конвейеров порода перемещается посредством перегружателей в бункер-питатель отвального конвейера, по которому порода перемеща-

ється к отвалообразователю. Далее порода отсыпается отвалообразователем во внутренний отвал.

Недостатком такой схемы является большое расстояние транспортирования и протяженность конвейерных линий. Расстояние транспортирования значительно увеличивается при большой длине фронта горных работ.

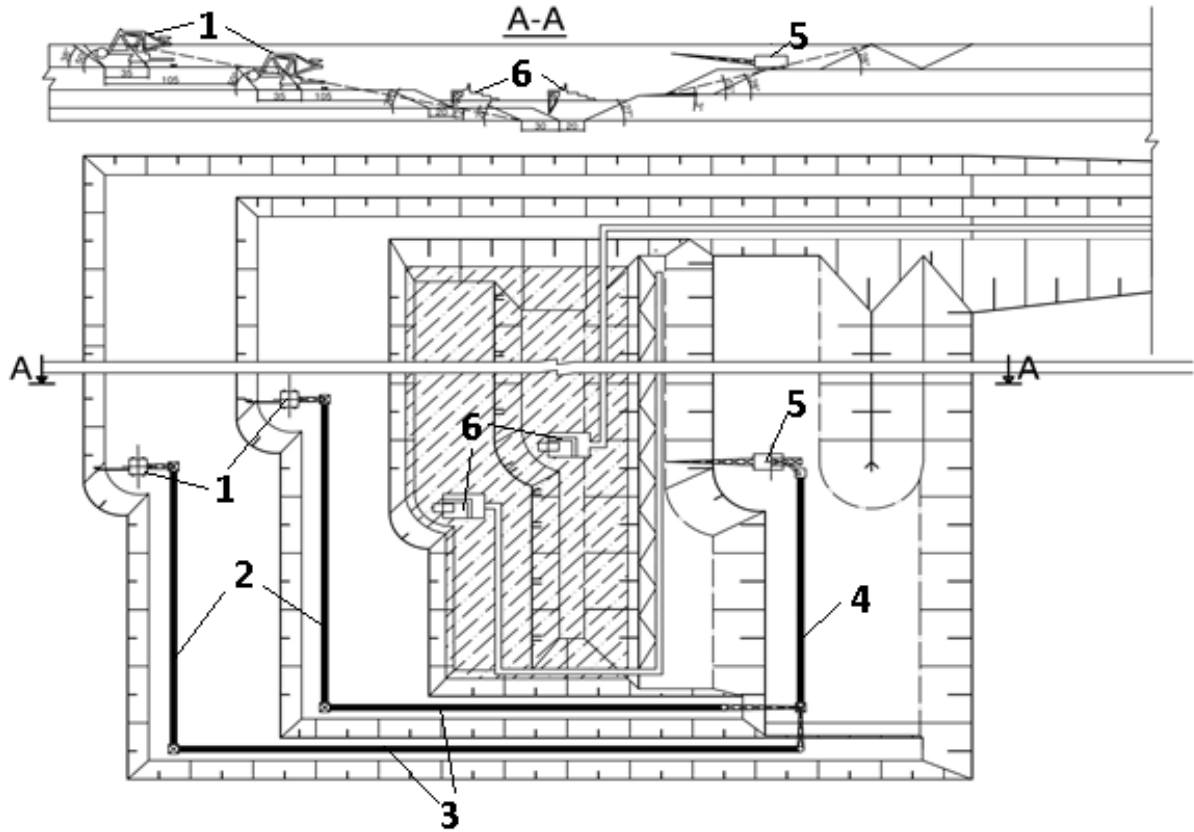


Рис. 1. Технологическая схема разработки обводненного россыпного месторождения с применением роторного комплекса. 1 – роторные экскаваторы; 2 – забойные конвейеры; 3 – торцевые конвейеры; 4 – отвальный конвейер; 5 – консольный отвалообразователь; 6 – земснаряды.

Разработка новой технологической схемы разработки вскрышных пород обводненных месторождений с применением комплексов оборудования непрерывного действия с возможностью транспортирования вскрышных пород по кратчайшему пути во внутренние отвалы является своевременной и актуальной задачей.

Целью работы является исследование технологической схемы разработки вскрышных пород с применением роторных комплексов в условиях обводнённой Мотроновской россыпи.

Основная часть. Сложность разработки Мотроновской россыпи возникает вследствие изменения физико-механических свойств вскрышных горных пород по мощности, большой обводнённостью рудной залежи.

Водонасыщенными породами являются пески сарматского и полтавского ярусов. Мощность обводнённых песков достигает 25-30 м. Подстиляется водо-

носный горизонт преимущественно глауконит-кварцитовыми тонкозернистыми песками, реже глинами харьковской свиты.

Глубина залегания кровли водоносного горизонта в зависимости от рельефа поверхности, изменяется от 5 до 50 м. В основном, он безнапорный, но иногда возникают местные напоры от 1,5 до 6 м. Средний коэффициент вскрыши по контурам карьерного поля составляет 4,6 м, текущий – 5,08 м.

В работе [5] приведены исследования производительности роторных экскаваторов с учетом физико-механических свойств вскрышных пород Мотроновской россыпи.

На рис. 2 приведен график зависимости теоретической производительности роторного экскаватора - Q_{th} от сопротивления грунта копанию F_{MR} .

Аппроксимация данных, представленных на графике позволила получить эмпирическую зависимость, которая описывается формулой (1).

$$y = -0,7331x^2 + 96,553x + 3287,2 \quad (1)$$

Исходя из приведенных данных графика, можно утверждать, что для условий Мотроновско-Анновского участка Малышевского россыпного титаноциркониевого месторождения может применяться роторный экскаватор производительностью более 6 млн.м³/год.

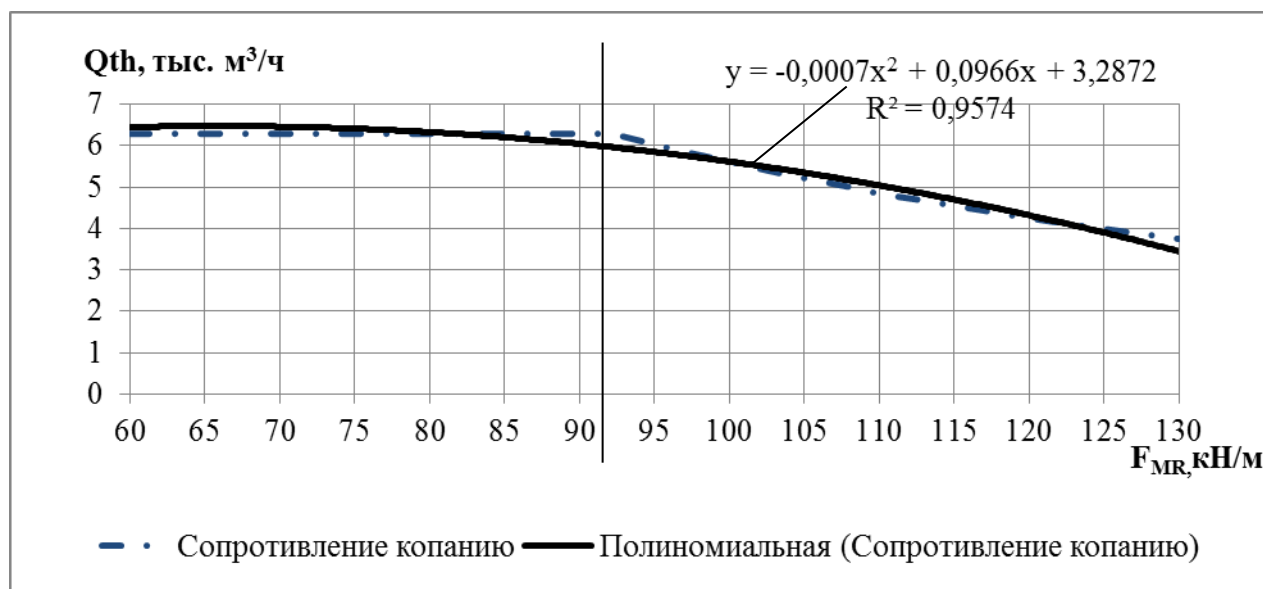


Рис. 2. График зависимости теоретической производительности Q_{th} от сопротивления грунта копанию F_{MR} , где: y – зависимость, описывающая сопротивление пород копанию, R^2 – точность аппроксимации.

В работе предлагается новая технологическая схема разработки вскрышных пород обводненного россыпного месторождения (рис. 3).

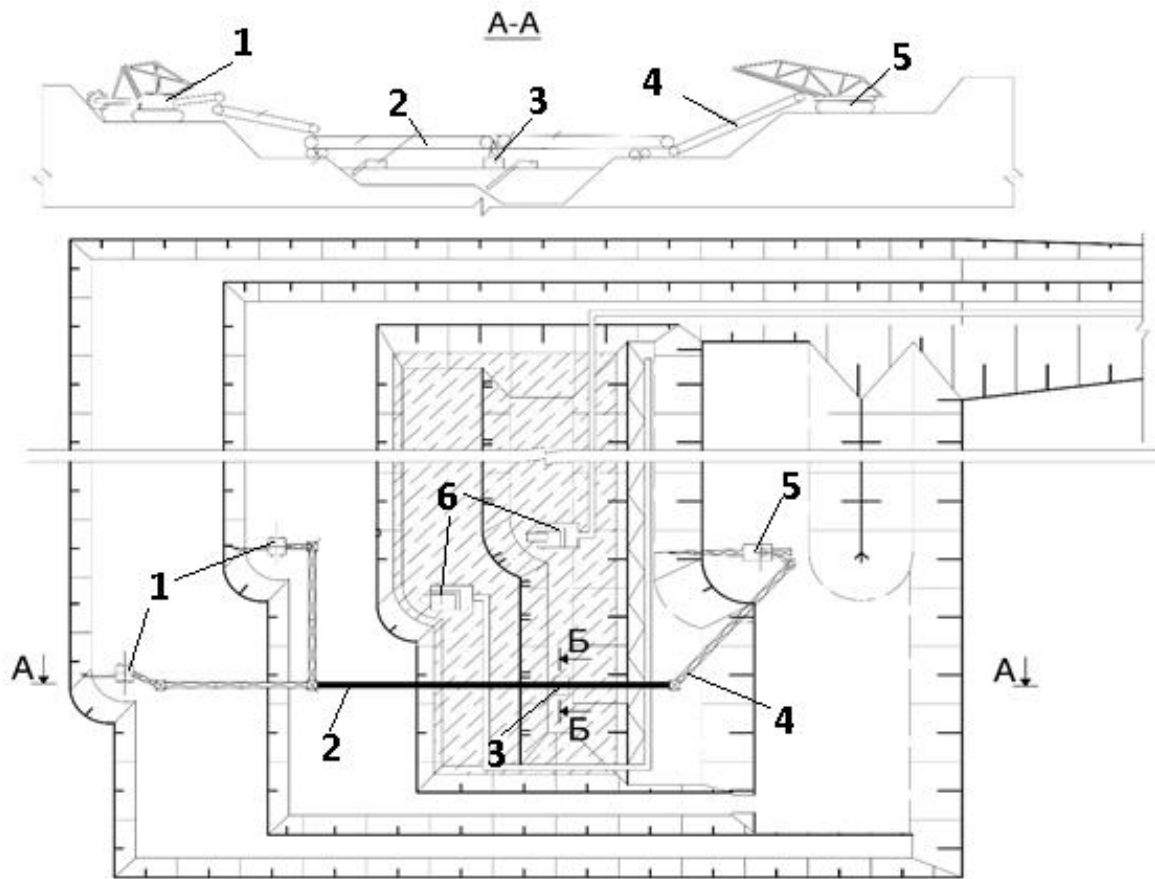


Рис. 3. Рассматриваемая технологическая схема разработки обводненных россыпных месторождений с применением роторных комплексов. 1 – роторные экскаваторы; 2 – соединительный конвейер; 3 – плавучая опора на понтоне; 4 – отвальный перегружатель; 5 – отвалообразователь.

В рассматриваемой схеме разработку вскрышных уступов производят роторными экскаваторами. При этом вскрышные породы поступают на перегружатели, которые используются для перегрузки вскрышных пород и как компенсаторы высоты. Первый перегружатель перемещает вскрышные породы от роторного экскаватора на первом вскрышном уступе на нижележащий горизонт. Второй перегружатель перемещает вскрышу от роторного экскаватора нижележащего горизонта непосредственно на соединительный конвейер. Соединительный конвейер, расположен перпендикулярно фронту горных работ. Данный конвейер имеет концевые опоры на гусеничном ходу, расположенные на рабочей площадке нижнего вскрышного уступа и нижнем ярусе внутреннего отвала.

Центральная опора обеспечивает снижение нагрузки на концевые опоры, следовательно – снижается удельное давление на грунт, что позволяет применить эту технологию при разработке пород с более низкими показателями устойчивости. Расположена центральная опора на плавучем понтоне. Высота центральной опоры должна быть выбрана с учётом необходимости компенсации высот между горизонтом нижнего вскрышного уступа и поверхностью во-

ды, что позволит сохранить горизонтальное положение соединительного конвейера по всей его длине. Такое расположение опор позволяет перемещать соединительный конвейер вдоль фронта горных работ по мере перемещения забоев роторных комплексов и отвалообразователя.

Неравномерность ведения горных работ на двух вскрышных уступах компенсируют ленточные перегружатели на гусеничном ходу. Между перемещениями вдоль фронта горных работ, понтон закрепляется якорями, что должно обеспечить постоянность его расположения во время транспортирования вскрышных пород либо технического обслуживания. Соединительный конвейер перемещает вскрышные породы на отвальный перегружатель, который компенсирует разницу высот между горизонтами внутреннего отвала. Далее вскрыша размещается в отвал консольным отвалообразователем.

Применение такого способа транспортирования позволит снизить протяженность конвейерных линий. Это позволит сократить расстояние транспортирования более чем в 2 раза. При большой длине фронта горных работ это окажет существенное влияние на себестоимость отработки вскрышных пород. За счёт снижения этой статьи затрат так же снизится себестоимость добычи руды в целом.

Выводы. Рассмотрена возможность применения роторных комплексов для разработки вскрышных пород на обводнённых россыпных месторождениях. В технологической схеме была предложена схема отработки вскрышных пород с применением новой конструкции конвейеров, транспортирующих горную массу перпендикулярно обводненной зоне карьера по кратчайшему расстоянию во внутренний отвал. Предлагаемый способ транспортирования вскрышных пород может в значительной степени снизить затраты на производство вскрышных работ и улучшить общие экономические показатели добычи руд.

С учётом физико-механических свойств вскрышных пород Мотроновской россыпи возможно применение современных роторных экскаваторов с производительностью более 6 млн. м³/год.

Однако установление рациональных параметров предлагаемой технологической схемы требуют дальнейших исследований. Также планируется провести оценку технико-экономических показателей предлагаемой технологической схемы при различных параметрах элементов системы разработки.

Перечень ссылок

1. Гайдін А.М., Собко Б.Ю., Лазніков О.М.(2016) *Розробка обводнених родовищ титанових руд: Монографія*. Д. «Літограф»
2. Барсуков М.И. (1984). *Повышение эффективности поточной технологии на карьерах с мягкими породами*. Киев : Наук.думка.
3. Собко Б.Ю., Чебанов М.О. (2017) Безпечні параметри вибою экскаватора драглайна при навантаженні автосамоскидів. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*, (52 (1), 8-16.
4. Лазніков О.М. (2017) *Обґрунтування раціональних технологічних схем відкритої розробки обводнених росипних родовищ: автореферат*. Дніпро.

5. Краса Я., Карпишек В. (2016) Применение комплекса непрерывного действия при разработке вскрышных пород на Мотроновском ГЗК. *Форум гірників – 2016*. Дніпро (Т2.(2), 12-21).

АНОТАЦІЯ

Мета. Вишукування нової технологічної схеми розробки розкривних порід з використанням роторних комплексів в умовах обводнених розсипних родовищ титано-цирконієвих руд.

Методологія. У науково-дослідній роботі був виконаний огляд існуючих технологічних схем відпрацювання горизонтальних родовищ. Також запропонована і теоретично обґрунтована нова технологічна схема виймання та транспортування розкривних порід обводнених розсипних родовищ.

Результати дослідження. Досліджено можливість застосування роторних комплексів для ведення розкривних робіт в умовах обводнених родовищ на прикладі розкривних порід Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського родовища титан-цирконієвих руд. Використання роторних комплексів та нової схеми транспортування розкривних порід дозволить зменшити відстань транспортування більш ніж у 2 рази, що в свою чергу значно знизить витрати на виконання розкривних робіт. Виявлено необхідність подальших досліджень оптимальних параметрів технологічної схеми розробки розкривних порід та їх транспортування у відвал, а також оцінки економічної ефективності застосування даної схеми.

Наукова новизна. Встановлено залежність теоретичної продуктивності роторного екскаватора від опору порід розкриву черпання в умовах Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського розсипного родовища титано-цирконієвих руд. Запропоновано нову технологічну схему транспортування розкривних порід у внутрішні відвали.

Практичне значення. Вперше обґрунтована ефективна технологічна схема розробки розкривних порід обводнених розсипних родовищ з використанням роторних комплексів безперервної дії, а також нова конструкція конвеєрних ліній, яка дозволяє зменшити відстань транспортування і витрати на розробку м'яких розкривних порід в умовах обводнених розсипних родовищ.

Ключові слова: розсипне обводнене родовище, кар'єр, технологічна схема, роторний комплекс, конвеєрний транспорт, розкривні роботи.

ABSTRACT

Purpose. Research of a new technological scheme for the development of overburden rock with the use of bucket-wheel excavator in conditions of flooded placer deposits of titanium-zirconium ores.

The methodology. A review of existing technological schemes for horizontal deposits developing was carried out in the research. A new technological scheme for excavating and transporting overburden rocks of flooded placer deposits was also proposed and theoretically justified.

Conclusions. The possibility of using bucket-wheel excavators for overburden rock developing, in the conditions of watered deposits, is researched by using the overburden rock samples from the Motronovsko-Annovsky section of the Malyshevsky titanium-zirconium ore deposit. The use of bucket-wheel excavators and a new technological scheme for transportation of overburden rock will reduce the transportation distance by more than two times, which in turn will significantly reduce

costs for the production of overburden developing. The necessity of further research of the optimal parameters of the technological scheme for the overburden rock development and their transportation to the dump, as well as assessing the economic effectiveness of the application for this scheme had been identified.

The scientific. The dependence of the theoretical productivity of the bucket-wheel excavators on the resistance to digging of the overburden rock was determined under the conditions of the Motronovsky-Annovsky section of the Malyshevsky placer deposit of titanium-zirconium ores. A new technological scheme for transporting overburden to internal dumps is proposed.

Practical significance. An effective technological scheme for the development of overburden rocks of flooded placer deposits with the use of bucket-wheel excavator, and a new design of conveyor lines that allow us to reduce the transportation distance and the costs of developing soft overburden in conditions of flooded placer deposits is justified for the first time.

Key-words: *placer watered deposit, quarry, technological scheme, bucket-wheel excavator, conveyor transport, overburden.*

УДК 622.271

© Б.Ю. Собко, М.О. Чебанов

ВПЛИВ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІРСЬКИХ ПОРІД НА ШИРИНУ ЗАХОДКИ ЕКСКАВАТОРА ДРАГЛАЙНА ПРИ НАВАНТАЖЕННІ АВТОСАМОСКИДІВ

© B. Sobko, M. Chebanov

INFLUENCE OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SOILS ON CUT WIDTH OF A DRAGLINE WHILE TRUCK LOADING

Мета. Визначити максимальні та мінімальні значення берми безпеки та ширини заходки для різних за фізико-механічними властивостями гірських порід, при схемах роботи екскаватора драглайна з розвантаженням в автосамоскид.

Методика дослідження. Для встановлення значення безпечної ширини заходки драглайна для різних гірських порід застосовано аналітичний та математичний методи дослідження. При розробленні схем розвантаження драглайну в автосамоскиди застосовано метод комп'ютерного моделювання.

Результати дослідження. Визначені максимальні і мінімальні допустимі значення ширини заходки та берми безпеки при різних схемах роботи драглайнів, для різних за фізико-механічними властивостями гірських порід. Для схем видобутку пісків глауконітових екскаваторами типу драглайн ЕШ 10/50 із відвантаженням їх в автосамоскиди встановлено максимальне значення ширини заходки – 79 м. Та мінімальне значення ширини заходки 16,5 м, для найменш щільних порід.

Наукова новизна. Для досліджень параметрів вибою роботи екскаватора драглайна в комплексі з автосамоскидами, були визначені основні типові гірські породи, що розробляються такими комплексами. Встановлено характер впливу фізико-механічних властивостей