

Выводы. На основе проведенных исследований впервые установлена аналитическая зависимость производительность экскаватора драглайна от ширины его заходки при работе в комплексе с автосамосвалами с учетом совместного влияния трех факторов:

- 1) угла поворота экскаватора на разгрузку ковша и обратно в забой;
- 2) потерь времени на перешагивание экскаватора при отработке смежных блоков;
- 3) потерь времени на заоткоску уступов.

Разработана методика расчета производительности может быть использована при установленной оптимальной ширины заходки для конкретных условий транспортной системы разработки с мягкими породами вскрыши и полезного ископаемого. Результаты исследований могут быть также использованы при обосновании технологических схем и их параметров в условиях использования бестранспортной системы разработки месторождений.

Список литературы

1. Новожилов М.Г., Эскин В.С., Корсунский Г.Я. Теория и практика открытой разработки горизонтальных месторождений.– М.: Недра, 1978.– 328 с.
2. Маевський А.М., Дробаха А.В. Оптимізація параметрів забою екскаваторів-драглайнів, що працюють у комплексі з автосамоскидами. Науково-виробничий збірник: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського.–Кременчук: КНУ, 2010 (6). С–72-81.
3. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть 1. Производственные процессы. Учебник для вузов.– 4-е изд., перераб. и доп.– м.: Недра, 1985.– 509 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Симоненком В.І.
Надійшла до редакції 23.11.13*

УДК 622.271

© Собко Б.Е.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МОТРОНОВСКО-АННОВСКОГО УЧАСТКА МАЛЫШЕВСКОГО РОССЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Проведені дослідження по обґрунтуванню та вибору різних варіантів застосування основного гірничотранспортного обладнання для виконання розкривних та видобувних робіт в умовах Мотронівсько-Аннівської дільниці Малишевського родовища титано-цирконієвих руд.

Проведены исследования по обоснованию и выбору различных вариантов применения основного горнотранспортного оборудования для производства вскрышных и добычных работ в условиях Мотроновско-Анновского участка Малышевского месторождения титано-циркониевых руд.

Researches are conducted on a ground and choice of different variants of prime-neniya of basic mine transport equipment for the production of stripping and do-bychnykh works in the conditions of Motronovsko-Annovskogo of area of Malyshevskogo mestorozhdeniya of titano-zirconia ores.

Производственная деятельность горнодобывающих предприятий в современных рыночных условиях требует постоянного контроля рынка спроса и потребления выпускаемой продукции, подготовки и ввода в эксплуатацию новых участков месторождений титаноциркониевых руд. Таким участком для решения проблем поддержания плановых объемов добычи рудных песков на Вольногорском ГМК является Мотроновско-Анновский участок Малышевского месторождения.

При этом вопросам выбора и обоснования рациональных современных горнотранспортных комплексов для открытой добычи руд должно уделяться первоочередное значение, как с точки зрения повышения производительности горнотранспортного оборудования, так и поддержания эффективности работы предприятия в целом.

Мотроновско-Анновский участок расположен в северо-западной части Малышевского месторождения. Карьерное поле участка характеризуется пересеченностью его поверхности тремя крупными поперечными балками: Дмитровской, Мотроновской и Новопавловской. Мощность вскрыши при этом колеблется от 70 до 80 м между балками и от 20 до 30 м – по балкам. Такой рельеф поверхности карьерного поля влияет на выбор и эффективность применения горнотранспортных комплексов оборудования. Рудный пласт Мотроновского участка представлен песками полтавской свиты, которые находятся сверху безрудных песков харьковской свиты. Средняя мощность пласта полезного ископаемого равна 10 м.

Рассмотрим возможность применения различных комплексов основного горнотранспортного оборудования для разработки россыпей на примере Мотроновско-Анновского участка Малышевского месторождения титаноциркониевых руд. В работе рассмотрены три варианта комплексов оборудования для производства вскрышных работ и добычных работ: 1) комплекс оборудования непрерывного действия с применением роторного экскаватора; 2) комплекс оборудования с применением гидравлических одноковшовых экскаваторов и автосамосвалов; 3) комплекс оборудования с применением экскаваторов драглайнов и автосамосвалов.

При применении комплекса оборудования непрерывного действия были рассмотрены стандартные роторные экскаваторы (производительностью 6000 и 3500 м³/час и компактные роторные экскаваторы с производительностью до 2000 м³/час.

Применение роторных экскаваторов может осуществляться на различных горизонтах карьера. Установка роторного экскаватора осуществляется на вскрышном уступе, на кровле рудного тела. При этом высота вскрышного уступа составляет 28 м, длина фронта работ на уступе составляет примерно 2,5 км. Транспортирование вскрышных пород осуществляется при помощи системы конвейеров на северо-восток. Складирование пород вскрыши осуществляется при помощи отвалообразователя в граничащую с севера балку. При применении роторных экскаваторов на кровле рудного тела и при высоте уступа 28 м, необходимые годовые объемы вскрышных пород для обеспечения

вскрытия 2,7 млн. м³ рудного песка в год составляют примерно 7,0 млн. м³.

Рабочая площадка второго роторного экскаватора находится на уровне 28 метров над кровлей рудного тела, на абсолютных отметках +125 до +130 м. Высота выемочного блока составляет 28 метров. Вследствие изменяющегося рельефа поверхности и присутствия балок средняя высота выемочного блока сократится. Необходимые годовые объемы перемещения вскрышных пород с верхнего вскрышного уступа составляют примерно 6,0 млн. м³. Разработка вскрышных пород может осуществляться компактным роторным экскаватором. При этом максимальная высота уступа для таких экскаваторов составляет 14–16 м. Годовые объемы с каждого вскрышного уступа составляют примерно 3 млн. м³.

При отработке тех же объемов вскрышных пород гидравлическими одноковшовыми экскаваторами в работе рассмотрено применение трех различных типоразмеров экскаваторов и самосвалов:

- экскаватор (ёмкость ковша 22 м³) с самосвалом грузоподъемностью 144т/78,2м³;

- экскаватор (ёмкость ковша 16,5 м³) с самосвалом грузоподъемностью 96т/60,5м³;

- экскаватор (ёмкость ковша 10 м³) с самосвалом грузоподъемностью 52,4 т/ 35,6 м³.

Выбор рационального оборудования для отработки полезного ископаемого был рассмотрен при применении экскаваторов драглайнов ЭШ – 10/50 и 14/50 с самосвалами грузоподъемностью 63 т, гидравлических экскаваторов ЭГ -7 и роторных экскаваторов ЭР-2000.

При анализе и обосновании применения наиболее рационального комплекса оборудования проводилась оценка инвестиционных и эксплуатационных затрат по каждому из вариантов оборудования для основных производственных процессов: экскавация, транспортирование, отвалообразование на период 20 лет. Сравнение вариантов применения основного горнотранспортного оборудования было проведено на основе ожидаемой средней стоимости разработки одного кубометра вскрышных пород и добычи рудного песка. Расчет средней стоимости был проведен для всех вариантов с учетом ставки дисконтирования 10 %.

В табл.1 представлен анализ затрат для рассматриваемых комплексов оборудования непрерывного действия (роторный экскаватор - ленточный конвейер - отвалообразователь). Анализ затрат был проведен с учетом только основных производственных процессов: экскавация, транспортирование и отвалообразование и не включает в себя затраты на вспомогательные и прочие расходы.

Анализ данных представленных на рис. 1 показывает, что для Мотроновско-Анновского карьера с годовой производительностью по рудным пескам, составляющим 2,7 млн. м³ (в массиве) самая низкая себестоимость разработки вскрышных пород достигается при применении роторного экскаватора ЭР-3500, которая составляет 1,60 евро/м³. Более высокая себестоимость разработки вскрышных пород (2,6 евро/м³) при применении экскаватора ЭР- 6000 возника-

ет по причине того, что эти экскаваторы достаточно мощные и не могут быть эффективны для вскрытия необходимого объема рудных песков - 2,7 млн. м³/год. Полная загрузка экскаваторов ЭР- 6000 и связанные с этим низкие удельные затраты до 1 евро/м³ были бы реальны при годовых объемах добычи рудного песка, составляющих более 6 млн. м³ в год.

Таблица 1

Анализ затрат на производство вскрышных работ комплексами оборудования непрерывного действия

Роторный экскаватор	ЭР- 6000 верхний уступ	ЭР- 6000 нижний уступ	ЭР-3500 верхний уступ	ЭР- 3500 нижний уступ	ЭР-2000
Система ленточных конвейеров					
Ширина ленты, мм	2000	2000	1800	1800	1600
Длина ленты, км	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
Количество станций, шт	6	6	6	6	6
Отвалообразователь	7500 м ³ /час	7500 м ³ /час	4000 м ³ /час	4000 м ³ /час	4000м ³ /час *
Годовая производ, млн. м ³	4 -6	4 - 7	4 - 6	4 - 7	3
Капитальные затраты, млн. евро:	81,5	81,5	63,6	63,6	41,8
экскаватор	30	30	21	21	3,6
конвейерный перегружатель			2	2	1,2
ленточный конвейер	38,5	38,5	33,4	33,4	33,4
отвалообразователь	13	13	7,2	7,2	3,6
Эксплуат. затраты млн. евро/ год	2,8 – 3,1	2,8 – 3,3	2,5 – 2,8	2,5 – 3,0	1,8

*частично используется двумя экскаваторами

На рис. 1 представлена диаграмма средних затрат на 1 м³ вскрыши с применением роторных вскрышных комплексов.

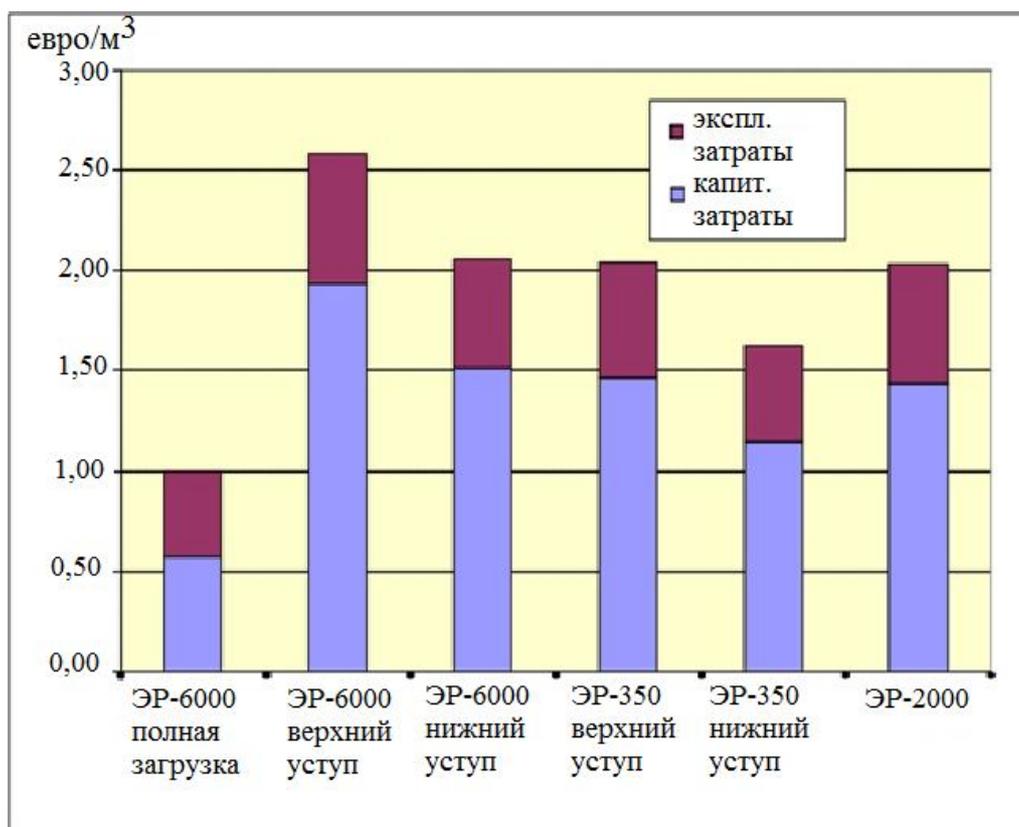


Рис. 1. Средние затраты на 1 м³ вскрыши (варианты с применением вскрышных комплексов)

Результаты анализа затрат при применении комплекса оборудования «гидравлические экскаваторы и автосамосвалы» для производства вскрышных работ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Затраты на производство вскрышных работ при применении гидравлических экскаваторов и автосамосвалов

Экскаваторы	ЭГ	ЭГ	ЭГ
Емкость ковша ,м ³	22	16,5	10
Самосвалы, т / м ³	144 / 78,2	96 / 60,5	54,2 / 35,6
Количество самосвалов	8	8	8
Годовая производительность,	6,4	5,0	3,1
Капит. затраты, млн. евро:	22	15,5	9,9
Экскаваторы	5,2	3,7	2,7
Самосвалы	16,8	11,8	7,2
Эксплуат. затраты, млн. евро/год	5,2	4,0	2,4

Средние затраты на разработку 1 м³ вскрышных пород с применением гидравлических экскаваторов и автосамосвалов представлены на рис. 2.

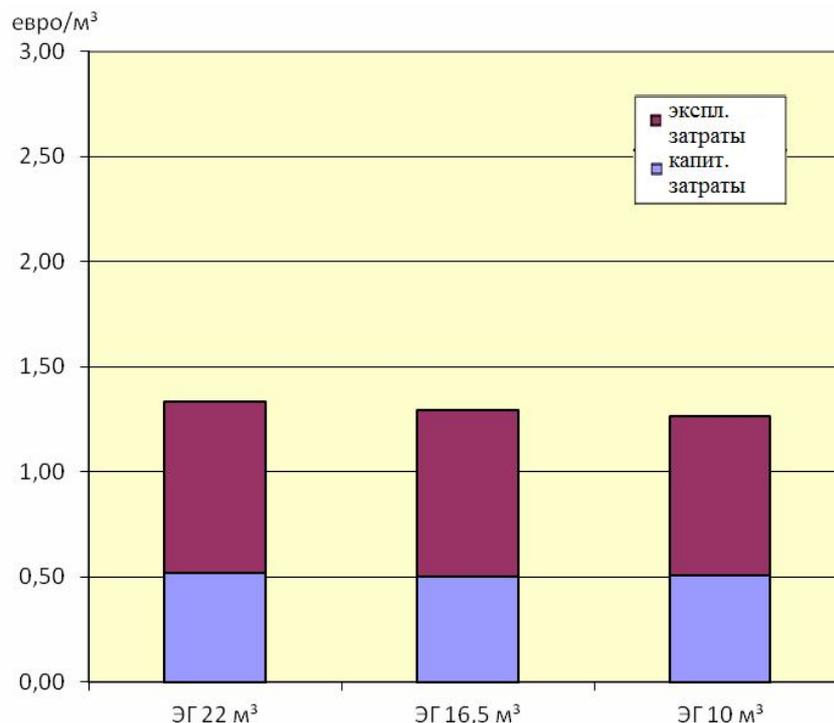


Рис. 2. Средние затраты на разработку 1 м³ вскрыши с применением гидравлических экскаваторов и автосамосвалов

Анализ данных приведенных на рис. 2 показывает, что удельные затраты на 1 м³ для основных процессов (экскавация, транспортирование и отвалообразование) при применении комплекса оборудования с применением гидравлических экскаватор и автосамосвалов составляют примерно 1,30 евро/м³, что экономически выгоднее чем применение комплексов оборудования непрерывного действия. Кроме этого относительно низкие объемы производства вскрышных работ, составляющие от 10 до 15 млн. м³ в год должны быть распределены для отработки на всю мощность вскрыши, достигающей 70 м в зонах возвышенностей. Такое распределение обеспечивается за счет применения одноковшовых экскаваторов. При этом наиболее предпочтительным является вариант с применением экскаваторов ЭГ-10 (емкостью ковша 10м³).

В табл. 3 представлена оценка затрат для вариантов основного горного оборудования для добычи рудного песка.

Варианты комплекса оборудования с применением драглайнов и одноковшовых гидравлических экскаваторов предусматривают автотранспорт рудного песка с применением карьерных самосвалов.

Результаты исследований средних затрат на разработку 1 м³ рудных песков с применением различных вариантов основного горнотранспортного оборудования представлен в виде диаграммы на рис. 3.

Таблица 3

Оценка затрат по вариантам оборудования для добычных работ

Экскаваторы	ЭГ-7	ЭШ-10/50	ЭШ-14/50	ЭР-2000
Количество экскаваторов	2	2	2	
Самосвалы, т / м ³	54,2 / 35,6	54,2 / 35,6	63 / 41,5	
Количество самосвалов	7	7	6	
Система ленточных конвейеров				
Ширина, мм				1 600
Длина, км				3,8
Количество станций				5
Отвалообразователь				2000 м ³ /час
Годовая производительность карьера по руде, млн. м ³	2,7	2,7	2,7	2,7
Капит. затраты, млн. евро:	8,7	26,3	25,9	29,7
экскаватор	2,4	20	20	3,6
конвейерный перегружатель				1,2
ленточный конвейер				23,4
отвалообразователь				1,5
самосвалы	6,3	6,3	5,9	
Эксплуат. затраты, млн. евро/ год	3,1	3,8	4,0	1,2

Анализ данных диаграммы, приведенной на рис. 3 показывает, что самые низкие удельные затраты на экскавацию рудного песка и транспорт достигаются при применении роторного экскаватора ЭР-2000 и гидравлического экскаватора ЭГ-7 в комплексе с карьерными самосвалами. Применение драглайнов в комбинации с карьерными самосвалами является более дорогостоящим.

Однако превосходство экскаваторов драглайнов заключается в том, что при их применении осуществляется прямая перевалка вскрышных пород, для драглайнов свойственно низкое давление на грунт и возможность применения этих экскаваторов для работ на грунтах с низкой устойчивостью. К таким грунтам и относятся рудные пески на Мотроновско-Анновском участке.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что вариант применения оборудования автотранспортной системы разработки (одноковшовые экскаваторы и самосвалы) при разработке вскрышных работ для обеспечения 2,7 млн. м³/год рудного песка показал при сравнении лучший результат.

Поэтому этот вариант был рекомендован как наиболее предпочтительный для условий Мотроновско-Анновского участка. Исходя из этого, применение одноковшовых экскаваторов и самосвалов рекомендуется также для производства добычных работ.

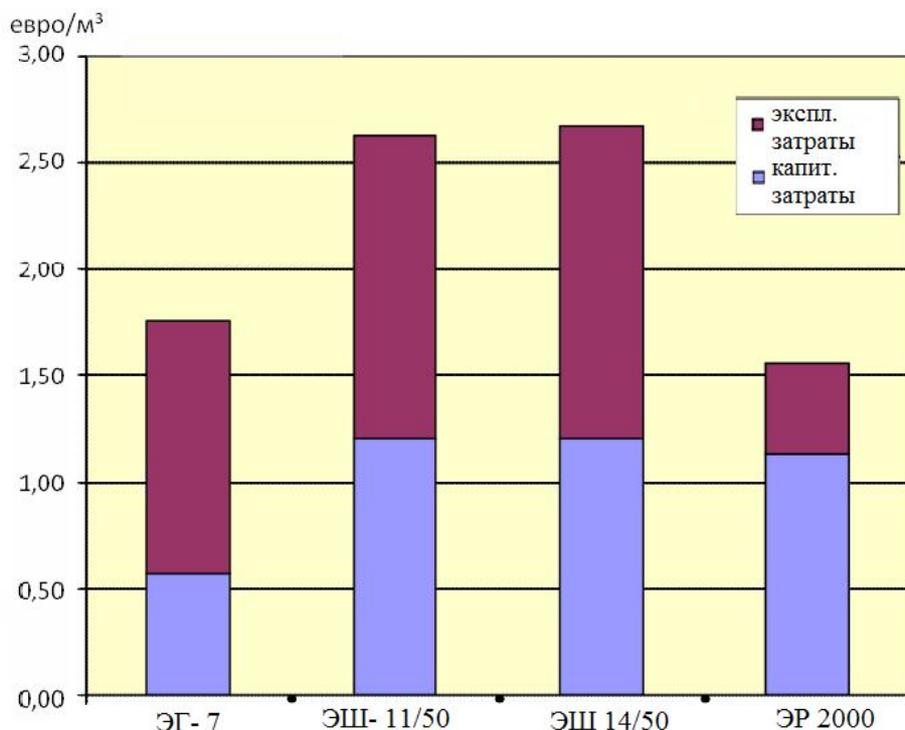


Рис. 3. Средние затраты на разработку 1 м³ рудного песка по вариантам применяемого оборудования для добычных работ

Применение роторного экскаватора целесообразно в том случае, если при разработке и перемещении вскрышных пород также занято оборудование непрерывного действия. Применение роторных экскаваторов для экскавации рудного песка в комбинации с автотранспортной системой разработки принципиально возможно с технологической точки зрения, но связано с рядом недостатков. Вследствие установки ленточных конвейерных линий на рабочей площадке добычного уступа расстояния транспортирования вскрышных пород автотранспортом до внутреннего отвала увеличиваются. Превосходство гибкой конфигурации фронта работ на горизонтах и ведения горных работ в соответствии с изменением коэффициента вскрыши при этом теряется.

Список литературы

1. Новожилов М. Г., Эскин В. С., Корсунский Г. Я. Теория и практика открытой разработки горизонтальных месторождений, – М.: Недра, 1978. – 328 с.
2. Мельников Н. В. Краткий справочник по открытым горным работам. – 4-е изд., перераб и доп. – М., Недра, 1982 – 414 с.

*Рекомендовано до публікації, д.т.н., проф. Симоненко В.І.
Надійшла до редакції 23.11.13*