

УДК [622.7.05:624.123]:622.013

Бабий Е.В., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.
(ИГТМ НАН Украины)

**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБОГАЩЕНИЯ ДЛЯ СКАЛЬНЫХ
ВСКРЫШНЫХ ПОРОД КАРЬЕРОВ КРИВБАССА**

Бабій К.В., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
(ІГТМ НАН України)

**ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ
ПЕРЕДНЬОГО ЗБАГАЧЕННЯ ДЛЯ СКЕЛЬНИХ ПОРІД РОЗКРИТТЯ
КАР'ЄРІВ КРИВБАСУ**

Babiy Ye.V., Ph.D. (Tech.), Senior Researcher
(IGTM NAS of Ukraine)

**ECONOMIC VALIDATION OF THE ORE PRE-DRESSING COMPLEX
USED FOR THE OVERBURDEN ROCKS IN THE KRYVBAS QUARRIES**

Аннотация. Целью работы является экономическое обоснование применения комплекса предварительного обогащения для скальных вскрышных пород содержащих магнитную составляющую в железорудных карьерах Кривбасса.

Проанализированы проектные и фактические производительности обогатительных фабрик Кривбасса. Установлено, что для ПАО «Центральный ГОК» она составляет 19 млн.т/год, тогда как карьеры этого предприятия – Глееватский, Петровский, Артемовский вместе с шахтой им. Орджоникидзе ежегодно добывают 15,5 млн. т. Для улучшения технико-экономических показателей работы комбината предложено применить комплекс предварительного обогащения в условиях Петровского карьера.

Разработана технологическая схема с полустационарным дробильно-обогатительным комплексом на перегрузочном пункте земной поверхности. Обоснована схема распределения объемов горной массы при применении комплекса предварительного обогащения для скальных вскрышных пород и их влияние на производственную мощность карьера.

Выполнен расчет ожидаемого годового экономического эффекта от применения технологии предобогащения в карьере для скальных вскрышных пород в условиях Петровского карьера ПАО «Центральный ГОК», который составил 27,4 млн. грн. При этом срок окупаемости капитальных инвестиций составил 2,4 года, что в 2,8 раза ниже нормативного 6,7 года.

Ключевые слова: карьер, скальные вскрышные породы, потери полезного ископаемого, предварительное обогащение, технологическая схема, дробильно-обогатительный комплекс, ожидаемый экономический эффект.

Введение. Экономический потенциал Украины во многом зависит от железорудной промышленности, которая должна обеспечивать конкурентоспособность металлургического сырья как на внешнем, так и на внутреннем рынках. Однако из-за природных особенностей сырой руды, физической и моральной изношенности применяемого оборудования, отсутствия необходимых капиталовложений, товарная железорудная продукция не отвечает мировым стандартам.

Так Украина, занимая первое место в мире по запасам железных руд, уступает основным мировым производителям железорудного сырья по содержанию железа в конечной продукции. Одна из основных причин это относительно невысокое содержание полезного компонента в природном минеральном сырье при существенных включениях вредных примесей: серы, фосфора и др.

Экономическая эффективность горнодобывающего производства и металлургического передела железорудной продукции зависит от многих факторов:

- экономических и политических (этапы развития экономики государства – подъем или кризис, налоговая политика, ценовой уровень продукции, маркетинг и менеджмент);

- административных (правильная организация производственного цикла, эффективное планирование, дисциплина коллектива, квалификация специалистов);

- технических и технологических (степень изношенности оборудования, внедрение инновационных решений, применение ресурсосберегающих и безотходных технологий, капиталовложения в энергосберегающую технику и оборудование);

- природных (геологическое строение месторождения, вещественный состав продуктивной толщи, разновидности железистых кварцитов, перемежаемость пластов, качественные и количественные характеристики природного минерального сырья, полезные и вредные примеси, обогатимость руды).

Функционирование и развитие железорудного предприятия формируется из эффективной взаимосвязи административных, экономических и политических факторов, которые определяют перспективы производства, рынки сбыта и стоимость конечной продукции. Тогда как себестоимость и рентабельность этой продукции определяются природными, техническими и технологическими факторами. Так на каждом комбинате при анализе вышперечисленных факторов основополагающее значение для расчета экономической эффективности производства концентрата имеют природные факторы. Так как от формы и строения месторождения, многообразия разновидностей железистых кварцитов, содержания железа общего и магнитного в рудной массе, наличия нарушений и контактных зон и т.д. формируются технические и технологические параметры работы горно-обогатительного комбината.

Анализ исследований и публикаций. Вопросом повышения качества исходного минерального сырья занимаются специалисты научно-исследовательских и проектных институтов, горнодобывающих и перерабатывающих производств. Ими разработаны различные способы выемки полезного ископаемого (В.В. Ржевский), оптимизированы параметры систем разработки (М.Г. Новожилов, Б.Н. Тартаковский, М.С. Четверик, В.Г. Близнюков), обоснованы усреднение горной массы и формирование карьерных грузопотоков (В.А. Пивень, В.В. Панченко), промоделированы режимы горных работ (А.Ю. Дриженко), определены границы карьеров и обосновано бортовое содержание полезного компонента (Б.П. Юматов), доказана рациональность применения предварительного обогащения на обогатительной фабрике

(А.А. Абрамов, В.И. Кармазин) и многое другое.

Одним из направлений повышения качества исходного минерального сырья, поступающего на обогатительную фабрику, является применение технологии предобогащения руды в карьере (ТПРК) для разубоженных руд или для извлечения потерь из скальных вскрышных пород [1]. Сущность технологии заключается в том, что в карьере осуществляют предварительное обогащение (сухую магнитную сепарацию) рудного или вскрышного грузопотока, после чего отходы предобогащения размещают в выработанном пространстве или складируют совместно со вскрышными породами, а магнитный продукт направляют на обогатительную фабрику. Эта технология горных работ отличается от известных тем, что в карьере производят дополнительные технологические процессы: среднее дробление (при необходимости) и сухую магнитную сепарацию.

Целью исследований является экономическое обоснование применения комплекса предварительного обогащения для скальных вскрышных пород содержащих магнитную составляющую в железорудных карьерах Кривбасса.

Изложение материала и результатов. Применение технологии предобогащения для скальных вскрышных пород, содержащих магнитную составляющую (некондиционные забалансовые руды, рудные прослойки, не вошедшие в продуктивную толщу, потери кондиционных руд), дает возможность выделить промышленный продукт с кондиционным содержанием железа, что обеспечивает прирост объема рудной массы, поступающей на обогатительную фабрику [2].

Согласно данным специалистов ГИ «ГПИ «Кривбасспроект» на горно-обогатительных комбинатах Криворожского железорудного бассейна уровень использования производственных мощностей находится в пределах 75...100%. Наиболее остро проблема недостаточной загрузки цехов обогатительной фабрики присуща для ПАО «Центральный ГОК». Карьеры этого предприятия – Глееватский, Петровский, Артемовский – в сумме добывают ежегодно не более 14 млн. т неокисленных кварцитов, вместе с шахтой им. Орджоникидзе – 15,5 млн. т при проектной мощности дробильной фабрики 28 млн. т/год и технологических секций обогащения – 19 млн. т/год. В связи с этим увеличение объемов рудной массы на ПАО «Центральный ГОК» не потребует дополнительных мощностей, капитальных инвестиций и должно улучшить технико-экономические показатели работы обогатительной фабрики и комбината в целом. Поэтому определение годового ожидаемого экономического эффекта от применения комплекса предобогащения для скальных вскрышных пород будем выполнять для условий одного из карьеров ПАО «Центральный ГОК».

Кроме того для обеспечения запаса эффективности применения технологии целесообразно учесть условия транспортирования рудной массы и объем необходимой горной массы для дробильно-обогатительного комплекса. Поэтому при выборе объекта исследований останавливаемся на Петровском карьере. Такое решение принимается потому, что Глееватский карьер находится в непосредственной близости от промплощадки комбината, а Петровский и Артемовский – на расстоянии более 30 км, но Артемовский карьер имеет совсем не-

большую производственную мощность (около 1 млн.т/год) и не сможет самостоятельно обеспечить производительность комплекса предобогащения. Следовательно, при экономическом обосновании эффективности технологии предобогащения руды в карьере (ТПРК) необходимо учесть влияние стоимости перевозки полученного промпродукта комплекса предобогащения на общие результаты добычи и переработки.

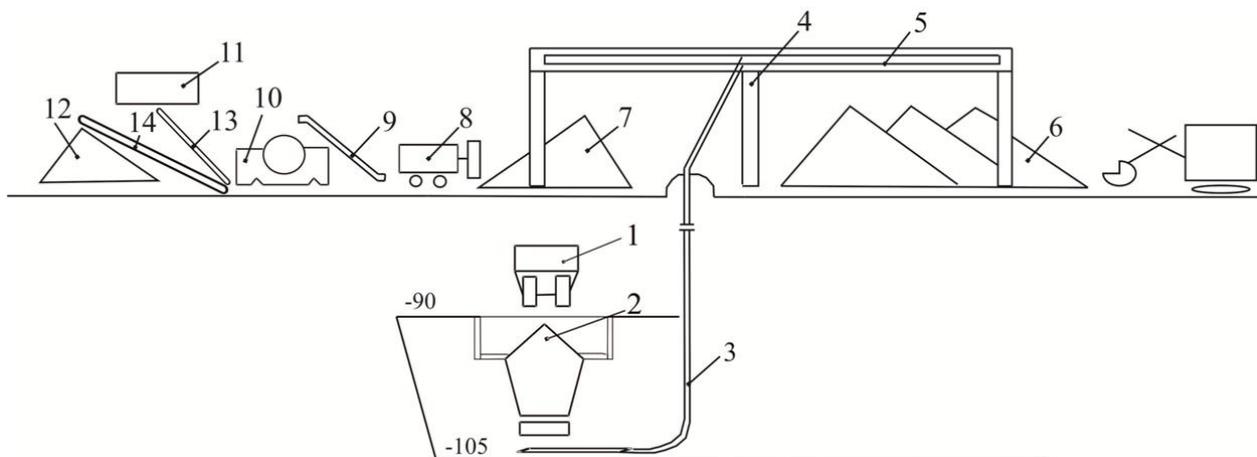
Возможны различные технологические схемы горных работ, которые различаются составом оборудования и его расположением [1]. Наиболее рентабельным является вариант развития карьера, который включает циклично-поточную технологию в сочетании с комплексом оборудования предобогащения. Расположить комплекс предобогащения рационально либо на перегрузочном пункте циклично-поточной технологии (ЦПТ), либо на борту карьера. В зависимости от горно-геологических условий оборудование может быть расположено на одном или нескольких горизонтах.

Для Петровского карьера проектным институтом ГП «ГПИ «Кривбасспроект» проработан проект строительства ЦПТ, в котором доказана экономическая целесообразность его применения. Но, учитывая сложные экономические и политические условия, это направление развития карьера остается в перспективе. Так как предметом исследований являются перспективные направления развития горнодобывающей промышленности Кривбасса [3], то при выборе модели расчета экономической целесообразности, технологической схемы, условий применения комплекса предобогащения, его состава и расположения оборудования были рассмотрены варианты:

- передвижной дробильно-обоганительный комплекс в добычном забое для разубоженных и некондиционных руд;
- передвижной дробильно-обоганительный комплекс на вскрышном отвале;
- полустационарный дробильно-обоганительный комплекс в карьере для разубоженных и некондиционных руд, вскрышных пород;
- полустационарный обоганительный комплекс на внутрикарьерном перегрузочном пункте ЦПТ для разубоженных и некондиционных руд;
- полустационарный обоганительный комплекс на перегрузочном пункте ЦПТ земной поверхности для разубоженных и некондиционных руд;
- стационарный дробильно-обоганительный комплекс на земной поверхности для разубоженных и некондиционных руд.

Учитывая сложность изыскания необходимой рабочей площадки в карьере под дробильно-обоганительный комплекс, предусмотрено его расположение на земной поверхности. Поэтому был выбран вариант с полустационарным комплексом при циклично-поточной технологии в границах перегрузочного пункта (рис. 1).

Технологическая схема предобогащения горной массы с магнитными включениями состоит в следующем (см. рис. 1). Горная масса формируется в отдельный грузопоток и автосамосвалами *1* транспортируется до внутрикарьерного перегрузочного пункта циклично-поточной технологии.



1 – автосамосвал; 2 – дробилка крупного дробления; 3 – конвейер; 4 – эстакада; 5 – конвейер; 6 – склад кондиционной руды; 7 – склад горной массы с магнитными включениями; 8 - погрузчик; 9, 13, 14 – передаточный конвейер; 10 – сепаратор сухого магнитного обогащения; 11 - бункер под магнитный продукт; 12 – склад сухих отходов предварительного обогащения

Рисунок 1 – Технологическая схема дробильно-обогащительного комплекса, расположенного на перегрузочном пункте ЦПТ

Ввиду того, что объем горной массы, подлежащий предобогащению, значительно меньше производительности конвейерной линии, то возможны два варианта его совмещения с грузопотоком железной руды. Первый заключается в складировании горной массы на внутрикарьерном перегрузочном пункте возле дробилки, ее дроблении и транспортировании по сменному графику. Но ввиду невозможности изыскания свободных площадей под склад для горной массы, этот вариант считается менее рациональным. Второй вариант заключается в последовательной подаче железной руды и горной массы с магнитными включениями в дробилку крупного дробления 2, откуда они подаются по конвейерному тракту 3 на перегрузочный пункт земной поверхности, где грузопоток распределяется на отдельные склады. Для этого устанавливается эстакада 4 под реверсивный катуший конвейер 5, с помощью которого поток делится по назначению: железные руды в склад кондиционной руды 6, горная масса с магнитными включениями в склад 7. Далее погрузчиком 8 горная масса направляется на полустационарный обогащительный комплекс, который состоит из передаточного конвейера 9, сепаратора сухого магнитного обогащения 10, бункера под магнитный продукт 11 и склада сухих отходов предварительного обогащения 12. Таким образом, дробленая горная масса подвергается сухому магнитному обогащению на сепараторах 10. Полученный предконцентрат передаточным конвейером 13 направляется в бункер 11, а отходы обогащения передаточным конвейером 14 на склад отходов обогащения.

Применение технологии предобогащения в карьере для скальных вскрышных пород при текущей эксплуатации предприятия приведет к увеличению объема рудной массы, поступающей на обогащительную фабрику на объем извлеченного магнитного продукта [2]. Перемещение горной массы (кондицион-

ных и разубоженных руд, мягкой и скальной вскрыши с/без магнитных включений) и их влияние на производственную мощность карьера с учетом комплекса предобогащения представлено на рис. 2.

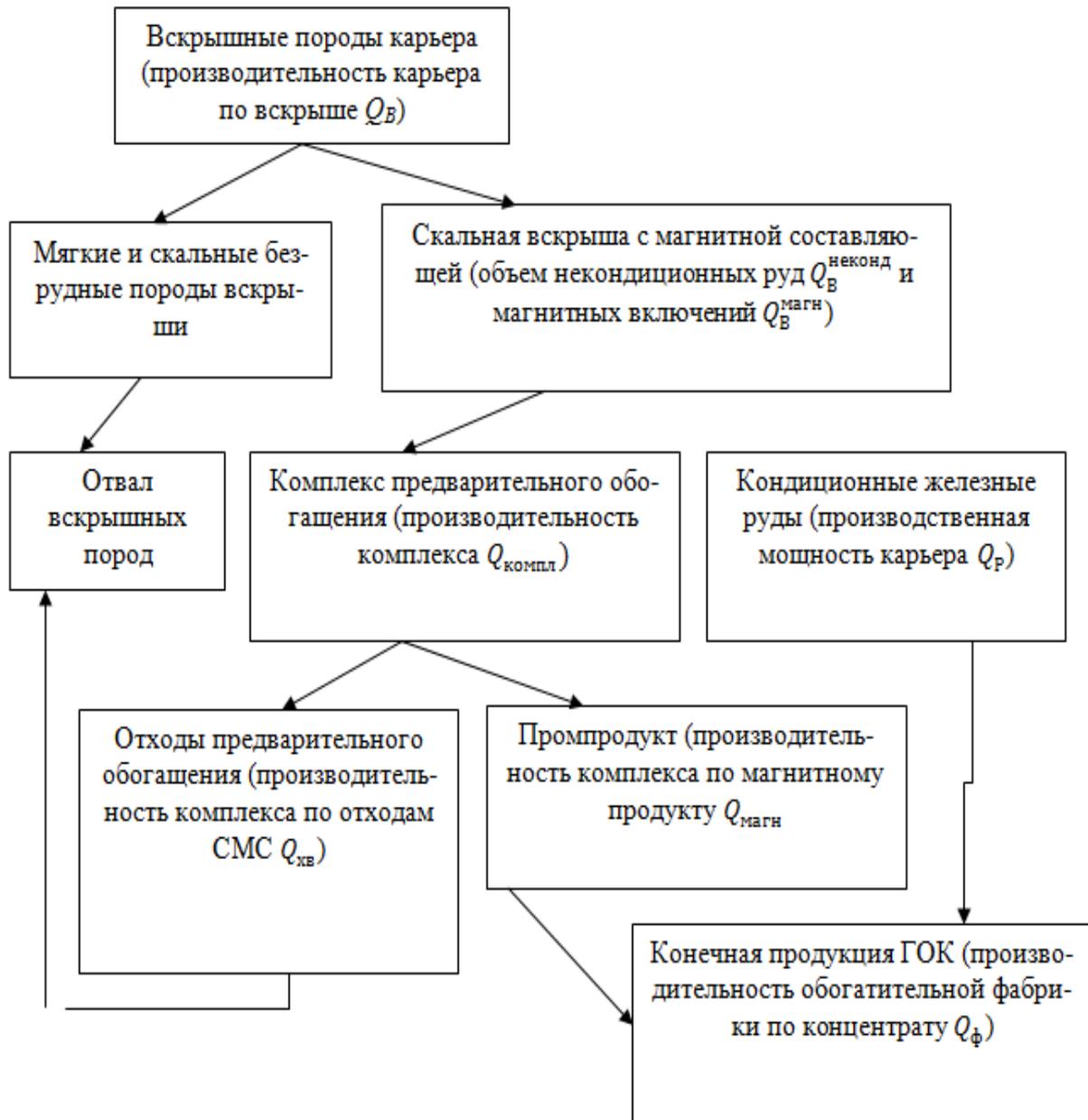


Рисунок 2 – Схема распределения объемов горной массы при применении комплекса предварительного обогащения для скальных вскрышных пород

Для экономического обоснования применения полустационарного дробильно-обогатительного комплекса выполнен расчет ожидаемого годового экономического эффекта от применения технологии предобогащения в карьере для скальных вскрышных пород Петровского карьера. Расчет производился в соответствии с Методикой (основными положениями) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобре-

ний и рационализаторских предложений [4]. Эта Методика устанавливает единые методические принципы определения экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.

Ожидаемый годовой экономический эффект определяется по формуле

$$\mathcal{E} = \Delta\Pi - E_n \times K_{дон}, \text{ тыс. грн.}, \quad (1)$$

где $\Delta\Pi$ – прирост прибыли предприятия, вызванный оцениваемым мероприятием, тыс. грн; E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных инвестиций, грн/грн (для новой техники – 0,15 грн/грн; для оценки сырьевой базы – 0,10 грн/грн); $K_{дон}$ – дополнительные капитальные инвестиции для реализации мероприятий по внедрению новых вариантов организационных и технических решений, тыс. грн.

Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных инвестиций принимается в размере 0,15 грн/грн. Срок окупаемости капитальных инвестиций при этом должен находиться в пределах нормативного (до 6,7 года)

$$T_{ок} = K_{дон} / \Delta\Pi \leq 6,7 \text{ года} \quad (2)$$

Прирост прибыли, вызванный оцениваемым мероприятием, определяется по формуле

$$\Delta\Pi = C_k \times \Delta A_k - \Delta C, \quad (3)$$

где C_k – цена 1 т железорудного концентрата, получаемого из промпродуктов рудоразборки, грн; ΔA_k – дополнительный объем производства концентрата из промпродуктов предварительного обогащения, тыс. т; ΔC – изменение годовых эксплуатационных расходов, связанных с добычей и переработкой промпродуктов предварительного обогащения, тыс. грн.

Исходные данные для расчета годового экономического эффекта от применения технологии предобогащения скальных вскрышных пород представлены в таблице 1.

В состав дополнительных капитальных инвестиций включаются затраты по строительству полустационарного дробильно-обогатительного комплекса и внутрикарьерному транспорту. Дополнительные капитальные вложения в перевозку промпродукта предобогащения на обогатительную фабрику не требуются. Сметная стоимость строительства комплекса крупнокусковой магнитной механизированной рудоразборки и приобретения транспортных средств в карьере оцениваются в сумме 123 290,41 тыс. грн с учетом налога на добавленную стоимость (НДС) или $C_{смп} = 102 742,01$ тыс. грн без НДС. В последующих расчетах НДС не учитывается, поскольку и цены и эксплуатационные расходы также определяются без учета НДС.

Переработка промпродукта предобогащения предусмотрена по схеме обога-

тительной фабрики ПАО «ЦГОК» с тремя стадиями шарового измельчения и классификации, четырьмя стадиями мокрой магнитной сепарации в слабом поле, двумя стадиями обесшламливания и фильтрованием. Массовая доля железа в концентрате мокрой магнитной сепарации (67,5%) принята на 1,3 пункта ниже уровня, получаемого из магнетитовых кварцитов Петровского карьера, однако является достаточно высокой и обеспечивает достаточную конкурентоспособность по этому показателю качества. Извлечение железа магнетитового в концентрат (93%) отражает уровень применяемой технологии; принимается на 2 пункта ниже аналогичного показателя при обогащении магнетитовых кварцитов Петровского карьера.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

Наименование показателей	Величина показателей по вариантам:	
	базовому (без предварительного обогащения)	новому (с предварительным обогащением)
Добыча некондиционных кварцитов, тыс. т/год:	765,33	765,33
Складирование вскрышных пород:		
тыс. м ³	263,00	120,76
тыс. т	765,33	351,42
Переработка некондиционных кварцитов, тыс. т/год:		
горная масса в натуральных условиях	-	765,33
сухая горная масса	-	742,37
Массовая доля влаги в добытых некондиционных кварцитах и продуктах обогащения, %	3,00	3,00
Производство промпродукта предобогащения, тыс. т/год:		
горная масса в натуральных условиях	-	413,91
сухая горная масса	-	401,49
Хвосты предобогащения, тыс. т/год	-	351,42
Массовая доля железа, %:		
в некондиционных кварцитах (исходном питании предобогащения): – общего	19,36	19,36
– магнетитового	12,48	12,48
в промпродукте предобогащения	-	
– общего	-	29,00
– магнетитового	-	16,63
Выход промпродукта предобогащения, %	-	54,08
Извлечение железа в промпродукт предобогащения, %	-	81,02

В основу расчета годовых эксплуатационных расходов положено применение к фактическим затратам условно-постоянных и условно-переменных частей себестоимости.

Экономия годовых эксплуатационных расходов по складированию вскрышных пород составляет

$$\Delta C_{en} = 6,547 \times (263,00 - 120,76) = 931,25 \text{ тыс. грн.},$$

где 6,547 – условно-переменная часть расходов по складированию оцениваемых вскрышных пород, грн/м³; 263,00 и 120,76 – объемы складирования вскрышных пород по сравниваемым вариантам, тыс. м³ (см. табл. 1).

Дополнительные годовые эксплуатационные расходы по перевозке промпродуктов предобогащения железнодорожным транспортом из карьера на фабрику составляют

$$\Delta C_{жд} = 0,27 \times 413,91 \times 35 = 3\,911,45 \text{ тыс. грн.},$$

где 0,27 – условно-переменная часть расходов по перевозкам железнодорожным транспортом, грн/т·км; 413,91 – объем перевозки промпродуктов предварительного обогащения, тыс. т; 35 – расстояние перевозки из Петровского карьера на фабрику и обратно, км.

Дополнительные годовые эксплуатационные расходы по обогащению промпродуктов предобогащения на фабрике (без затрат на складирование хвостов мокрой магнитной сепарации) составляют:

$$\Delta C_{of} = (107,78 - 13,39) \times 115,38 = 10\,890,72 \text{ тыс. грн.},$$

где 107,78 – условно-переменная часть расходов на производство 1 т концентрата из промпродуктов предобогащения, грн; 13,39 – то же, на удаление и складирование хвостов ММС, грн/т концентрата; 115,38 – производство концентрата промпродуктов предобогащения, тыс. т.

Дополнительные годовые эксплуатационные расходы по удалению хвостов обогащения промпродуктов предобогащения на фабрике составляют:

$$\Delta C_{xx} = 7,00 \times 297,53 = 2\,082,71 \text{ тыс. грн.},$$

где 7,00 – условно-переменная часть расходов на удаление и складирование 1 т хвостов ММС, грн; 297,53 – дополнительный выпуск хвостов при производстве концентрата из промпродуктов предобогащения, тыс. т.

Годовые эксплуатационные расходы по дробильно-обогатительному комплексу и внутрикарьерному транспорту определяются укрупненным способом, исходя из соотношения капитальных инвестиций и себестоимости по нормативам пооперационных затрат [5]. При пересчете в цены текущих лет с помощью официальных индексов [6] это соотношение составляет 3,70.

Тогда эксплуатационные расходы по дробильно-обогатительному комплексу составят:

$$\Delta C_{кр} = C_{стр} / 3,70 = 102\,742,01 / 3,70 = 27\,768,11 \text{ тыс. грн.},$$

где $C_{стр}$ - сметная стоимость строительства комплекса, тыс. грн.

Общая сумма дополнительных эксплуатационных расходов:

$$\Delta C = -931,25 + 3\,911,45 + 10\,890,72 + 2\,082,71 + 27\,768,11 = 43\,721,74 \text{ тыс. грн.}$$

Стоимость дополнительной товарной продукции (железородного концентрата) составляет:

$$\Delta TP = 750 \times 115,38 = 86\,535,00 \text{ тыс. грн.}$$

где 750 – цена 1 т концентрата, грн. (минимальный уровень 2013 г.).

Прирост прибыли в результате применения технологии предобогащения для скальных вскрышных пород составит:

$$\Delta П = \Delta TP - \Delta C = 86\,535,00 - 43\,721,74 = 42\,813,26 \text{ тыс. грн.}$$

Ожидаемый годовой экономический эффект от применения технологии предобогащения для скальных вскрышных пород в условиях Петровского карьера ПАО «Центральный ГОК» составит:

$$\mathcal{E} = \Delta П - 0,15 \times C_{стр} = 42\,813,26 - 0,15 \times 102\,742,01 = 27\,401,96 \text{ тыс. грн.}$$

Срок окупаемости капитальных инвестиций:

$$T_{ок} = C_{стр} / \Delta П = 102\,742,01 / 42\,813,26 = 2,4 \text{ года.}$$

Ожидаемый срок окупаемости 2,4 года в 2,8 раза ниже нормативного (6,7 года), что свидетельствует об экономической эффективности использования предложенной технологии предобогащения для скальных вскрышных пород.

Выводы. Разработана технологическая схема полустационарного дробильно-обогажительного комплекса для скальных вскрышных пород, расположенного на перегрузочном пункте ЦПТ Петровского карьера, для экономического обоснования которой выполнен расчет ожидаемого годового экономического эффекта.

Ожидаемый годовой экономический эффект от применения технологии предобогащения определили в сравнительном анализе двух вариантов: базового по проекту развития Петровского карьера (без предварительного обогащения) и нового (с предварительным обогащением). В основу расчета годовых эксплуатационных расходов положено применение к фактическим затратам условно-постоянных и условно-переменных частей себестоимости.

Ожидаемый годовой экономический эффект от применения технологии предобогащения для скальных вскрышных пород в условиях Петровского карьера ПАО «Центральный ГОК» составил 27 401,96 тыс. грн.

Срок окупаемости капитальных инвестиций 2,4 года, что в 2,8 раза ниже нормативного (6,7 года), что свидетельствует об экономической эффективности использования предложенной технологии предобогащения скальных вскрышных пород содержащих магнитную составляющую.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабий, Е.В. Технология предобогащения железных руд в глубоких карьерах / Е.В. Бабий. – К.: Наукова думка, 2011. – 184 с.
2. Повышение производственной мощности карьера с применением комплекса предобогащения / М.С. Четверик, Е.В. Бабий, В.В. Терещенко, К.А. Левченко // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – Днепропетровск, 2013.- № 3.- С.96-101.
3. Циклично-поточная технология на глубоких карьерах. Перспективы развития / М.С. Четверик, В.В. Перегудов, А.В. Романенко [и др.].– Кривой Рог: Дионис, 2012. – 356 с.
4. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.economics.kiev.ua/download/ZakonySSSR/data03/text14194.html>. - Загл. с экрана.
5. Методика пооперационной оценки технологических схем обогащения железных руд и нормативы затрат // НИПИ «Механобрчермет». – Кривой Рог, 1987. – 47 с.
6. Ціноутворення у будівництві: Збірка офіційних документів і роз'яснень. – К.: ІНПРОЕКТ, 2016. – № 2 – 58 с.

REFERENCES

1. Babiy, E.V. (2011), *Tekhnologiya predobogashcheniya zheleznykh rud v glubokikh karyerakh* [The technology of preliminary enrichment of iron ores in the deep quarries], Naukova dumka, Kiev, Ukraine.
2. Chetverik, M.S., Babiy, K.V., Tereshchenko, V.V. and Levchenko, K.S. (2013), “The increase in production capacity of the quarry using a complex pre-enrichment”, *Metallurgical and Mining Industry*, no. 3, pp. 96-101.
3. Chetverik, M.S., Peregudov, V.V., Pomanenko, A.V. et al. (2012), *Tsiklichnono-potochnaya tekhnologiya na glubokikh karerakh. Perspektivy razvitiya* [Cyclic-flow technology in deep pits. Prospects of development], Dionis, Krivoy Rog, Ukraine.
4. Collection of articles on the economy (2014), “Methodology (basic provisions) of definition of economic efficiency in the national economy of new equipment, inventions and innovations”, available at: <http://www.economics.kiev.ua/download/ZakonySSSR/data03/text14194.html>. (Accessed 7 January 2014).
5. NIPI Mekhanobrchermet (1987), *Metodika pooperatsionnoy otsenki tekhnologicheskikh skhem obogashcheniya zheleznyukh rud i normativy zatrat* [The method of operational assessment of technological schemes of enrichment of iron ore and cost standards], Krivoy Rog, USSR.
6. *Tsinoutvorenniya u budivnytsvi: Zbirka ofitsiynikh dokymentiv i roz'yasnen* [Pricing in the construction industry: a Collection of official documents and clarifications] (2016), INPROEKT, no.2, Kiev, Ukraine.

Об авторе

Бабий Екатерина Васильевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник в отделе геомеханических основ технологий открытой разработки месторождений, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепр, Украина, katebabiy@yandex.ua.

About the author

Babiy Yekaterina Vasilevna, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of Geomechanics of Mineral Opencast Mining Technology M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, katebabiy@yandex.ua.

Анотація. Метою роботи є економічне обґрунтування застосування комплексу попереднього збагачення для скельних порід розкриття, що містять магнітну складову в залізородних кар'єрах Кривбасу.

Проаналізовано проектні і фактичні продуктивності збагачувальних фабрик Кривбасу. Встановлено, що для ПАТ «Центральний ГЗК» вона становить 19 млн. т/рік, тоді як кар'єри цього підприємства – Глеєватський, Петровський, Артемівський разом із шахтою ім. Орджонікідзе щорічно видобувають 15,5 млн. т. Для поліпшення техніко-економічних показників роботи комбінату запропоновано застосувати комплекс попереднього збагачення в умовах Петровського кар'єра.

Розроблено технологічну схему з напівстаціонарним дробильно-збагачувальним комплексом на перевантажувальному пункті земної поверхні. Обґрунтовано схему розподілу обсягів гірської маси при застосуванні комплексу попереднього збагачення для скельних порід розкриття і їх вплив на виробничу потужність кар'єру.

Виконано розрахунок очікуваного річного економічного ефекту від застосування технології передзбагачення в кар'єрі для скельних порід розкриття в умовах Петровського кар'єру ПАТ «Центральний ГЗК», який склав 27,4 млн. грн. При цьому термін окупності капітальних інвестицій склав 2,4 року, що в 2,8 рази нижче нормативного 6,7 року.

Ключові слова: кар'єр, скельні породи розкриття, втрати корисної копалини, попереднє збагачення, технологічна схема, дробильно-збагачувальний комплекс, очікуваний економічний ефект.

Abstract. The objective of this work is to validate economics of applying the ore pre-dressing complex for the overburden rocks containing magnet components in the Krivbass iron-ore quarries.

Design and actual productivities of the Krivbass processing plants were analyzed. It was found that productivity of the PSC "Central MPP" was 19 million tons/year, while the Glavatskiy, Petrovsky, Artemovskiy quarries of this enterprise together with the Ordzhonikidze Mine produced 15.5 million tons. In order to improve technical and economic indices of the enterprise, it was proposed to use the ore pre-dressing complex in the Petrovsky Quarry.

A technological scheme was developed with the semi-mobile crushing-and-dressing complex in the transferring point on the earth surface. The article presents a scheme of the rock volume distribution when the ore pre-dressing complex is used for the overburden rocks and their impact on the total quarry productivity.

An expected annual economic effect of the pre-dressing technology used for the overburden rocks in the Petrovsky Quarry of the Central MPP Company was calculated and amounted to UAH 27.4 million; payback period of capital investment was 2.4 years, which was 2.8 times less than the normative 6.7 years.

Стаття поступила в редакцію 02.11.2016

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