

Терещенко В.В.

Швец Д.В.

(ГП «ГПИ «Кривбаспроект»)

**ПЕРСПЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ
ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ КАРЬЕРА
ПУБЛИЧНОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «ИнГОКа»**

Терещенко В.В.

Швец Д.В.

(ДП «ДП «Кривбаспроект»)

**ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ РОЗВИТКУ СИРОВИННОЇ БАЗИ
ВІДКРИТИМ СПОСОБОМ КАР'ЄРА
ПУБЛІЧНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ІНГЗК»**

Tereshchenko V.V.

Shvets D.V.

(SE "SDI "Krivbassproject")

**FUTURE-ORIENTED DEVELOPMENT OF RESOURCE BASE BY
OPENCAST METHOD OF MINING IN QUARRY OF THE PUBLIC JOINT-
STOCK COMPANY "InGOK"**

Аннотация. Существующие технологии добычи и переработки железорудных руд на карьерах Криворожского бассейна не предусматривают комплексную выемку сопутствующих полезных ископаемых. На примере Ингулецкого месторождения проанализирован состав вскрышных пород. Проанализированы отработанные контуры карьера ПАО «ИнГОКа» согласно «Комплексному проекту поэтапного развития и переработки минерального сырья до конца отработки Ингулецкого месторождения», рабочему проекту «Расширение карьера в юго-восточном направлении» и «Технико-экономического обоснования определения перспективных границ и производительности карьера». Представлена сравнительная характеристика ведения открытых горных работ.

Анализ проектных данных показал, что для улучшения технико-экономических показателей работы Ингулецкого ГОКа необходимо предусмотреть селективную выемку и складирование марганцевых руд, известняков и окисленных железистых кварцитов. Это позволит внедрять малоотходные и ресурсосберегающие технологии разработки крутопадающих месторождений, освободить отвальные емкости и нарушенные антропогенной деятельностью земли, занимаемые внешними отвалами вскрышных пород, хвостохранилищами.

Ключевые слова: перспективное развитие сырьевой базы, обогащения окисленных гематит-магнетитовых кварцитов, комплексное освоение недр, открытые горные работы.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Одной из важнейших задач дальнейшего развития горнодобывающей промышленности Кривбасса является освоение технологии обогащения железистых кварцитов окисленных разностей. Это связано с тем, что все карьеры Криворожского же-

лезорудного бассейна практически отработали большую часть проектного срока эксплуатации.

Например, карьер ОАО «ЮГОКа» сдан в эксплуатацию в 1954 г., оставшихся запасов руды при проектной производительности карьера по руде хватит на 28-30 лет; Анновский карьер ПАО «СевГОКа» сдан в эксплуатацию в 1963 г., оставшихся запасов руды хватит на 20-25 лет; Первомайский карьер ПАО «СевГОКа» сдан в эксплуатацию в 1964 г., оставшихся запасов руды хватит на 25-30 лет; карьер №2бис ПАО «АМКР» сдан в эксплуатацию в 1970 г., оставшихся запасов руды хватит на 15-20 лет; карьер №3 ПАО «АМКР» сдан в эксплуатацию в 1977 г., оставшихся запасов руды хватит на 25-30 лет; карьер ПАО «ИнГОКа» сдан в эксплуатацию в 1961 г., оставшихся запасов руды хватит на 15-20 лет [1].

Следует отметить, что добыча магнетитовых кварцитов на карьерах действующих ГОКов сопровождается попутной выемкой большого количества кондиционных окисленных кварцитов, условно отнесенных в настоящее время к вскрышным породам. Также при разработке карьера вскрываются забалансовые запасы окисленных кварцитов, кондиционные марганцевые руды, бокситы, известняки, пески и талькосодержащие породы.

Постановка задачи. При добыче балансовых запасов неокисленных железистых кварцитов из недр Ингулецкого месторождения извлекаются: забалансовые окисленные железистые кварциты (sx^{4f} и sx^{5f}), силикат-магнетитовые кварциты (sx^{1f}), малорудные железистые кварциты переходной пачки (sx^{2f}) железистых горизонтов, сланцы кварц-биотит-хлоритовые и гранат-куммингтонитовые (sx^{1-4s}) сланцевых горизонтов, хлорит-тальковые и кварц-серицитовые сланцы (sk^3 и sk^{1-2}), граниты (γAR_2dn) и мигматиты (γmAR_2dn), каолины (коры выветривания гранитов и мигматитов), известняки ($N_{2p}-N_{1s}$), глины ($N_{2p}-P_{2bc}$), суглинки (Q_1), пески (P_2kv) [2].

Следовательно, проблема переработки окисленных кварцитов требует незамедлительного решения. Для этого в ближайшее время необходимо провести промышленное испытание прогрессивных технологических схем обогащения окисленных гематит-магнетитовых кварцитов и положительно решить вопрос о строительстве фабрик по обогащению окисленных руд или же обеспечить их селективное временное складирование.

Изложение материала и результаты. Рассмотрим ранее разработанные проектные решения ГП «ГПИ «Кривбасспроект», касающиеся разработки Ингулецкого месторождения магнетитовых железистых кварцитов.

В 2006 г. разработан «Комплексный проект поэтапного развития горных работ и переработки минерального сырья до конца отработки Ингулецкого месторождения» (рис. 1), в составе которого рассмотрены нижеперечисленные проектные решения:

- концепция (направление) отработки месторождения, транспортная система, обеспеченность земельными площадями для складирования вскрышных пород, водоотлив. Поэтапное развитие горных работ и переработки магнетитовых руд;
- горная часть;

- поэтапное развитие горных работ при переработке магнетитовых и окисленных кварцитов (селективная выемка);
- развитие отвала №2 с учетом складирования окисленных кварцитов и отгрузки для дальнейшего использования;
- обоснование поэтапного использования выработанного пространства южного участка карьера для безопасного складирования вскрышных пород;
- технология производства внутреннего отвалообразования в карьере;
- рекомендации по обеспечению устойчивости отвала №2 при совместном складировании тальковых сланцев и вскрышных пород;
- конвейерный тракт «Западный». Комплекс дробильно-конвейерной выдачи руды с горизонта минус 360 м;
- конвейерный тракт «Восточный». Комплекс дробильно-конвейерной выдачи руды с горизонта минус 300 м;
- охрана окружающей среды;
- технико-экономические расчеты.

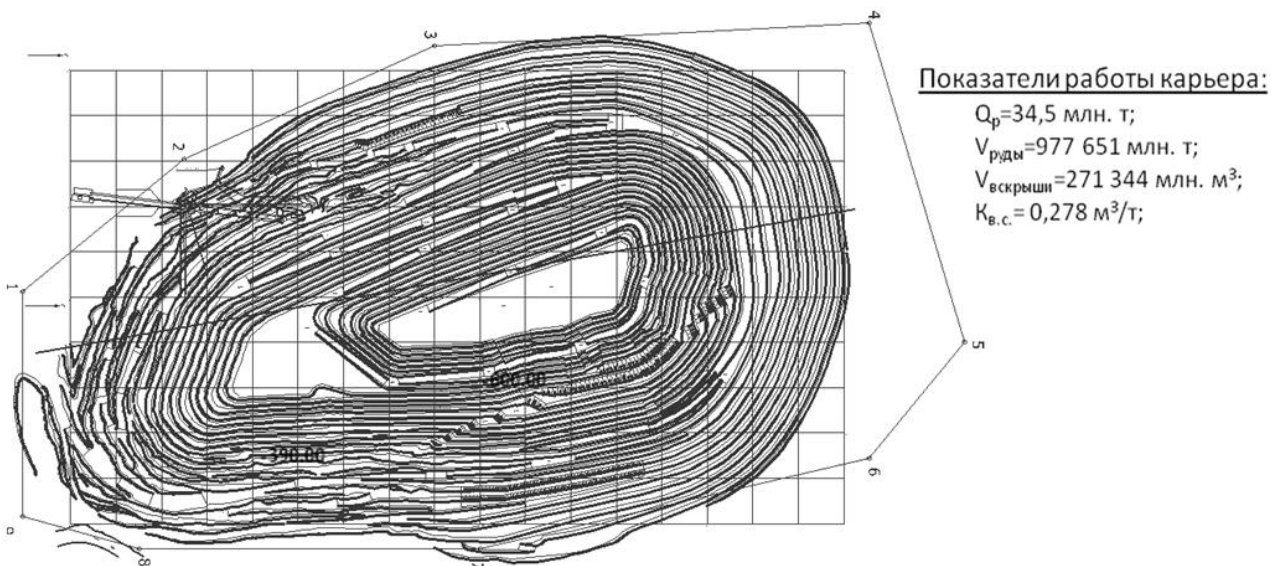


Рис. 1- План карьера ПАО «ИнГОКа» в отработанном виде, согласно «Комплексного проекта поэтапного развития горных работ и переработки минерального сырья до конца отработки Ингулецкого месторождения»

Исходя из горно-геологических условий залегания полезного ископаемого и сохранения существующей на карьере транспортной системы разработки с перемещением вскрышных пород во внешние отвалы, ГП «ГПИ «Кривбасспроект» был разработан рабочий проект (далее - РП) «Расширение карьера ОАО «ИнГОК» в юго-восточном направлении» (рис. 2).

С учетом фактического положения горных работ в РП «Расширение карьера ОАО «ИнГОК» в юго-восточном направлении» предусматривается дальнейшее вскрытие месторождения производить по существующей схеме: постоянными внутренними автомобильными траншеями, расположенными по южному и западному борту, внутренними железнодорожными траншеями - по восточному

борту, с учетом переноса железнодорожного пути, в связи с расширением карьера в юго-восточной направлении, и системой подземных горных выработок с расположенными в них конвейерными трактами.

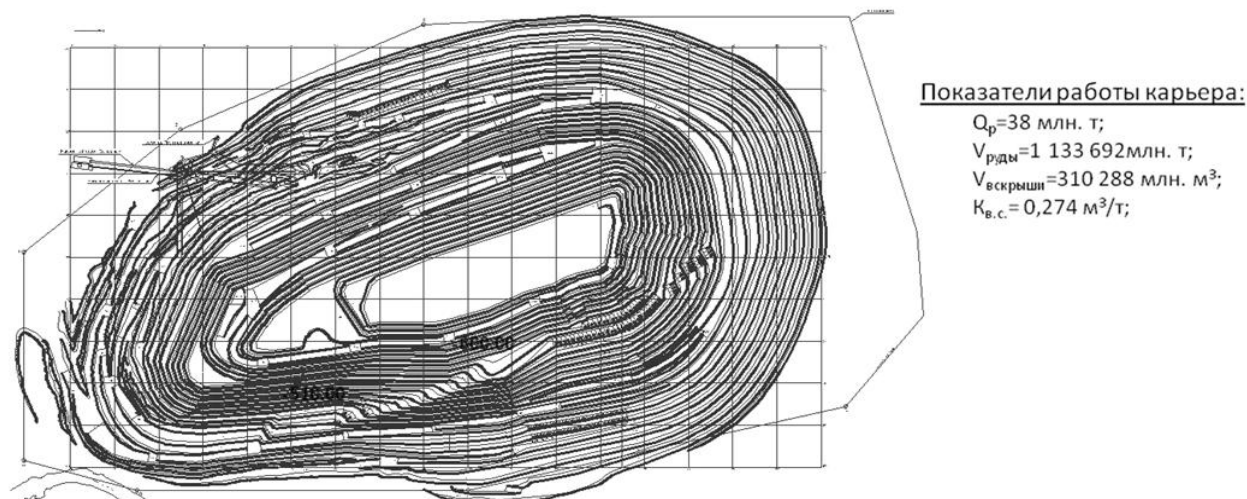


Рис. 2 - План карьера ПАО «ИнГОКа» в отработанном виде, согласно РП «Расширение карьера ОАО «ИнГОК» в юго-восточном направлении»

При дальнейшем проектировании вскрывающих выработок за основу было принято:

- обеспечение максимально возможной глубины заездов в карьер железнодорожным транспортом, позволяющее сократить объемы и расстояние доставки горной массы автотранспортом;
- сохранение, а при необходимости, реконструкция действующих железнодорожных и автомобильных заездов для увеличения их пропускной способности.

В РП «Расширение карьера ОАО «ИнГОК» предусматривается дальнейшее вскрытие месторождения осуществить по восточному борту внутренними железнодорожными траншеями до горизонта минус 105 м.

Кроме постоянных траншей рабочие горизонты карьера в процессе эксплуатации дополнительно вскрываются временными съездами. Уклон автомобильной траншеи составляет – 80‰, железнодорожной – 40‰. Ширина автомобильных траншей и транспортных берм – 30 м, железнодорожных траншей – 20 м.

По мере понижения горных работ предусматривается перенос дробильно-перегрузочных пунктов, очередное размещение перегрузочного пункта принимается с шагом в 120 м.

В 2010-2011 гг. выполнено «ТЭО определения перспективных границ и производительности карьера ПАО «ИнГОК» (Оценка вариантов развития комбината). Перспективы развития сырьевой базы открытым способом» (рис. 3).

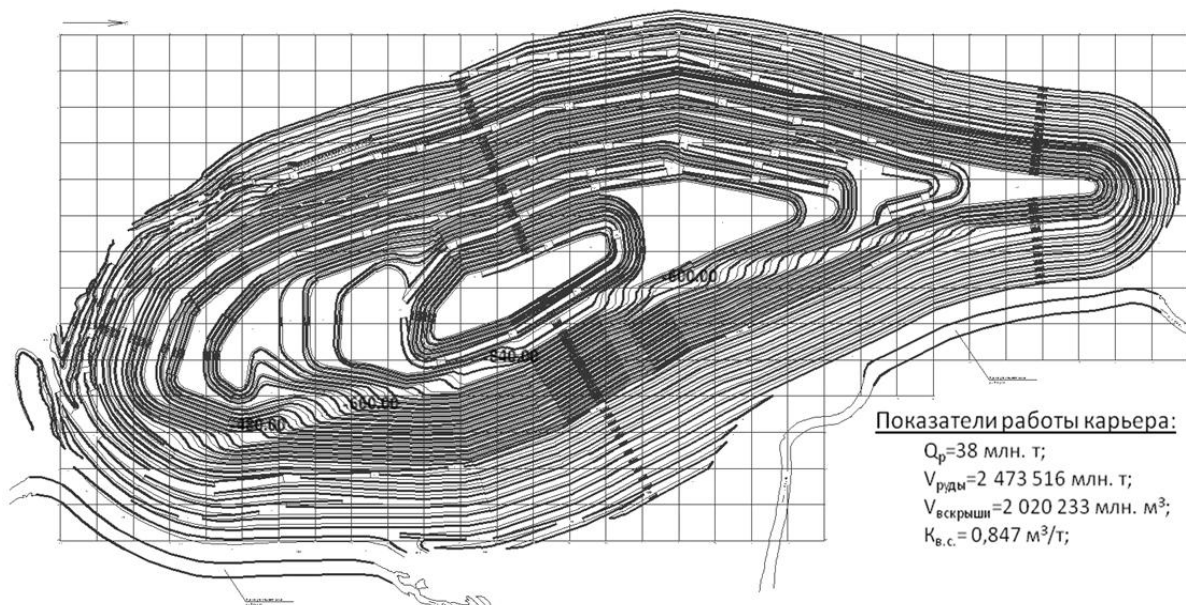


Рис. 3 - План карьера ПАО «ИнГОКа» в отработанном виде, согласно «ТЭО определения перспективных границ и производительности карьера ПАО «ИнГОК» (Оценка вариантов развития комбината). Перспективы развития сырьевой базы открытым способом»

Следует отметить, что в настоящее время ГП «ГПИ «Кривбасспроект» разработана «Технико-экономическая оценка перспективного развития карьера ИнГОКа в северо-западном направлении» (рис. 4).

В «ТЭО определения перспективных границ и производительности карьера ПАО «ИнГОК» рассматриваются перспективные границы расширения карьера в восточном, западном и северном направлении, а также понижения глубины отработки до отметки минус 840 м по следующим вариантам карьера:

- карьер, обеспечивающий мощность 38 млн. т в год магнетитовых кварцитов без вовлечения в переработку окисленных кварцитов;
- карьер, обеспечивающий суммарную мощность 38 млн. т в год магнетитовых кварцитов и окисленных кварцитов;
- карьер, обеспечивающий мощность 38 млн. т в год магнетитовых кварцитов и вовлечение в переработку окисленных кварцитов, с учетом возможности сырьевой базы.

При вовлечении в переработку окисленных кварцитов $V_{руды}$ составит 3 663 046 тыс. т., $V_{вскрыши} = 1 654 177$ тыс.т., $K_{вскр} = 0,452$ м³/т.

Оценка показала экономическую целесообразность добычи железистых кварцитов вплоть до маркшейдерского профиля 29. При этом в перспективный контур карьера попадают все 5 разведанных залежей марганцевых руд. Таким образом, создаются весьма перспективные условия для включения этих руд в разработку. При разработке всех пяти залежей не потребуется приобретение нового оборудования, а добыча их будет производиться попутно при ведении вскрышных работ.

Представляется возможным дальнейшее улучшение технико-экономических показателей работы Ингулецкого ГОКа при вовлечении в отработку залежей

марганцевых руд. Основным рудным минералом является мелкокристаллический пиролюзит, в подчиненных количествах встречаются манганит и псиломелан. Запасы марганцевых руд классифицированы по категориям С₁ и С₂. Общее количество подсчитанных запасов составило: балансовые - 331,0 тыс. т; забалансовые - 246,8 тыс. т.

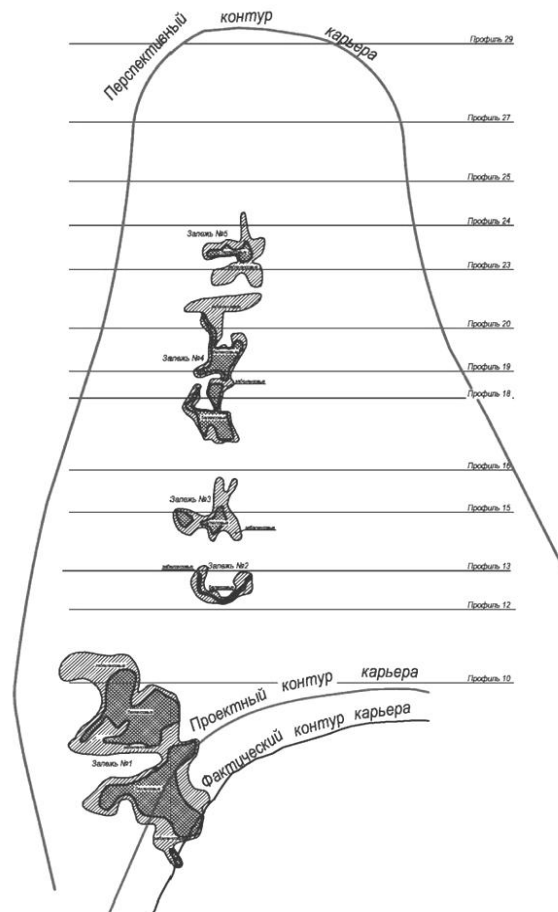


Рис. 4 - Схема расположения залежей марганцевых руд Ингулецкого месторождения

Однако на стадии выполнения проекта развития карьера следует предусмотреть селективную выемку и складирование марганцевых руд.

Остро стоит вопрос также селективной выемки и отдельного складирования известняков Ингулецкого месторождения, пригодность которого для получения строительной извести и цемента установлена Днепропетровским научно-исследовательским институтом строительной промышленности по 3 технологическим лабораторным пробам массой 100 кг каждая, отобраным Криворожской ГРЭ «Кривбасгеология» при доразведке месторождения в 1989-1994 гг. Лабораторными испытаниями определены физико-механические свойства: объемная плотность - 1,48-2,15 т/м³, пористость - 19,17-43,45%, водопоглощение - 4,0-21,7%, временное сопротивление одноосному сжатию - 54,76-238,0 МПа и химический состав известняков: СаО - 47,42%, MgO - 0,24%, Fe₂O₃ - 0,97%, Al₂O₃ - 1,32%, потери при прокаливании - 38,12%, нерастворимый остаток - 11,97% [3].

На сегодняшний день ПАО «ХайдельбергЦемент Украина» в качестве сырьевой базы рассматривает Марьянское месторождение цементного сырья, которое находится в 55 км от г. Кривой Рог.

Учитывая современные тенденции поддержания производительности предприятия по производству портландцемента марки «500», ПАО «ХайдельбергЦемент Украина» в ближайшее время следует осуществить строительство опытно-промышленного участка по добыче цементного сырья Марьянского месторождения или же рассмотреть вопрос добычи (подрядным или субподрядным способом) известняков Ингулецкого месторождения, запасы которых в настоящее время вскрыты и подготовлены к промышленной разработке.

Выводы и направления дальнейших исследований. Целесообразность полноты использования попутно извлекаемых объемов минеральных ресурсов месторождения определяет комплексное освоение недр, внедрение малоотходных и ресурсосберегающих технологий разработки крутопадающего месторождения железорудного сырья ПАО «ИнГОКа».

Данная концепция отработки балансовых запасов Ингулецкого месторождения магнетитовых железистых кварцитов позволит освободить отвальные емкости и нарушенные антропогенной деятельностью земли, занимаемые внешними отвалами вскрышных пород, хвостохранилищами.

Следовательно, селективная выемка попутно извлекаемых объемов окисленных кварцитов, известняков и марганцевых руд, которые на сегодняшний день относятся к вскрыше и складированы в отвалы, является основным направлением перспективного развития сырьевой базы ПАО «ИнГОКа».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Близняков, В.Г. О необходимости реконструкции железорудных карьеров Кривбасса / В.Г. Близняков, С.А. Луценко, А.В. Савицкий // Комбинированные технологии разработки месторождений глубокими карьерами и шахтами / Сборник научных трудов КНУ. – Кривой Рог: Дионис. – 2012. - С. 17-19.
2. Терещенко, В.В. Формирование и дальнейшая разработка техногенных месторождений полезных ископаемых в современных условиях добычи железорудного сырья / В.В. Терещенко, Д.В. Швец // Горный вестник. – Кривой Рог, 2012. – Вып. 95(1). – С. 20-25.
3. Швец, Д.В. К вопросу о перспективном освоении техногенных месторождений горнообогатительных комбинатов / Д.В. Швец // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. трудов. – Днепропетровск. - 2012. – Вып. 103. – С.249-258.

REFERENCES

1. Bliznyukov, V.G., Lutsenko, S.A. and Sawickiy, A.V. (2012), "The need for reconstruction of the iron ore mines Krivbass", *Kombinirovannyye tekhnologii razrabotki mestorozhdeniy glubokimi kar'erami i shachtami*, pp. 17-19.
2. Tereshchenko, V.V. and Shvets, D.V. (2012) "Formation and further development of man-made mineral deposits in modern conditions of production of iron ore", *Gornyy vestnik* [Mining Gazette], vol. 95 (1), pp. 20-25.
3. Shvets, D.V. "On the promising development of man-made deposits mining and processing", *Geotekhnicheskaya Mekhanika* [Geo-Technical Mechanics], no. 103. - p. 249-258.

Об авторах

Терещенко Владислав Викторович, главный специалист сектора открытых горных работ, горный отдел Государственного предприятия «Государственный проектный институт «Кривбасспроект» (ГПИ «Кривбасспроект»), Кривой Рог, Украина, tereshchenko.vlad@yandex.ua.

Швец Дмитрий Валериевич, магистр, инженер-проектировщик I категории сектора открытых горных

работ, горный отдел Государственного предприятия «Государственный проектный институт «Кривбасспроект» (ГПИ «ГПИ «Кривбасспроект»), Кривой Рог, Украина, shvetsdmitriy@yandex.ua.

About the authors

Tereshchenko Vladislav Viktorovich, Chief Specialist Of Open-Pit Mining, Mining Department of the State Enterprise "State Design Institute "Krivbassproject" (SE "SDI "Krivbassproject"), Krivoy Rog, Ukraine, tereshchenko.vlad@yandex.ua.

Shvets Dmitriy Valerievich, Master of Science, Engineer I category of Open-Pit Mining, Mining Department of the State Enterprise "State Design Institute "Krivbassproject" (SE "SDI "Krivbassproject"), Krivoy Rog, Ukraine, shvetsdmitriy@yandex.ua.

Анотація . Існуючі технології видобутку і переробки залізородних руд на кар'єрах Криворізького басейну не передбачають комплексну виїмку супутніх корисних копалин. На прикладі Інгулецького родовища проаналізовано склад розкривних порід. Проаналізовано відпрацьовані контури кар'єра ПАТ «ІнГЗК» згідно «Комплексному проекту поетапного розвитку та переробки мінеральної сировини до кінця відпрацювання Інгулецького родовища», робочому проекту «Розширення кар'єра в південно-східному напрямку» і «Техніко-економічному обґрунтуванні визначення перспективних меж і продуктивності кар'єру». Представлена порівняльна характеристика ведення відкритих гірничих робіт.

Аналіз проектних даних показав, що для поліпшення техніко-економічних показників роботи Інгулецького ГЗК необхідно передбачити селективну виїмку і складування марганцевих руд, вапняків і окислених залізистих кварцитів. Це дозволить впроваджувати маловідходні та ресурсозберігаючі технології розробки крутопадаючих родовищ, звільнити відвальні ємності і порушені антропогенною діяльністю землі, займані зовнішніми відвалами розкривних порід, хвостосховищами.

Ключові слова: перспективний розвиток сировинної бази, збагачення окислених гематит -магнетитових кварцитів, комплексне освоєння надр, відкриті гірничі роботи.

Abstract. Existing technologies of extraction and processing of iron ore mines in the Krivoy Rog basin do not provide a comprehensive notch associated minerals. On the example of Ingulets deposits analyzed the composition of overburden

Contours of mined-out spaces in the quarry of the PJSC "InGOK" are analyzed according to "The Integrated Project for Step-By-Step Development and Processing of Mineral Raw Materials up to the Completion of Mining of the Ingulets Field", execution plan "Extension of the Quarry to the South-East" and "Feasibility Study for Identifying Promising Frontiers and Quarry Productivity". A comparative description of open-pit mining operations is presented.

The analysis of project data showed that to improve the technical and economic performance of Inhulets GOK is necessary to provide selective mining and stockpiling of manganese ore, limestone and oxidized ferruginous quartzites. This will introduce low-waste technology and resource development steep deposits, relieving of dump and disturbed by human activities of land, which occupying by external overburden dumps, tailings.

Keywords: long-term development of raw materials, of oxidized hematite -magnetite quartzite, comprehensive development of mines, open pit mining.

*Статья поступила в редакцию 05.09.2013
Рекомендовано к публикации д.т.н., проф. Н.И. Дядечкиным*