

УДК 622.271:608.2

**Григорьев Ю.И.**, канд. техн. наук,  
**Миронов М.Д.**, магистр,  
**Дрок А.В.**, магистр  
(ГП «ГПИ «Кривбаспроект»)

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОТРАБОТКЕ ИНГУЛЕЦКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРЬЕРОМ ЧАО «ИНГОК» В ГРАНИЦАХ  
ЛИЦЕНЗИОННОЙ ПЛОЩАДИ**

**Григор'єв Ю.І.**, канд. техн. наук,  
**Міронов М.Д.**, магістр,  
**Дрок О.В.**, магістр  
(ДП «ДПІ «Кривбаспроект»)

**ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ З ВІДПРАЦЮВАННЯ ІНГУЛЕЦЬКОГО  
РОДОВИЩА КАР'ЄРОМ ПРАТ «ІНГЗК» В МЕЖАХ ЛІЦЕНЗІЙНОЇ  
ПЛОЩІ**

**Grygoriev I.I.**, Ph.D. (Tech.),  
**Mironov M.D.**, M.S. (Tech.),  
**Drok A.V.**, M.S. (Tech.)  
(SE «SPI «Krivbassproekt»)

**TECHNICAL SOLUTIONS OF THE InGOK COMPANY'S BY QUARRYING  
THE INGULETSKY DEPOSIT WITHIN THE BORDERS OF THE  
LICENSED AREA**

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности проектирования карьера ЧАО «ИнГОК» и приведены технические решения по отработке Ингулецкого месторождения карьером ЧАО «ИнГОК» в границах лицензионной площади. Приведена краткая история проектирования комбината, а также современное состояние горных работ. В статье проанализирована принятая транспортная схема карьера: развитие системы трактов циклично-поточной технологии, применения железнодорожного транспорта и устройства перегрузочных пунктов. Проанализированы возможности приращения запасов карьера за счёт увеличения углов наклона восточного и юго-восточного бортов в толще наносных пород, а также за счёт переноса руслопрямляющего канала реки Ингулец. Приведены и проанализированы основные параметры отвала №5. Приведены неблагоприятные факторы, усложняющие разработку месторождения. Сделаны выводы по дальнейшей работе карьера ЧАО «ИнГОК» до конца отработки месторождения.

**Ключевые слова:** карьер, открытые горные работы, проектирование горных работ.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Современное состояние горных работ Ингулецкого месторождения характеризуется отставаниями по вскрышным работам, что в большой мере отражает состояние всей горнодобывающей отрасли. Потому одной из основных задач для ЧАО «ИнГОК» в сложных экономических условиях является сохранение и дальней-

шее наращивание производственной мощности карьера при выполнении необходимых объёмов вскрышных работ. Для решения этой задачи институтом «ГП «ГПИ «Кривбасспроект» в 2016 году был выполнен проект «Отработки Ингулецкого месторождения карьером ЧАО «ИнГОК» в границах лицензионной площади» [1].

**Анализ предыдущих проектных решений и современного состояния горных работ.** Ингулецкий горно-обогатительный комбинат был построен на базе Ингулецкого месторождения магнетитовых железистых кварцитов и сдан в эксплуатацию в 1961-1966 гг. с годовой мощностью 18,0 млн. т сырой руды (первая очередь строительства).

В 1967-1970 гг. осуществлены реконструкция и расширение комбината до годовой мощности 30 млн. т сырой руды в год (вторая очередь строительства).

В 1975 г. введены мощности третьей очереди строительства комбината с расширением до 36,4 млн. т сырой руды в год и 15,5 млн. т в год по концентрату.

В 1986 г. Минчермет СССР приказом от 17.01.86 г. № 126 утвердил проект I очереди вскрытия и разработки нижних горизонтов карьера ИнГОКа с временным снижением годовой производительности по руде до 34,5 млн. т и по выпуску концентрата до 14,1 млн. т.

В период 2004 – 2006 гг. институтом выполнен «Комплексный проект поэтапного развития горных работ и переработки минерального сырья до конца отработки Ингулецкого месторождения» с поддержанием производственных мощностей по выпуску концентрата 14 млн. т в год, а в 2010 году – рабочий проект «Расширение карьера ПАО «ИнГОК» в юго-восточном направлении».

По ожидаемому состоянию горных работ на 01.01.2017 в карьере планируется вскрыть нижний горизонт минус 390 м. Подвигание фронта работ в карьере производится от постоянного южного борта в направлении на север, параллельными заходками вкост простирания месторождения.

Разработка рыхлых покрывающих пород осуществляется на горизонтах 66... минус 30 м, скальных вскрышных пород на горизонтах 26 ... минус 390 м.

Добыча руды производится на горизонтах минус 60 ... минус 390 м. Высота уступов в наносах составляет 12-14 м, по скальным породам 15 м. Сдвоенные уступы в скальных породах на предельном контуре имеют высоту 30 м. Протяженность активного фронта добычных работ составляет 3917 м и вскрышных - 8049 м. Готовые к выемке запасы составляют 1,9 месяца.

В качестве выемочно-погрузочного оборудования в карьере преимущественно используются экскаваторы ЭКГ-8И, ЭКГ-10, а также гидравлические экскаваторы Hitachi EX-2500, Hitachi EX-3600. Для бурения взрывных скважин используются станки шарошечного бурения СБШ-250МН.

Погрузка горной массы производится экскаваторами в автосамосвалы БелАЗ-7513 (грузоподъемностью 130 т), БелАЗ-7514 (грузоподъемностью 120 т), БелАЗ-7309 (грузоподъемностью 220 т), САТ-785С (грузоподъемностью 136 т) и думпкары 2ВС-105.

Вскрытие верхних горизонтов осуществлено по восточному борту внутренними железнодорожными траншеями до горизонта минус 75 м.

По южному и западному бортам карьер вскрыт постоянными внутренними автомобильными траншеями и системой наклонных подземных конвейерных подъемников.

Вскрытие нижних горизонтов карьера осуществляется временными автомобильными съездами, расположенными преимущественно на северном борту карьера.

На карьере применяется транспортная система разработки с использованием комбинированного транспорта: автомобильно-конвейерного и автомобильно-железнодорожного, которая сохраняется при дальнейшей отработке месторождения.

Для транспортировки руды из карьера на фабрику построен подземный комплекс ЦПТ, состоящий из двух конвейерных трактов («Западного» и «Восточного»).

Вскрышные породы с верхних горизонтов до горизонта минус 75 м отгружаются непосредственно в железнодорожный и автомобильный транспорт. Железнодорожным транспортом породы доставляются на отвал № 2 и дамбу хвостохранилища, автомобильным – на отвал №1 и пункты перегрузки в железнодорожный транспорт.

С нижних горизонтов карьера вскрышные породы транспортируются автосамосвалами на внутрикарьерные перегрузочные пункты горизонтов минус 75, минус 60 м, минус 45, минус 30 м, минус 15 м, 0, 12, 26 м, где перегружаются в думпкары и железнодорожным транспортом доставляются на отвал № 2 и дамбу хвостохранилища.

Руда из карьера доставляется на обогатительную фабрику с применением циклично-поточной технологии: автомобильным транспортом внутри карьера до дробильно-перегрузочных пунктов на концентрационные горизонты минус 60, минус 180, минус 240 м, где происходит крупное дробление дробилками ККД 1500/180. Далее подземными конвейерными трактами «Западный» и «Восточный» на дальнейшую переработку.

**Изложение основного материала.** С увеличением глубины горных работ доля затрат на транспортирование горной массы в структуре себестоимости готовой продукции неуклонно возрастает. Потому одним из основных технических решений, принятых в данном проекте, было усовершенствование транспортной схемы карьера. По сравнению с вышеупомянутым «Комплексным проектом поэтапного развития горных работ...» [2] была увеличена глубина ввода железнодорожного транспорта. Новым проектом предусматривается проходка траншеи и укладка двух веток железнодорожного пути: на перегрузочные пункты горизонтов минус 105 м (2) и минус 150 м (3). Это решение позволит сократить дальность транспортирования 150 млн. м<sup>3</sup> вскрышных пород автомобильным транспортом в среднем на 600 м до конца отработки месторождения.

Получила дальнейшее развитие и система трактов циклично-поточной технологии (ЦПТ): в данном проекте предусматривается перенос дробильно-перегрузочного пункта с горизонта минус 240 м на горизонт минус 300 м, и далее на горизонт минус 360 м с удлинением в северном направлении. Ввиду то-

го, что горные работы развиваются преимущественно на север, такая схема развития ЦПТ позволит сократить дальность транспортирования руды автотранспортом к дробильно-перегрузочным пунктам.

Для отработки лицензионных запасов проектом предусматривается разнос восточного борта карьера. Однако ввиду гидрогеологического строения рыхлых пород, слагающих этот борт, результирующий угол борта по верхним горизонтам составляет всего  $12^\circ$ . Для увеличения этого угла были выполнены геомеханические исследования пород [3]. По результатам исследований было принято решение увеличить угол борта карьера до  $14^\circ$  с одновременным формированием скальных контрфорсов 4 (см. рис.1) на горизонтах минус 30 м, минус 15 м, 0 м и 12 м. Такое мероприятие позволит не только значительно сократить извлекаемые объёмы рыхлой вскрыши, повысить безопасность открытых горных работ, но и сократить дальность транспортирования 2 млн. м<sup>3</sup> скальных пород.

В границах расширения восточного борта для развития горных работ в юго-восточном направлении проектом предусматривается перенос русла реки Ингулец. Местоположение руслоспрямяющего канала 5 приведено на рисунке 1. Перенос руслоспрямяющего канала позволяет отработать запасы в границах лицензионной площади.

В северной части восточного борта карьера располагается недействующий отвал №3. При расширении границ карьера требуется его разборка до отметки 108 м с последующим транспортированием вскрышных пород в проектируемый отвал №5.

Опираясь на ранее выполненные разработки [2-4], институтом «Кривбасспроект» был запроектирован отвал №5. В рамках данного проекта было выбрано его местоположение и основные параметры. Проектируемый отвал № 5 размещается в 4 км на северо-запад от существующего карьера. Доставка вскрышных пород предусматривается с использованием железнодорожного транспорта.

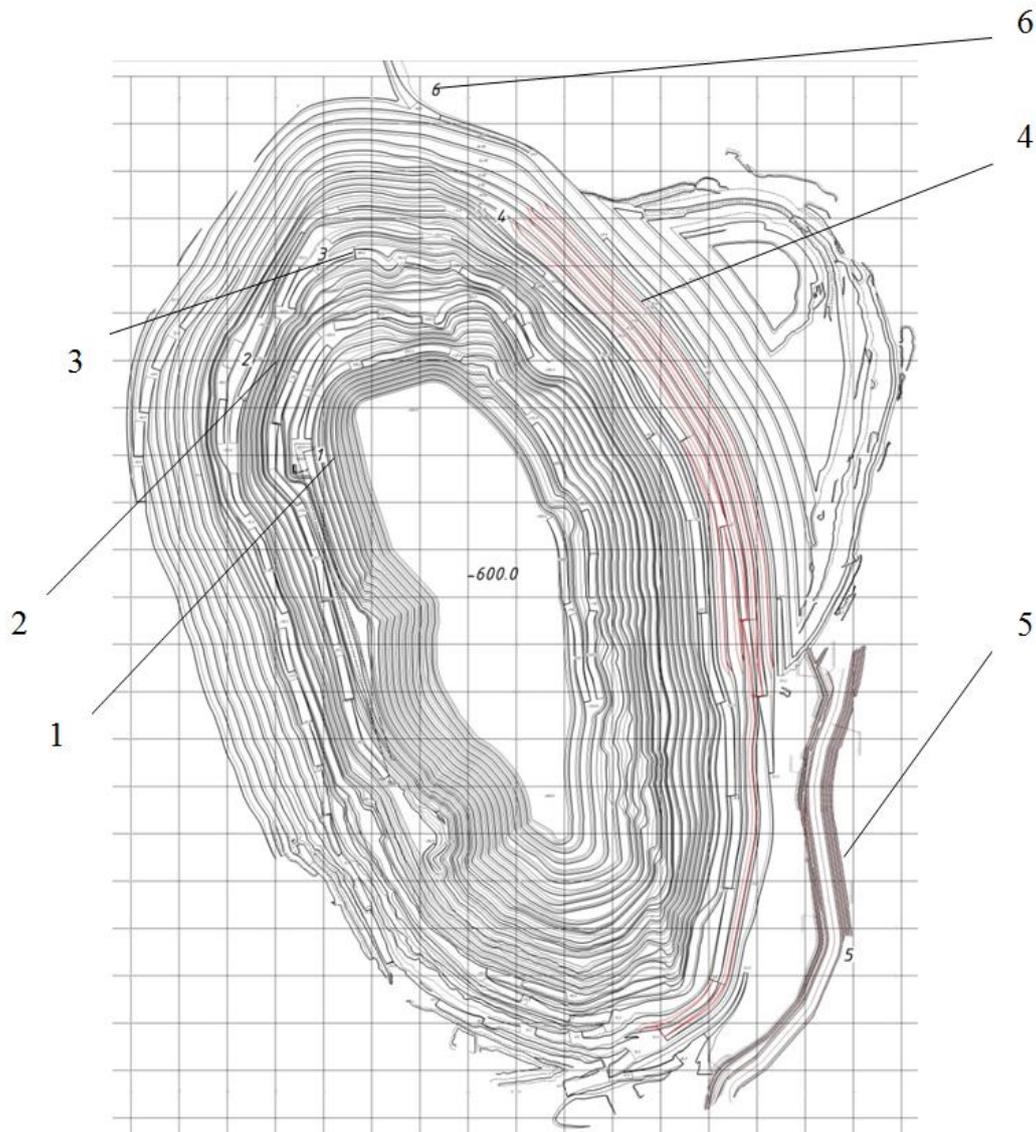
С учетом рекомендаций [3] в данном проекте приняты следующие параметры:

1. Максимально допустимый угол наклона бортов 16 градусов.
2. Для повышения степени устойчивости проектируемого отвала предусматривается отсыпка первого яруса отвала скальными породами.
3. Отсыпка рыхлых пород предусматривается во внутренней части яруса, а скальных – во внешнюю, создавая тем самым естественные упорные призмы.
4. Углы наклона откосов ярусов принимаются  $37^\circ$ .

Площадь основания отвала составляет 670,6 га, высота – 200 м в 11 ярусов. При таких геометрических параметрах объём складированных пород в целике составляет 543,7 млн. м<sup>3</sup>.

Одним из усложняющих факторов ведения горных работ в Ингулецком карьере является выход его контуров в северном торце на подработанное пространство шахты «Центральная».

Для обеспечения безопасности ведения горных работ на этих участках требуется уменьшить углы наклона уступов и участков бортов карьера, что, однако, приводит к увеличению объёмов извлекаемой вскрыши.



1 – пункт дробильно-перегрузочный минус 360 м; 2, 3 – перегрузочные пункты горизонтов минус 105, минус 150 м; 4 – контрфорсы; 5 – руслоспряляющий канал реки Ингулец; 6 – внешняя железнодорожная траншея на отвал №5

Рисунок 1 - Отработанный вид карьера ЧАО «ИнГОК» по проекту «Отработка Ингулецкого месторождения карьером ЧАО «ИнГОК» в границах лицензионной площади»

Ещё одним неблагоприятным фактором является пересечение всего восточного борта карьера слоем тальковых сланцев. При обнажении они теряют свои прочностные свойства, а потому проектом предусматривается их скальная пригрузка для обеспечения условий устойчивости.

**Выводы.** Таким образом, несмотря на имеющиеся геологические, технологические и экономические сложности, благодаря принятым проектным решениям и при условии их выполнения, карьером ЧАО «ИнГОК» может быть увеличена годовая проектная мощность с 31 до 34 млн. т сырой руды к 2022 году. Коэффициент вскрыши при этом должен возрасти от 0,67 м<sup>3</sup>/т в 2017 году до 0,82 м<sup>3</sup>/т в 2022 году и сохраняться на этом уровне до момента выбытия мощностей в конце отработки месторождения.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Отработка Ингулецкого месторождения карьером ЧАО «ИНГОК» в границах лицензионной площади. Открытые горные работы: проект / ГП «ГПИ «Кривбасспроект»; ГИП Ковалёв К.В. – Кривой Рог, 2016. – 209 с.
2. Комплексный проект поэтапного развития горных работ и переработки минерального сырья до конца отработки Ингулецкого месторождения. Поэтапное развитие горных работ и переработки магнетитовых руд : проект / ГП «ГПИ «Кривбасспроект»; ГИП Корчагин Н.В. – Кривой Рог, 2006. – 63 с.
3. Определение допустимых результирующих углов наклона бортов карьера и отвалов ПАО «ИНГОК». Геомеханические исследования: отчёт о НИР / КП «Академический дом» АГНУ; рук. Болотников А.В. – Кривой Рог, 2016. – 137 с.
4. Разделение отработки Ингулецкого месторождения в границах лицензионной площади на очереди с учетом динамики развития отвального хозяйства и оптимизации транспортной схемы карьера : отчёт о НИР / ООО «МИ-ЦЕНТР»; рук. Слободянюк В.К. – Кривой Рог, 2015 г. – 184 с.
5. Правила охраны труда при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом: НПАОП 0.00-1.24-10. – [Действующий с 2010 – 03 - 18] . – Офиц. Изд. - Харьков: Форт, 2010. – 104 с. (Нормативный документ Государственного комитета Украины по промышленной безопасности, охране труда и горному надзору).
6. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки месторождений полезных ископаемых. Часть 1. Горные работы. Ликвидация горнодобывающих предприятий. Технико-экономическая оценка и показатели: СОУ – Н МПП 73.020-078-1:2007. – [Действ. С 2007 – 04 – 01] / Украинский горный институт по проектированию рудного, флюсового, огнеупорного сырья и строительных материалов. – Офиц. изд. - К.: Министерство промышленной политики Украины, 2007. -
7. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки месторождений полезных ископаемых. Часть 2. Открытые горные работы. – показатели: СОУ – Н МПП 73.020-078-2:2008. – [Действ. С 2008 – 05 – 01] / Украинский горный институт по проектированию рудного, флюсового, огнеупорного сырья и строительных материалов. – Офиц. изд. - К.: Министерство промышленной политики Украины, 2008. -К.: 2008.

## REFERENCES

1. Kovalev, V.K. (ed) (2016), *Otrabotka Inguletskogo mestorozhdeniya karerom CHAO "InGOK" v granitsakh litsenzionnoy ploschadi. Otkrytye gornye raboty: proekt* [Working out Ingulets deposit open pit PJSC "Southern Mining" within the boundaries of the licensed area. Open pit mining: project], SE «SPI «Krivbassproekt», Kryvoi Rog, Ukraine.
2. Korchagin, N.V. (ed) (2006), *Komplekstniy proekt poetapnogo razvitiya gornykh rabot i pererabotki mineralnogo syrya do kontsa otrabotki Inguletskogo mestorozhdeniya. Poetapnoe razvitie gornykh rabot i pererabotki magnetitovykh rud: proekt* [Complex project phased development of mining and mineral processing until the end of working out Ingulets deposit. Phase development of mining and processing of magnetite ore: project], SE «SPI «Krivbassproekt», Krivoi Rog, Ukraine.
3. Bolotnikov A.V. et al. (2016), *Opredelenie dopustimykh rezultruyushchikh uglov naklona bortov karera i otvalov PAO "InGOK". Geomechanicheskie issledovaniya: otchet o NIR* [Determination of permissible resulting angles of inclination open pit and dump walls of PJSC "InGOK". Geomechanical study: Report of research], Utility company "Academic House", Krivoy Rog, Ukraine.
4. Slobodyanyuk, V.K. et al. (2015), *Razdelenie otrabotki Inguletskogo mestorozhdeniya v granitsakh litsenzionnoy ploschadi na ocheredi s uchetom dinamiki razvitiya otvalnogo khozyaistva i optimizatsii transportnoy skhemy karera: otchet o NIR* [Separating to lines of Ingulets deposit development with influence of dynamic of dump development and optimization of transport scheme of open pit: Report of research], "MI-CENTER" Ltd, Krivoi Rog, Ukraine.
5. State Committee of Ukraine Industrial safety, Labor Protection and Mining Supervision (2010), 0.00-1.24-10. *Pravila okhrany truda pri razrabotke mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh otkrytym sposobom* [0.00-1.24-10. The rules of labor protection in the development of mineral deposits by open way], State Committee of Ukraine Industrial safety, Labor Protection and Mining Supervision, Kharkov, Ukraine.
6. Ukraine Ministry of Industrial Policy (2007), 73.020-078-1:2007. *Normy technologicheskogo proektirovaniya gornodobyvayushchikh predpriyatiy s otkrytym sposobom razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh. Chast 1. Gornye raboty. Likvidatsiya gornodobyvayushchikh predpriyatiy. Techniko-ekonomicheskaya otsenka i pokazateli* [23.020-078-1:2007. Norms of technological designing of mining en-

terprises using open pit mining for working out mineral deposits. Part 1. Mining. Liquidation of mining enterprises. Technical and economic assessment and indicators], Ukraine Ministry of Industrial Policy, Kyiv, Ukraine.

7. Ukraine Ministry of Industrial Policy (2007), 73.020-078-2:2008. *Normy technologicheskogo proektirovaniya gornodobyvayushchikh predpriyatiy s otkrytym sposobom razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh. Chast 2. Otkrytye gornye raboty* [73.020-078-2:2008. Norms of technological designing of mining enterprises using open pit mining for working out mineral deposits. Part 2. Open pit mining], Ukraine Ministry of Industrial Policy, Kyiv, Ukraine.

### Об авторах

**Григорьев Юлиан Игоревич**, кандидат технических наук, ведущий инженер горного отдела института ГП «ГПИ» «Кривбасспроект», Кривой Рог, Украина, [yvperegudov@gmail.com](mailto:yvperegudov@gmail.com).

**Миронов Максим Дмитриевич**, магистр, начальник горного отдела ГП «ГПИ» «Кривбасспроект», Кривой Рог, Украина, [kharonmail@mail.ru](mailto:kharonmail@mail.ru).

**Дрок Александр Владимирович**, магистр, заведующий группой горного отдела ГП «ГПИ» «Кривбасспроект», Кривой Рог, Украина, [alexanderdrok@yandex.ru](mailto:alexanderdrok@yandex.ru).

### About the authors

**Grygoriev Iulian Igorevich**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), lead engineer in the mining department in SE «SPI «Krivbassproekt», Kryvyi Rih, Ukraine, [juliangrig@gmail.com](mailto:juliangrig@gmail.com)

**Mironov Maksim Dmitrievich**, master of mining, chief of the mining department in SE «SPI «Krivbassproekt», Kryvyi Rih, Ukraine, [kharonmail@mail.ru](mailto:kharonmail@mail.ru)

**Drok Alexander Vladimirovich**, master of mining, head of group in the mining department in SE «SPI «Krivbassproekt», Kryvyi Rih, Ukraine, [alexanderdrok@yandex.ru](mailto:alexanderdrok@yandex.ru).

**Анотація.** В статті приводяться особливості проектування кар'єру ПАТ «ІНГЗК» та наведено технічні рішення з відпрацювання Інгулецького родовища кар'єром ПАО «ІНГОК» в границях ліцензійної площі. Приведена коротка історія проектування комбінату, а також сучасне положення гірничих робіт. В статті проаналізована прийнята транспортна схема кар'єра: розвиток системи трактів циклічно-потоккової технології, використання залізничного транспорту та будівництва перевантажувальних пунктів. Проаналізовані можливості прирощення запасів кар'єра за рахунок збільшення кутів нахилу східного та південно-східного бортів в толщі наносних порід, а також за рахунок переносу руслоспрямого каналу річки Інгулець. Приведені і проаналізовані основні параметри відвала №5. Приведено несприятливі фактори, що ускладнюють відпрацювання родовища. Зроблено висновки по подальшій роботі кар'єру ПАТ «ІНГЗК» до кінця відпрацювання родовища.

**Ключові слова:** кар'єр, відкриті гірничі роботи, проектування гірничих робіт.

**Abstract:** The article describes peculiarities of the InGOK open pit designing and described of technical solutions of the InGOK Company's quarrying the Ingulets deposit within the borders of the licensed area. A brief history of the enterprise designing and current state of quarry mining operations are presented. In the article, transportation scheme is analyzed: development of the tract system by cyclic-flow technology, use of railway transport and arrangement of transfer points. Possibility to increment the deposits reserves with the help of increasing angles of eastern and south-eastern pit walls in the thickness of the drift rocks and by relocating the rectification channel of the Ingulets river is analyzed. Parameters of the waste dump №5 are analyzed. The adverse factors, which complicate the field development, are described. Conclusions on further functioning of the InGOK quarry till the end of the mining works are made.

**Keywords:** open pit, open-pit mining, mining design.

Статья поступила в редакцию 27.09.2016

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