

УДК 622.1/2

## ГОРНЫЕ РАБОТЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ: ИСТОРИЯ, ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ



**Ю. С. АЛФЕРЬЕВ,**  
главный горняк,  
alferjev\_j\_s@lebgok.ru



**Д. В. КИСЕЛЁВ,**  
начальник  
Рудоуправления



**Ю. А. КЛИМАШЕВСКИЙ,**  
начальник технического  
управления

АО «Лебединский ГОК», Губкин, Россия



**Э. В. ДОКУКИН,**  
начальник управления технической экспертизы  
проектов поддержания и модернизации  
производства ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ»,  
Москва, Россия

### Введение

История Лебединского карьера и комбината в целом неразрывно связана с историей развития металлургии в стране, ее сырьевой базы и передовых технологий в сфере производства железорудной продукции; сам процесс развития происходил в тесной связи с мировым опытом ведения открытых горных работ [1–12].

### История строительства карьера и комбината

Строительство Лебединского карьера и впоследствии всего горно-обогатительного комбината являлось одним из важных этапов в становлении горно-металлургической отрасли Советского Союза. Развитие в центре страны транспортные магистрали, людские ресурсы и строительные мощности позволяли начать строительство без больших затрат на инфраструктуру. Решение о строительстве крупных объектов отрасли принималось на уровне руководства страны, и стройки такого уровня приобретали статус всесоюзных.

Статья содержит сведения об истории строительства карьера, применения различных технологических схем вскрытия, комплексов оборудования, поэтапном росте производственной мощности, очередности отработки запасов Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений за 50-летний период деятельности предприятия. В статье сформулирован перечень задач, подлежащих решению в процессе развития горного передела.

**Ключевые слова:** Лебединский карьер, Лебединское и Стойло-Лебединское месторождения, сырьевая база, рабочая зона карьера, многосторонний способ вскрытия, руководящий уклон, процесс добычи, глубина разработки.

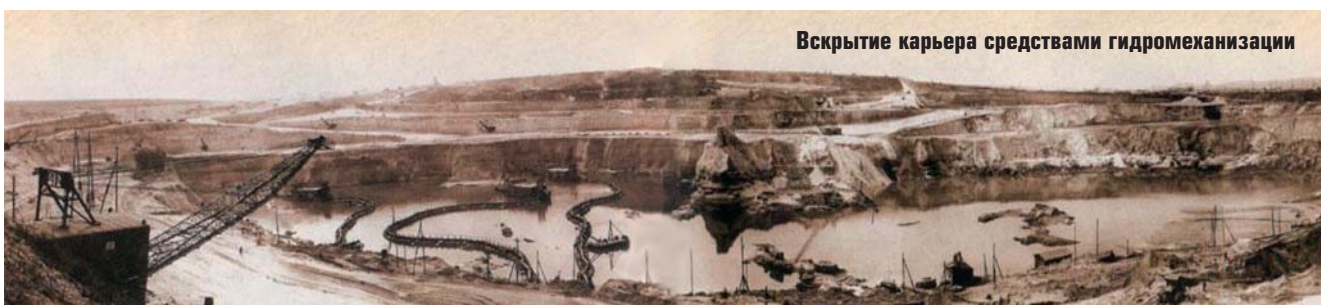
**DOI:** 10.17580/gzh.2017.05.04

Карьер стал предтечей горно-обогатительного комбината, строительство которого явилось логичным продолжением освоения рудных объектов КМА. Сырьевой базой Лебединского ГОКа стали Лебединское и Стойло-Лебединское месторождения, подлежащие отработке единым карьером. Оба они изначально разведывались как объекты богатых железных руд, оцененных затем всего лишь в 200 млн т; запасы их уже практически отработаны.

Параллельно с разведкой богатых железных руд были выявлены запасы более бедных руд — железистых кварцитов. В 1964–1966 гг. была разработана экономически целесообразная технология их обогащения, и в 1967 г. начато строительство комбината в расчете на новую рудную базу.

В научном сопровождении проектирования и строительства карьера (генеральный проектировщик — институт «Центрогипроруда») принимали участие многие отраслевые НИИ: ИГД им. А. А. Скочинского, ВНИМИ, НИИКМА, ЦНИГРИ, ВСЕГИНГЕО и многие другие. Строительно-монтажные работы вел многочисленный коллектив треста «КМАрудстрой», Управления «Союзэкскавация», треста «Гидромеханизация» и других организаций.

Технология горных работ при строительстве карьера осложнялась большой мощностью и сильной обводненностью надрудной толщи осадочных пород. Для вскрытия рудного тела требовалось



Вскрытие карьера средствами гидромеханизации

откачать около 60 млн м<sup>3</sup> грунтовых вод. Была создана осушительная система из подземных дренажных выработок и поверхностного водоотлива. Для удаления рыхлых обводненных пород широко использовали средства гидромеханизации.

Создание и надежное обеспечение мощных грузопотоков руды и вскрышных пород осуществлялось вводом очередей. Первая очередь комбината по добыче 30 млн т железистых кварцитов введена в эксплуатацию в 1972 г., вторая, с годовой мощностью по руде 45,5 млн т, начала свой отсчет с 1988 г.

За 50-летний период на месторождении проведена доразведка и выполнен подсчет запасов по единым кондициям в проектном контуре карьера до глубины 450 м (абсолютная отметка –250 м). Подсчитаны объемы вскрышных пород и подземных вод. Практика утверждения запасов предприятий КМА, в том числе и Лебединского ГОКа, основывалась на использовании производимого концентрата (окатышей) в доменном металлургическом переделе. В это время в ряде стран были разработаны и внедрены в промышленных масштабах процессы бескоксовой (внедоменной) металлургии.

На базе сырья Лебединского горно-обогатительного комбината был построен первенец внедоменной металлургии – Оскольский электрометаллургический комбинат (ОЭМК). На протяжении нескольких десятилетий ЛГОК поставляет концентрат для ОЭМК с особыми требованиями: железа в концентрате должно быть  $\geq 70\%$ ; серы  $\leq 0,09\%$ ; кремнезема  $\leq 3\%$ . Такие же требования предъявляются к сырью для производства продукции в цехах горячебрикетированного железа. Потребность в высококачественном сырье увеличивается с каждым годом, в связи с чем комбинат осуществил строительство и ввод третьей очереди с годовой мощностью по добыче сырой руды до 55 млн т [13].

### Технология открытых горных работ

Горные работы в карьере с начала эксплуатации ведут в соответствии с решениями, принятыми в «Проектах расширения Лебединского ГОКа» (I, II и III очередях строительства, генпроектировщик ООО «Цетрогипроруда»).

Системой вскрывающих выработок установлена транспортная связь рабочей зоны карьера с пунктами приема руды и вскрышных пород. Уступы по рыхлым породам вскрыты железнодорожными съездами с руководящим уклоном 40 ‰. Скальный массив вскрыт двумя железнодорожными траншеями, пройденными вдоль западного борта карьера. Первая траншея внешнего заложения имеет руководящий уклон 40 ‰, вторая внутреннего заложения – 50 ‰, что позволило осуществить более глубокий ввод железнодорожного транспорта и направить рудный поток по короткому плечу.

Система разработки с начала эксплуатации – транспортная с внешним отвалообразованием. В карьере задействован автомобильный, железнодорожный и гидравлический транспорт

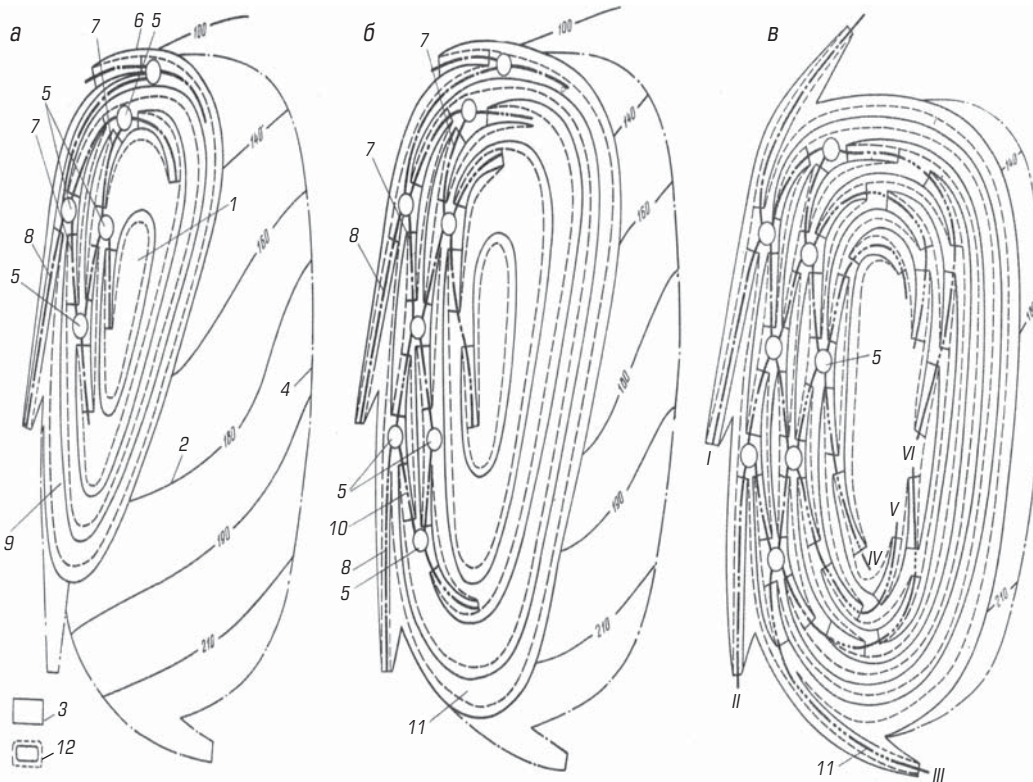
Покрывающие породы (рыхлая вскрыша) обрабатывают экскавационным оборудованием на железнодорожный транспорт, а также средствами гидромеханизации. С течением времени менялись только марки экскаваторов и их мощность: от ЗВГ-4И, ЭШ-4/40, ЭРГ-400/1000 до ЭКГ-6УС, ЭШ-10/50, ЭШ-10/60. Отработку пород ведут с частичным разделением на типы, что позволяет использовать песок и мел для нужд предприятия и стройиндустрии.

При строительстве карьера, а затем и в эксплуатационный период успешно зарекомендовали себя средства гидромеханизации – для удаления рыхлых пород вскрыши и на работах по рекультивации (гидронамыв суглинка и чернозема с семенами многолетних трав на нерабочих ярусах отвала № 2 «Бродки», дамб и отсеков хвостового хозяйства с целью предотвращения пыления). Премией Совмина СССР в конце 1980-х годов поощрен труд группы ученых, проектировщиков и работников комбината за создание уникального объекта – гидроотвала «Березовый Лог», в котором за короткий срок заскладировано более 300 млн м<sup>3</sup> пород вскрыши и отходов обогащения. Площадь гидроотвала рекультивирована и озеленена.

Отработку неокисленных железистых кварцитов, скальных вскрышных пород и мелов ведут с предварительным рыхлением буровзрывным способом. Для бурения взрывных скважин по

Панорама Лебединского карьера





**Планы карьера на первом (а), втором (б) и третьем (в) этапах:**

1 – карьер; 2 – изолинии рельефа местности; 3 – ДОФ; 4 – проектная граница карьера; 5 – внутрикарьерные узловые ж.-д. станции; 6 – внешняя вспомогательная траншея; 7 – внутренние траншеи второй системы вскрывающих выработок; 8, 10 – внешние выездные траншеи с уклоном, соответственно, 40–50 ‰; 9 – участок карьерного поля; 11 – место размещения 3-й выездной траншеи; 12 – отвал. Система траншей: I, II, III – первая; IV, V, VI – вторая

крепким породам используют в основном станки шарошечного бурения типа СБШ-250 многообразного модельного ряда, по мелу – станки шнекового бурения СВБ-2М. В 1980–1990-е годы на комбинате в содружестве с Объединением «Рудгормаш» (Воронеж) создавали, испытывали и внедряли ряд опытных образцов буровых станков (СБШ-250-36 «Кварцит», СТР-600-20 «Лебединец», СБТ-400-20, СБШ-250МНР термического расширения скважин). Были испытаны системы микропроцессорного управления бурением (разработки СКБ СГО), позволившие повысить скорость бурения, сократить продолжительность вспомогательных операций, увеличить производительность труда. Лебединский ГОК стал базовым предприятием для испытания буровой техники и взрывчатых веществ, производимых оборонным комплексом.

Карьер Лебединского ГОКа отличается высокой обводненностью, водоприток составляет около 7 тыс. м<sup>3</sup>/ч, 80 % скважин обводнены, характерен большой диапазон пород по крепости (коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протодяконова  $f = 8 \div 20$ ) и трещиноватости II–V категорий, большая перемежаемость пород; все это требовало дифференцированного подхода к ведению буровзрывных работ. Кроме того, применяемый на обогатительных фабриках комбината метод самоизмельчения налагает определенные требования к содержанию в исходной руде дробящего класса +100 мм. С этими и другими трудностями пришлось столкнуться работникам комбината и предприятия «КМАвзрывпром» при создании и внедрении водосодержащих взрывчатых веществ (ВВВ). С 1983 г. на карьере впервые в стране перешли к широкомасштабному использованию ВВВ, которые затем получили интенсивное распространение в мире [14, 15]. С успехом прошли испытания эмульсионных взрывчатых веществ [16]. Построен и сегодня успешно работает завод по производ-

ству компонентов для этих взрывчатых веществ. Снабжение горных работ взрывчатыми материалами осуществляется с действующего базисного склада.

Погрузку взорванной горной массы ведут как в автомобильный, так и непосредственно в железнодорожный транспорт. В первом случае используют экскаваторы ЭКГ-8И, ЭКГ-10, ЭКГ-20, Hitachi EX-5600, во втором – ЭКГ-8УС. Зонай действия автотранспорта является карьерное пространство от экскаваторов в забоях до пунктов перегрузки в железнодорожный транспорт. Грузоподъемность самосвалов с начала работы карьера и по сегодняшний день была увеличена с 25 до 220 т. В карьере используют самосвалы Белорусского завода (БЕЛАЗ) и иностранного производства (HD, CAT). На перегрузочных пунктах применяют экскаваторы ЭКГ-10 и ЭКГ-15 в комплексе с железнодорожными составами из тяговых агрегатов ОПЭ-1 (или ОПЭ-1АМ) и думпкаров грузоподъемностью 105 т. На Лебединском ГОКе успешно прошли испытания тяговых агрегатов НР-1 – это основной тип электровозов, применяемых на вывозке горной массы из карьера.

Коллективом работников комбината запатентована уникальная технология вскрытия глубоких горизонтов мощных крутопадающих месторождений железнодорожным транспортом, основанная на поэтапном увеличении уклонов транспортных коммуникаций с многосторонним вскрытием рабочих горизонтов карьера; она применена в карьере Лебединского ГОКа (см. рисунок). При строительстве траншей были применены новые оригинальные конструкции рельсовых скреплений шпальной решетки, выдерживающие большие осевые нагрузки на предельных продольных уклонах от 50 до 60 ‰ со значительной экономией материальных ресурсов. Данные конструкции разработаны работниками Лебединского ГОКа.



**Погрузка руды экскаватором Hitachi EX-5600 в самосвал БЕЛАЗ**



**Перегрузка горной массы экскаватором ЭКГ-15М в думпкары ВС-105**

Вскрышные породы из карьера доставляют на отвалы № 1 и 2 железнодорожным транспортом. На них принят экскаваторный способ отвалообразования с использованием мехлопат.

Скальные вскрышные породы представлены окисленными кварцитами, сланцами, кварцитопесчаниками. Все они поступают из карьера на железнодорожный отвал № 1 по первой железнодорожной траншее через ст. Узловую на ст. Сланцевую, с которой распределяются по отвальным ярусам. На территории отвала в северной его части расположен склад окисленных кварцитов, где селективно размещают окисленные кварциты в объеме 65 % годовых. Развитие отвала идет в западном, северо-западном и южном направлениях в контурах земельного отвода. Абсолютная отметка поверхности отвала 290 м.

Отвал рыхлой вскрыши № 2 к настоящему моменту своим нижним ярусом почти по всем направлениям достиг предельных контуров земельного отвода; дальнейшее его расширение на прилегающие территории невозможно. Развитие отвала № 2 осуществляется за счет постановки верхних ярусов в предельное положение и наращивания его высоты с максимально допустимыми параметрами результирующих углов откосов на конечном контуре. Проектная максимальная отметка поверхности отвала 310 м.

Лебединский ГОК является многопрофильным предприятием. Помимо добычи и переработки железорудной продукции, здесь выпускают строительные материалы с использованием пород вскрыши и отходов обогащения.

К полезным ископаемым Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений отнесены следующие виды нерудного сырья, приуроченные к покрывающим и вмещающим породам: суглинки, мел, пески, кристаллические сланцы, кварцитопесчаники. В настоящее время попутно добываемое сырье используют по нескольким направлениям. Суглинки, обрабатываемые средствами гидромеханизации, применяют для замыва пляжей хвостохранилища, чтобы избежать их пыления. Мел и пески используют для технологических нужд предприятия и отпускают сторонним потребителям для строительных целей. Кристаллические сланцы и кварцитопесчаники идут на производство щебня для собственных нужд и реализации сторонним организациям, а также используют в качестве укрепляющих отсыпных масс для повышения устойчивости бортов карьера и отвальных ярусов.

При планировании стратегии развития карьера на ближайшую и дальнюю перспективу основной задачей стала реконструкция горнотранспортной системы карьера. Результаты анализа различных вариантов транспортных схем показали, что действующая автомобильно-железнодорожная система не обеспечивает требуемого количества и качества рудной шихты, не позволяет сократить расстояние транспортирования из-за большого числа тупиковых станций.

На сегодняшний день специалистами комбината совместно с проектными институтами проработаны основные технические решения по циклично-поточной технологии с размещением в карьере двух дробильно-конвейерных комплексов, предназначенных для выдачи конвейерным транспортом 80 % добываемой руды с нижних горизонтов на обогатительную фабрику. Применение конвейерного транспорта позволит поддерживать производство концентрата на уровне 22 млн т /год до 2035 г. и далее. Запасы железорудного сырья обеспечивают необходимую производительность карьера более чем на 60 лет.

Уникальные технологии, применяемые на карьере, позволяют осуществлять комплексную программу ресурсосбережения. Экономия природных, трудовых и материальных ресурсов – главная задача горняков.

### **Заключение**

Визитной карточкой Лебединского ГОКа на протяжении пяти десятилетий являются: высокое качество железорудной продукции, стабильные объемы производства и востребованность на внешнем и внутреннем рынке черных металлов, безупречная репутация предприятия как надежного делового партнера.

### **Библиографический список**

См. англ. блок. **П**

«GORNYI ZHURNAL», 2017, № 5, pp. 23–27  
DOI: 10.17580/gzh.2017.05.04

**Mine work at Lebedinsky MPP: history, current condition and development prospects**

**Information about authors**

**Yu. S. Alferiev**<sup>1</sup>, Chief Miner, alferjev\_j\_s@lebgok.ru

**D. V. Kiselev**<sup>1</sup>, Head of Mine Group

**Yu. A. Klimashevsky**<sup>1</sup>, Head of Engineering Office

**E. V. Dokukin**<sup>2</sup>, Head of Department for Technical Appraisal of Production Maintenance and Modernization Projects

<sup>1</sup> Lebedinsky Mining and Processing Plant, Gubkin, Russia

<sup>2</sup> Metalloinvest Management Company LLC, Moscow, Russia

**Abstract**

The history of Lebedinsky Mining and Processing Plant is inextricably connected with the development of metallurgy in the USSR and with the technological advancement in the area of iron ore production.

The crude ore supplies base of the Plant is the two nearby deposits of ferruginous quartzite with the low iron content, mined with a single open pit. In 1964–1966 the processing technology was developed for this kind of ore, and construction of a mining and processing plant and an open pit mine was launched in 1967. The construction project was elaborated by the Tsentrpropruda Institute with participation of the allied research establishments in the country.

The article informs on the history of the open pit mine construction, on application of different schemes of getting access to ore, on the use of equipment assemblies, stage-wise gain in production capacity and on the sequence of development of Lebedinskoe and Stoilo-Lebedinskoe deposits over a period of 50 years. The authors formulate a list of objectives to be reached in the course of expansion of mining.

**Keywords:** Lebedinsky open pit mine, Lebedinskoe and Stoilo-Lebedinskoe deposits, raw material supplies base, open pit work zone, many-way accessing of mineral body, maximum gradient, mining process, mining depth.

**References**

1. Graur I. F. Problems of provision of efficient work of large iron-ore pits with high penetration rates. *Intensification of open-cast mining of minerals : proceedings of conference*. Moscow, 1983. pp. 12–16.

2. Vasilev M. V. Prospect of intensification of open-cast mining in iron ore industry. *Intensification of open-cast mining of minerals : proceedings of conference*. Moscow, 1983. pp. 32–36.

3. Nikolaev K. P. Modern history of iron ore industry in Russia and neighbouring states. Moscow : Master, 2015. 320 p.

4. Chadwick J. Surface mining. *Mining Magazine*. March 2002. pp. 120–123.

5. Chadwick J. Technical progress of open-cast mining abroad. *Gornyi Zhurnal*. 2010. No. 1. pp. 91–94.

6. Ilin S. A., Kovalenko V. S., Pastikhin D. V. Open-cast mining: possibilities and ways of improvement. *Gornyi Zhurnal*. 2012. No. 2. pp. 37–40.

7. Mining sciences. Mastering and saving of Earth soils : monograph. Ed.: K. N. Trubetsky. Moscow : Izdatelstvo Akademii gornykh nauk, 1997. 478 p.

8. Hall B. Cut-off Grades and Optimising the Strategic Mine Plan. Melbourne : The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2014. 301 p.

9. Skomorokhov Yu. D. Mining – a basis of provision of industrial capacities of Lebedinsky GOK. *Gornyi Zhurnal*. 2007. No. 7. pp. 20–22.

10. Leyzerovich S. G., Pomelnikov I. I., Sidoruk V. V., Tomaev V. K. Resource-producing wasteless geotechnology of complex mastering of Kursk Magnetic Anomaly deposits. Scientific editor: D. R. Kaplunov. Moscow : Gornaya kniga, 2012. 547 p.

11. Tukkel I. L. Methods and instruments of control of innovation development of industrial enterprises. Saint Petersburg : BKhV-Peterburg, 2013. 208 p.

12. Keller E. A. Environmental Geology. 9th ed. Pearson Education, Inc., 2011. 624 p.

13. Ugarov A. A., Ismagilov R. I., Mikhaylov O. Yu., Solodukhin A. A. Full-scale reconstruction of the production facilities to provide the supply of the third HBI plant at Lebedinsky GOK (Lebedinsky Iron Ore Combine, JSC) with raw materials of required quality. *Chernye Metally*. 2016. No. 12. pp. 13–16.

14. Zheng Bingxu, Li Zhanjun, Liu Yi. Theory and Practice of the Fragmentation Control of Rock Blasting. *7th International Conference on Physical Problems of Rock Destruction*. China, 2011. pp. 188–194.

15. Haibao Yi, Haitao Yang, Li Ming, Han Bin, Zheng Lujiang. Study on Open-Pit Precision Control Blasting of Easily Weathered Rock and its Application. *8th International Conference on Physical Problems of Rock Destruction*. China, 2014. pp. 157–160.

16. Morozov K. E., Korunov V. N. et al. Development of modern production lines for commercial emulsion explosives used in mining enterprises. *Vzryvnoe delo*. 2012. No. 107/64. pp. 139–147.

УДК 622.341.1

## ПРОИЗВОДСТВО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА С ПОВЫШЕННОЙ ДОЛЕЙ ПОЛЕЗНОГО КОМПОНЕНТА



**С. А. НЕМЫКИН**,  
начальник  
обогащительной  
фабрики



**С. Н. КОПАНЕВ**,  
главный инженер  
обогащительной  
фабрики



**Е. В. МЕЗЕНЦЕВА**,  
начальник  
технического отдела  
обогащительной фабрики,  
mezenceva\_e\_v@lebgok.ru



**С. М. ОКУНЕВ**,  
главный обогатитель  
комбината

АО «Лебединский ГОК», Губкин, Россия

**Введение**

В сложившейся на сегодняшний день экономической ситуации в горно-металлургической отрасли с учетом неблагоприятной конъюнктуры мирового рынка железорудного сырья в долгосрочной перспективе особую актуальность приобретают производство железорудной продукции повышенного спроса и снижение ее себестоимости.

Описан опыт работы цеха по производству железорудного концентрата с массовой долей железа более 69,5 % на обогащительной фабрике АО «Лебединский ГОК». Рассмотрены результаты внедрения модернизированной технологической схемы дообогащения концентрата с применением операции тонкого грохочения, промышленные испытания которой показали перспективность данного направления развития. Применение операции тонкого грохочения позволяет увеличить объемы производства, повысить качество производимой продукции, исключив переизмельчение готового класса, снизить эксплуатационные расходы.

**Ключевые слова:** обогащительная фабрика, железорудный концентрат, повышенная массовая доля железа, тонкое грохочение, диоксид кремния.

DOI: 10.17580/gzh.2017.05.05