

обеспечивает уменьшение объема подготовительно-нарезных выработок на 21-67 %, увеличение на 24 % производительности труда и снижение потерь.

Список литературы

1. Опыт отработки охранных целиков с гидрозакладкой выработанного пространства. -М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1980. -34 с.
2. **Crocker C. S.** Vertical Crater Retreat Mining at the Centennial // Mine. American Mining Congress Journal. -1979. -V. 65. -N 6. -P. 31-38.
3. **Алборов З. Б.** Разработка зарубежных месторождений, расположенных под водоемами и реками. -М.: ЦНИИ информации и технико-экономических исследований цветной металлургии, 1965. -22 с.
4. **Слепцов М. Н., Азимов Р. Ш., Мосинец В. Н.** Подземная разработка месторождений цветных и редких металлов. -М.: Недра, 1986. -206 с.
5. **Байконуров О. А., Рыков А. Т.** Совершенствование днищ блоков на рудниках. -М.: Недра, 1977. -159 с.

УДК 622:658

В.А. КОЛОСОВ, д-р техн. наук,
генеральный директор Ассоциации «Укррудпром»

КАЧЕСТВО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ – ОСНОВА ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ И СТАБИЛЬНОСТИ ДЛЯ ЕЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

В статье приведена динамика изменения среднего уровня качества железорудной продукции за последние десятилетия. Освещены основные факторы, определяющие качество отечественного железорудного сырья, пути и способы его повышения.

У статті наведена динаміка зміни середнього рівня якості залізорудної продукції за останні десятиліття. Освітлено основні фактори, що визначають якість вітчизняної залізорудної сировини, шляхи й способи її підвищення.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Особенностью отечественной горнодобывающей отрасли является низкое качество сырья, сложные способы добыче и отработки, энергоемкость и металлоемкость в переработке добываемого сырья. Соответственно качество сырья, рост транспортных расходов и цены на энергоносители, влияют на конкурентоспособность отечественной железной руды. С учетом ежегодного роста последних, повышаются требования к качеству товарной продукции.

Добыча, переработка и успешная реализация бедных отечественных руд возможна при разработке и применении новых, высокоэффективных методов их обогащения.

В настоящей работе приведена динамика изменения среднего уровня качества железорудной продукции за последние десятилетия, показывающая медленный рост качества сырья. Освещены основные факторы, определяющие качество отечественного железорудного сырья, пути и способы его повышения.

Анализ публикаций. В настоящее время опубликовано большое количество научно-технического материала посвященного проблеме качества железорудного сырья и способам его повышения [1-5].

Постановка задачи. Для повышения конкурентоспособности железорудного сырья необходим комплексный подход к повышению качества с применением различных способов его повышения и контроля.

Изложение материала. В Украине разведано свыше 50 месторождений железных руд с запасами более 28 млрд. т, которые составляют 20 % от мировых.

Балансовые запасы железных руд на действующих горнорудных предприятиях Украины превышают 9 млрд. т, из которых десятую часть составляют богатые руды с содержанием железа 54-62 %. Остальное приходится на руды бедные, или железистые магнетитовые кварциты, с содержанием железа от 22 % до 28 %.

В 2010 году горнорудными предприятиями Украины было добыто 166,6 млн. т сырой руды (14,1 млн. т - 8,5 % подземным способом и 152,5 млн. т - 91,5 % открытым способом), при этом заскладировано около 280 млн. т отходов добычи и переработки (вскрышные породы и хвосты обогащения). Произведено 77,3 млн. т товарной железной руды (аглоруды – 13,4 млн. т и концентрата – 63,9 млн. т, в т. ч. 29,5 млн. т товарного) со средним содержанием железа 58,34 % и 65,27 % соответственно, 1,7 млн. т агломерата и 22,1 млн. т окатышей. На внутренний рынок поставлено 34,4 млн. т железорудной продукции, на экспорт - 33 млн. т.

Существующее горнодобывающее предприятие можно квалифицировать как энергоемкое, трудоёмкое и капиталоемкое производство с долговременным производственным циклом, а также сравнительно низкой рентабельностью. В отличие от других отраслей промышленности, где производственные циклы неизменно повторяются, в горнодобывающей отрасли идут опережающие горно-подготовительные работы, т. е. систематическое создание новых производственных участков в место отработанных. А поскольку современное горнодобывающее производство сталкивается с ухудшением горно-геологических условий, ежегодным понижением уровня горных работ, селективной отработкой залежей месторождения, то все эти факторы обуславливают потребность горнорудных предприятий в постоянных затратах на увеличение объемов вскрышных работ, водоотлив, проветривание и транспортирование горной массы.

Снижение фрахтовых ставок на морские перевозки предопределило условия для замещения на рынке Восточной Европе железорудного сырья из Украины и России продукцией крупнейших международных горнорудных компаний. Освоен маршрут поставок железорудного сырья из Бразилии в румынский порт Констанца судами водоизмещением 150 тыс. т. Проявляется интерес к организации крупных поставок в польский порт Гданьск. Через эти два порта могут снабжаться железорудной продукцией с Южной Америки и Австралии все страны Восточной Европы.

Особенностью отечественной горнодобывающей отрасли является низкое качество сырья, которое определяется природными условиями, геологическим строением разрабатываемого месторождения [3]. Как следствие сложные способы добычи и обработки, энергоемкость и металлоемкость в переработке добываемого сырья. Соответственно качество сырья, рост транспортных расходов и цены на энергоносители, могут существенно влиять на конкурентоспособность отечественной железной руды.

С учетом ежегодного роста стоимости энергоносителей повышаются требования к качеству товарной продукции. Улучшение качества сырья, поставляемого в металлургический передел, является одним из основных направлений развития обогащения железных руд. Поэтому объемы продаж низкокачественного железорудного сырья постоянно снижаются. Высокий уровень цен, сложившийся сегодня на рынке железорудного сырья, нельзя брать за основу на длительную перспективу без работы над повышением качества сырья.

Производство товарной железорудной продукции нового качества требует долгосрочного планирования производственно- хозяйственной деятельности предприятия, включающего значительные инвестиции и реализацию программы реструктуризации предприятия по производству конкурентных видов продукции. Горно-обогатительные предприятия Украины испытывают нехватку инвестиций в реконструкцию, техническое перевооружение производственных мощностей и для проведения вскрышных работ. Ситуация складывается так, что добыча, переработка и успешная реализация бедных отечественных руд возможна при разработке новых, высокоэффективных методов их обогащения.

Из-за невысокого качества параметры отечественной железорудной продукции на международном рынке по спросу и цене формируются по остаточному принципу. Качественные характеристики железорудной продукции, производимой отечественными предприятиями, ниже, чем у австралийских и бразильских конкурентов. Для его повышения нужны большие инвестиции. По этой причине затраты на производство железорудного сырья у отечественных горнодобывающих предприятий выше, чем у зарубежных конкурентов. Постепенно происходит снижение доли украинского железорудного сырья в структуре импорта в странах Восточной Европы. В частности, в Румынию и Венгрию отгружено 926 и 621 тыс. т соответственно.

Одной из важных и трудно решаемых проблем является проблема качества исходного железорудного сырья (аглоруды и концентрата) для производства подготовленного железорудного сырья (агломерата и окатышей).

Анализ динамики изменения среднего уровня качества железорудной продукции имеет следующий вид: %

Продукция/Годы	1985 г.	1990 г.	2007 г.	2010 г.
Аглоруда	53,26	56,05	58,07	58,34
Концентрат	63,62	64,44	65,22	65,27
Агломерат ГОКа	53,7	54,1	54,39	55,34
Окатыши	61,1	60,06	62,63	62,95

В Украине за 20 лет, с 1990 г. по 2010 г., среднее содержание железа в аглоруде повысилось на 2,3 %; в концентрате, несмотря на то, что на двух ГОКах в технологической цепочке внедрена флотационная доводка, содержание железа повысилось на 0,83 %; в агломерате на 1,24 % и окатышах на 2,89 %, в основном из-за увеличения в последнее время доли производства безосновных окатышей вместо основных, содержание железа в которых на 3-4 % выше при более низкой металлургической ценности.

Основные факторы, определяющие качество отечественного железорудного сырья следующие:

- основная доля железорудных месторождений имеет относительно низкое содержание железа при сложных физико-механических свойствах вмещающих пород;

- сложные горно-геологические условия разработки месторождений с высоким коэффициентом вскрыши на карьерах и на больших глубинах, как на шахтах, так и карьерах при высокой обводненности месторождений;

- использование физически изношенных и морально устаревших техники и технологий для обогащения бедных магнетитовых кварцитов и как следствие резкое снижение выхода товарной продукции при обогащении и увеличение сброса добытой бедной руды.

Качество исходного железорудного сырья можно дополнительно повысить за счет повышения бортового содержания железа в руде. При этом часть более бедной руды перейдет в отвалы пустой породы, а оставшаяся будет иметь более высокое содержание железа.

Добыча руд подземным способом, при существующих технологиях, приводит к разубоживанию богатых гематитовых руд бедными кварцитами и пустой породой, что указывает на необходимость совершенствования технологии подземной добычи и переработки руды. За последние десятилетия среднее содержание железа в отечественной руде подземной добычи повышено более 2,5 % и содержание железа в среднем составляет 58,5-59 %.

Используемые пути повышения содержания железа в товарной железной руде подземной добычи следующие:

- совершенствование технологии и организации добычи руды;

- изменение показателей измельчения;

- применение совершенных, надежных и простых технологий обогащения, учитывающих различие физико-механических свойств руды и вмещающих пород;

- применение современных технологий и средств оперативного контроля качества руды на всей технологической цепочке.

В зависимости от конкретных условий и требований повышения качества железорудного сырья подземной добычи могут быть использованы гравитационные, магнитные или радиометрические методы обогащения руд.

На подземных предприятиях Кривбасса в качестве метода повышения качества сырья применяется энергоемкий метод, основанный на классификации горной массы по крупности. Содержание железа при этом методе по-

вышено не за счет внедрения схем более глубокого обогащения, а за счет отсева более бедной части руды с последующим складированием ее в отвалы (до 30% от исходного объема) [2, 3]. Значительные объемы складированной кусковой части, которые по шахтам Кривбасса превышают 1 млн. т в год, а также высокое содержание железа в них, указывают на несовершенство данной технологии переработки руд на ДСФ. При этом возникает новая проблема складирования отсеянных кусков из-за дефицита земельных отводов под отвалы.

Магнитометрический метод целесообразно использовать для обогащения промпродукта или «хвостов», когда магнитная восприимчивость горной массы достаточно велика и не требует создания сильных искусственных магнитных полей [4].

Одним из направлений переработки мелкодробленой гематитомартитовой сырой руды непосредственно на шахте перед ее отправкой потребителю является направление с использованием процесса сухого магнитного обогащения за счет магнитов высоких энергий.

Радиометрический метод (электронной автоматической сортировки) применяется как в качестве самостоятельной операции по обогащению, так и в сочетании с другими методами, обеспечивая более высокую эффективность переработки минерального сырья [5].

При применении любого из методов повышения качества контроль за его результатом является неотъемлемой частью добычи и переработки сырья. Точность оперативного контроля качества минерального сырья зависит от множества факторов, что необходимо учитывать при использовании, как определенного метода обогащения, так и условий контроля.

На условия реализации отечественного сырья, кроме содержания железа в руде, влияют ее структура и составляющие компоненты, такие как кремний, а также расходы на транспортировку при экспортной поставке. Конкурентоспособной в настоящее время на мировом рынке считается железорудная продукция, содержащая 67-68 % железа (при содержании кремнезема до 4-5 %). Что касается качественных показателей украинского товарного концентрата, то их уровень, оставаясь практически неизменным за последние годы, по содержанию железа на 3-4 % ниже аналогичной импортной продукции; по содержанию кремнезема на 4-6 % выше, чем в продукции зарубежных производителей. Существенным отрицательным фактором использования концентрата при производстве агломерата и окатышей является высокое содержание влаги (более 9 %) и кремнезема.

Поэтому отечественные производители производят их (агломерат и окатыши) более низкого качества.

Все эти обстоятельства влекут за собой повышенные затраты по переделам, и, в конечном итоге, снижают конкурентоспособность как на рынке сырья, так и на рынке металлопродукции.

Кроме того, анализ показывает, что качество отечественного железорудного сырья не соответствует уровню зарубежных конкурентов не только по содержанию железа, но и высокому содержанию диоксида кремния, повы-

шенному содержанию оксидов натрия и калия, низкой основности и прочно-сти окатышей.

Очевидно, что качество железорудного концентрата необходимо повышать. Следующим способом повышения качества товарной продукции является доводка концентрата ГОКов до более высокого качества флотационным способом и дополнение технологии обогащения сухой магнитной сепарацией. При этом возникает вопрос экономической целесообразности повышения уровня качества железорудной продукции для горнорудных предприятий. Ведь повышение качества продукции будет сопровождаться увеличением затрат на производство и ростом цены продукции. Metallурги будут согласны получить высококачественный концентрат лишь при условии согласованной обоюдной экономической выгоды. При принятии взвешенного решения о необходимости повышения качества железорудной продукции, следует помнить, что содержание железа в товарной продукции влияет на себестоимость металлургической переработки. Так, затраты на производство при обогащении для увеличения содержания железа в концентрате возрастают, но вместе с тем снижаются расходы в последующих переделах при изготовлении металлургической продукции. Поэтому металлургам выгоднее использовать в технологическом цикле концентрат с улучшенными характеристиками с последующим получением большей экономической выгоды.

Применение на горно-обогатительных комбинатах страны технологических схем магнитного обогащения позволяет получать товарный концентрат содержанием 63-68 % железа. Достижение на мировом рынке конкурентоспособного уровня качества железорудной продукции технически возможно при условии комплексного выполнения мероприятий по усовершенствованию или замене существующих устаревших технологий и оборудования. Так, в последние годы для условий горных предприятий Украины разработаны и внедряются технологии обогащения железистых кварцитов, позволяющие повысить содержание железа в концентрате до 3 % и снизить содержание кремнезема в таком концентрате на 3,5-4 %. Впервые в технологическую схему обогащения Ингулецкого ГОКа была внедрена система флотации. В настоящее время уже на двух предприятиях (Ингулецком и Полтавском горно-обогатительном комбинатах) работают секции флотационной доводки концентрата, позволяющие производить высококачественный продукт с содержанием железа до 65-67 % (с 63-64,4 %).

В настоящее время на фабриках окомкования обогатительных комплексов применяются обжиговые машины конвейерного типа (Северный горно-обогатительный комбинат) и специальные печи (Полтавский горно-обогатительный комбинат).

Технический прогресс при добыче и подготовке руд в современных условиях обеспечивается внедрением на предприятиях автоматических систем управления (АСУ) как отдельными технологическими процессами, так и производством в целом (например, карьерным автотранспортом на Ингулецком ГОКе, АСУ производством окатышей на Северном и Полтавском ГО-

Ках), комплексной системы управления качеством продукции на ГОКах и рудоуправлениях.

Первейшей основой повышения качества товарной железорудной продукции отечественного производства на сегодня является поддержка и нацеливание отраслевой и фундаментальной науки страны на разработку новых способов, технологий и оборудования добычи и переработки железорудного сырья.

Список литературы

1. **Блізнюков В.Г., Півень В.О., Плотніков О.В.** Гірничо-геологічні фактори рентабельності гірничовидобувних підприємств / Проблемы научного обеспечения горнопромышленного комплекса Украины на пороге XXI века / Сборник научных трудов. -Кривой Рог. ГНИГРИ. 2001. –С. 116-119.

2. **Караманич Ф.И.** Повышение качества выпускаемой продукции –основное направление дальнейшего развития криворожского железорудного комбината / Качество минерального сырья / Сборник научных трудов. -Кривой Рог. 2008. –С. 550-560.

3. **Колосов В.А., Голярчук Н.И.** Проблемы повышения качества железорудного сырья в Украине / Качество минерального сырья / Сборник научных трудов. -Кривой Рог. 2005. –С. 36-45.

4. **Капленко Ю.П., Федько М.Б., Ломовцев Л.А., Ширяев А.А., Мельничук С.А., Лысак В.И., Короленко Ю.В., Колосов В.А.** Перспективы сухого магнитного обогащения руд подземной добычи шахт Кривбасса / Разработка рудных месторождений / Научно-технический сборник. Выпуск 78. -Кривой Рог. 2002. –С. 65-69.

5. **Колосов В.А.** Электронные методы оперативного контроля качества железорудного сырья / Разработка рудных месторождений / Научно-технический сборник. Выпуск 72. -Кривой Рог. 2000. –С. 92-98.

УДК 681.51:622.788

УДК 658.562.64:622.3.

В.Ю. ЗУБКЕВИЧ, Криворожский технический университет

КОНТРОЛЬ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ

В статье рассматривается методология построения автоматизированных систем непрерывного оперативного технологического контроля в потоке полного вещественного состава железорудного сырья на примере железных руд Криворожского железорудного бассейна.

У статті розглядається методологія побудови автоматизованих систем безперервного оперативного технологічного контролю в потоці повного речовинного складу залізорудної сировини на прикладі залізних руд Криворізького залізорудного басейну.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Оптимизация и автоматизация технологических процессов добычи и переработки минерального сырья обуславливает, прежде всего, наличие адекватного и оперативного информационного обеспечения о текущем состоянии технологического процесса и параметрах минерального сырья. Создание систем кон-