

УДК 622.766, 622.7

Ю.Г. ВИЛКУЛ, д-р техн. наук, проф., академик, вице-президент АГН Украины

С.А. СТОРЧАК, д-р техн. наук, проф., академик АГН Украины, советник премьер-министра Украины Н.Азарова

В.И. ЯРЕМЕНКО, канд. техн. наук, председатель Федерации работодателей горняков Украины

Н.К. КРАВЦОВ, канд. техн. наук, доц., ЧП «Партнеры по промэкобезопасности»

РАЦИОНАЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ КРИВОРОЖСКОГО БАССЕЙНА

Отражены основные системные факторы при разработке методологии добычи и обогащения железорудного сырья Криворожского бассейна на различных этапах и жизненных циклах.

Відображені основні системні чинники при розробці методології добування і збагачення залізорудної сировини Криворізького басейну на різних етапах і життєвих циклах.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Актуальность проблемы рационального использования минерально-сырьевой потенциала недр Кривбасса определяется тем обстоятельством, что железные руды представляют собой важнейший фактор формирования бюджета страны, области и, конечно, благополучия большинства населения Кривого Рога, а использование современных механизмов государственного регулирования и комплексного освоения минерально-сырьевой базы бассейна обеспечит конкурентоспособность национальной экономики.

В настоящее время в Криворожском бассейне добывают три основных типа железорудного сырья: богатые руды, которые непосредственно используются в металлургии, магнетитовые и окисленные железистые кварциты, требующие обогатительного передела.

Богатые окисленные руды (запасы которых по промышленной категории насчитывают свыше 1 млрд. 200 млн. т) залегают, главным образом, среди окисленных кварцитов, создавая около 300 рудных залежей. Массовая доля железа в них составляет от 46 до 67 %, а вредных примесей (фосфор, сера и др.) – сотые доли процента. Добыча богатых руд осуществляется преимущественно подземным способом.

Магнетитовые кварциты с массовой долей железа 22-45 % обогащаются магнитным способом на ГОКах Кривбасса.

Окисленные железистые кварциты, которые попутно добываются с магнетитовыми кварцитами в настоящее время не обогащаются, а складываются, образуя техногенные месторождения.

Разработка магнетитовых и окисленных железистых кварцитов осуществляется преимущественно открытым способом. Глубина большинства

карьером Криворожского бассейна превышает 300 м, а подземных выработок – более одного километра.

Одновременно с добычей и переработкой железорудного сырья Кривбасса создается громадные их техногенные месторождения, что значительно осложняет экологическую обстановку района.

Анализ исследований и публикаций. Вопросы регулирования процесса недропользования Кривбасса обсуждались неоднократно и с различных точек зрения [1, 2]. Общий вывод можно сформулировать следующим образом: рынок (рыночная среда) не в состоянии обеспечить эффективное освоение и использование участков железосодержащих руд (богатых окисленных руд, магнетитовых и окисленных кварцитов) и поэтому необходимо его регулирование (в определенной мере) со стороны государства.

Ограниченность числа лучших участков с одной стороны позволяет их владельцам получать дополнительный (рентный) доход, а с другой – может вести (при определенных условиях) к их нерациональному освоению, разработке без обогащения.

Следует отметить, что понятия «рациональная разработка железорудных месторождений Криворожского бассейна» с точки зрения компаний и общества (в лице государства) существенно различаются, так как обусловлены различием представлений о ценности природных ресурсов и ее изменении во времени.

Постановка задачи. Целью работы было изучение рационального использования всех минеральных разновидностей железорудного сырья как коренных так и техногенных месторождений Кривбасса.

Изложение материала и результаты. В процессе недропользования всегда присутствует пара (совокупность) взаимосвязанных субъектов: месторождение (участок недр), находящееся в государственной собственности и хозяйствующий субъект, его осваивающий и разрабатывающий (на лицензионной или контрактной основе).

На практике совпадение интересов в паре «хозяйственный субъект-месторождение» для Кривбасса скорее исключение, чем правило. С течением времени в разработке железорудного сырья происходит принципиальное изменение- роль месторождения, как первопричины процесса недропользования, уменьшается (как бы «исчезает»).

Экономические результаты освоения месторождения «растворяются» в экономике той организационной структуры, которой принадлежит права пользования данным месторождением.

Ярким примером данного утверждения является то, что величина налога на добычу железорудного сырья не зависит от экономических условий конкретного месторождения, разрабатываемого шахтой или карьером, а определяется соотношением курса гривны и доллара, а также ценой выпускаемой товарной продукции на внешнем рынке.

В конечном счете, каждое месторождение, как объект хозяйственной деятельности, «растворяется» в организационной структуре той компании,

которой оно принадлежит на правах аренды. И уже дело компании - как и каким образом представлять экономические, а, следовательно, и технологические показатели по полному циклу разработки и обогащению переделу данного участка месторождения.

Вместе с тем анализ динамики экономических показателей с учетом всего комплекса обогащительного передела на уровне каждой шахты, карьера важен, прежде всего, потому, что издержки на их разработку неуклонно растут по мере исчерпания запасов и углубления при разработке каждого горно-технического объекта.

Весьма надежным фактором роста экономических показателей разработки месторождения и комплексного обогащительного передела добытой руды является внедрение новых технологических решений при получении конечной товарной продукции железорудного сырья подземных и открытых разработок.

Располагая крупными запасами железорудного сырья, характеризующими долгосрочную обеспеченность действующих предприятий горного комплекса, необходимо совершенствовать и внедрять современные технологии добычи и обогащения руд, обеспечивая минимальные потери железа в отходах. Существующие технологии позволяют получать товарную продукцию, отвечающую лучшим мировым стандартам из руд как коренных так и техногенных месторождений.

Для получения железорудных концентратов высокой чистоты наилучшим исходным сырьем могут служить богатые окисленные руды подземной добычи. На каждой шахте Кривбасса складывается рудная масса с массовой долей железа 42-46 %. Ее глубокая переработка обеспечит получение по упрощенной технологии обогащения железорудный концентрат с массовой долей железа 65-66 %.

Рационально перерабатывая окисленные железные руды с получением концентрата, пригодного для изготовления ферритов существенно обеспечит предприятию дополнительные средства.

Проведенные в последние годы исследования показали, что направленно регулировать характер изменения поверхностных свойств рудных и нерудных минеральных зерен возможно, используя механоактивационные методы при рудоподготовке сырья в присутствии реагентов-модификаторов.

Механоактивация осуществлялась на оборудовании, позволяющем в едином цикле проводить многократное активирующее воздействие на зерна рудных и нерудных минералов. Было установлено, что модифицирование на установке многократного воздействия на железорудное сырье позволило повысить качество концентрата на 1-2 %, при этом потери железа в хвостах уменьшить на 3-4 %.

Добыча железорудного сырья открытым способом по сравнению с другими направлениями работ требует более интенсивного использования производственных и природных ресурсов.

Статистика анализа более 20-летнего складирования слабомагнитных железистых кварцитов отмечает не в полной мере их надлежащее качество и было бы весьма полезно, как для государства, так и для Кривбасса чтобы Криворожский горно-обогатительный комбинат окисленных руд (КГОКОР) был достроен и перерабатывал окисленные железистые кварциты, как текущей добычи, так и техногенные месторождения с преимущественным владением акций государством.

В настоящее время имеется разработанная и протестированная технология переработки окисленных кварцитов с получением концентрата 65-66% железа.

Большую заинтересованность к комплексному использованию окисленных железистых кварцитов Кривбасса проявила делегация инженеров высокого уровня из США компании «Кливленд Кливс», имеющая 150-летний опыт высокой эффективности переработки железных руд по экологически чистой технологии и намерена сотрудничать с нашими специалистами.

Для магнетитовых кварцитов Криворожского бассейна разработана технология магнитного обогащения без флотационной доводки с получением концентрата 67-68 % железа.

Выполненные исследования дают основания считать, что создание перспективной технологии разработки и обогащения недр Криворожского бассейна позволит не только рационально использовать выделенные производственные ресурсы, но и добиться более высоких, по сравнению с достигнутыми, технико-экономических показателей отработки железорудных месторождений в запроектированных контурах.

Имеется еще ряд различных разработок по комплексной переработке железорудного сырья в Криворожском регионе.

Противостоять тенденции нерациональной разработки и использования недр Кривбасса можно следующими обстоятельствами:

- конкурентной средой в отрасли, т.е. ситуации при которой компании - недропользователи не могли доминировать на рынке и определять уровень допустимых издержек (по экономическим соображениям), а прогнозировать их динамику;

- побуждением компаний к постоянному совершенствованию техники и технологии добычи, обогащения рудного сырья, применения новых подходов к освоению и рациональной разработке месторождений;

- эффективной системой государственного регулирования и управления процессами недропользования, в том числе ясной, прозрачной и целеориентированной системой мониторинга, контроля и, весьма важно, ответственности недропользователей за состояние процесса освоения и рационального использования недр Кривбасса .

Ситуация в Криворожском бассейне в настоящее время отличается тем, что компании в истекшие годы активно применяли выборочно отдельные технологии добычи железных руд, дающие отдачу в краткосрочной перспек-

тиве (без комплексной переработки наряду с магнетитовыми кварцитами также попутно-добываемых окисленных кварцитов).

Более того, в последние годы наблюдается усиление процесса монополизации в недропользовании Криворожского бассейна.

Компании получают значительную свободу маневра ресурсами и возможностями с точки зрения переключения акцентов деятельности с одного предприятия, перерабатывающее железорудный участок месторождения, на другое.

Гораздо более сложная ситуация имеет место, когда компания не только осваивает и разрабатывает несколько месторождений, но когда эти месторождения введены в разработку в разных экономических условиях и в разное время. Последнее означает, например, что одно предприятие вступило в стадию завершающей добычи и переработки, другое находится на пике, а третье еще предстоит осваивать.

В этом случае государству необходимо регулировать по законодательству все разрабатываемые участки месторождений Кривбасса и воздействовать на процессы рекультивации выработанных недр каждого месторождения, вновь образующихся отвалов пустой породы или железосодержащих минеральных разновидностей, которые временно не перерабатываются.

Главная цель для всех разработчиков недр Криворожского бассейна - это продление жизни разрабатываемого месторождения посредством комплексной переработки всех минеральных разновидностей.

Для обеспечения высокой степени извлечения рудных минералов при разработке железорудных месторождений Криворожского бассейна необходимо, чтобы компании способствовали развитию новых технических решений, как при их разработке, так и при обогащении. Для этого необходимо в обязательном порядке вкладывать средства для развития новых, более прогрессивных и весьма эффективных решений по рациональному использованию недр Кривбасса, для комплексной переработки всех железосодержащих разновидностей на основе разработанной методики обогащения руд с конкретными параметрами потерь железа в отходах производства, отвечающим лучшим образцам зарубежных горно-перерабатывающих предприятий.

Выводы и направление дальнейших исследований. В результате предпринимаемых мер на различных уровнях страны, горнорудная промышленность страны сырьевая база Криворожского бассейна в самое ближайшее время может быть диверсифицирована за счет вовлечения в разработку и обогащения новых видов железосодержащего сырья, а также за счет создания современных производств по его глубокой переработке:

1. Железорудное сырье Кривбасса имеет достаточно широкие возможности обеспечения экономики страны товарной продукцией требуемого качества, как путем переработки руд текущей добычи, так и техногенных месторождений.

2. Рациональная разработка и обогащение недр Кривбасса по нормативным документам должно стимулировать компании на развитие новых более прогрессивных технологий.

3. Разработка привлекательных условий по приватизации КГОКОРа и введению его в действие для переработки 0,5 млрд. т заскладированных гематитовых руд и попутно добываемых при разработке карьеров.

Список литературы

1. **Бабец Е.К.** Вопросы совершенствования технологических процессов добычи руды и обеспечение техногенной безопасности горного производства // Сучасні технології розробки рудних родовищ: Зб. наук. праць. – за результатами роботи Міжнародної науково-технічної конференції (Кривий Ріг, 22-23 квітня 2011 р.) –Кривий Ріг: Видавничий дім, 2011. –С. 12-19.

2. **Гирин И.В., Кравцов Е.Н.** Совершенствование технологии рудоподготовки исходного сырья для порошковой металлургии // Разработка рудных месторождений. –Вып. 92. –Кривой Рог: КТУ, 2008. –С. 93-96.

УДК: 622.7

В.В. КАРМАЗИН, академик МИА и РАЕН, проф. МГГУ

ЖЕЛЕЗОРУДНОЕ СЫРЬЕ МЕТАЛЛУРГИИ XXI ВЕКА

Рассмотрены современное состояние техники технологии обогащения магнетитовых кварцитов во всем мире и возможности их совершенствования на основе повышения степени раскрытия и эффективности процесса магнитной сепарации. Первое достигается при самоизмельчении в мельницах большого диаметра, а второе – повышением частоты вращения магнитного поля в рабочих пространствах магнитных сепараторов. Сделан анализ перспектив развития конструкций сепараторов и технологических схем, использующих новые процессы и оборудование.

Розглянуто сучасний стан техніки технології збагачення магнетитових кварцитів в світі й можливості їхнього вдосконалення на основі підвищення ступеню розкриття й ефективності процесу магнітної сепарації. Перше досягається при самоздрібнюванні в млинах великого діаметра, друге - підвищенням частоти обертання магнітного поля в робочих просторах магнітних сепараторів. Зроблено аналіз перспектив розвитку конструкцій сепараторів і технологічних схем, що використовують нові процеси й устаткування.

Проблема технологии магнитного обогащения магнетитовых руд многие годы находится вне конкуренции с другими благодаря высокому извлечению магнетита, минимальному времени сепарации и очень низкой себестоимости. Сам принцип процесса настолько прост и надежен, что работоспособными оказываются все вновь предложенные конструкции магнитных сепараторов, но для выбора лучших наиболее реальными остаются только технико-экономические критерии: высокая производительность, селективность и эффективность процесса, низкие капитальные и эксплуатационные затраты на