УДК 622.2

Ф.ПАННИР, *канд. экон. наук, генеральный директор, академик Украинской академии наук, Xeniya.Kachurina@arcelormittal.com*
АО «АрселорМиттал Темиртау», Казахстан
А.М.ГАЗАЛИЕВ, *академик Национальной академии наук Республики Казахстан, ректор, kargtu@kstu.kz*
Карагандинский государственный технический университет, Казахстан

F.PANNIER, *PhD in ec., acad. of the Academy of Sciences of Ukraine, chief executive officer, Xeniya.Kachurina@arcelormittal.com*
JSC ArcelorMittal Temirtau, Kazakhstan
A.M.GAZALIYEV, *acad.of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, rector, kargtu@kstu.kz*
Karaganda State Technical Univeэrsity, Kazakhstan

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ РУДЫ И УГЛЯ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ АО «АРСЕЛОРМИТТАЛ ТЕМИРТАУ»

Описаны технологии добычи и обогащения железной руды на Лисаковском месторождении, включая оборудование и технологии получения обесфосфоренного концентрата.

Представлены перспективы развития и совершенствования технологии добычи угля на шахтах Карагандинского угольного бассейна, принадлежащих АО «АрселорМиттал Темиртау», на основе сотрудничества с германской фирмой DMT.

Ключевые слова: месторождение, добыча руды, концентрат, обесфосфоривание, обжиг концентрата, геологический прогноз, сейсморазведка, угольный бассейн, прогнозирование, новые технологии.

NEW ORE AND COAL EXTRACTING AND PROCESSING TECHNOLOGIES AT ARCELORMITTAL TEMIRTAU JSC MINING PLANTS

Annotation describes recovery and iron ore beneficiation technologies at Lisakovsk minefield, including facilities and concentrate dephosphorisation process.

Paper represents development and coal mining technological advancement prospects at Karaganda coal basin (ArcelorMittal Temirtau JSC), in cooperation with DMT Ltd (Germany).

Key words: deposit, ore mining, concentrate, dephosphorisation, roasting of HPC, geological forecast, seismic exploration works, coal basin, forecasting, new technologies.

АО «АрселорМиттал Темиртау» является крупнейшей транснациональной компанией на территории Казахстана, обеспечивающей весь технологический цикл переработки металла от добычи руды и угля до производства готовых изделий.

Основным источником железной руды для «АрселорМиттал Темиртау» является Лисаковское месторождение и рудник, обеспечивающие поставку от 1,5 до 1,8 млн т гравитационно-магнитного концентрата, используемого в агломерации.

Лисаковское месторождение является типичным месторождением бурожелезняковых оолитовых руд, расположенным в западной части Тургайского бассейна мезозойско-кайнозойского периода. Месторождение возникло в процессе отложения на древних реч-

ных впадинах олигоценового периода. Всего к данной группе принадлежит четыре месторождения – Лисаковское, Шиелинское, Кировское и Талды-Эспенское. Считается, что Лисаковское месторождение является лучшим из них. Месторождение крупное и делится на две части – западную и восточную. Западная часть состоит из трех залежей – главной, восточной и южной. Главная залежь простирается на 20 км, средняя ширина от 1 до 2,5 км. Мощность рудного тела составляет 12 м (в среднем). Главная залежь является основным участком, на котором с 1970 г. ведутся добычные работы. Подстилающая порода месторождения – чиганская глина – чрезвычайно мягкая, кластическая, с очень низкой несущей способностью. Разделение между рудой и основной горной породой очень контрастное. Поскольку месторождение палеогеновое, вскрыша очень незначительная. Руда состоит главным образом из гетита, гидрогетита и лимонита (см. таблицу).

По классификации Общества горного дела, металлургии и геологоразведки, на месторождении 1 886 млн т подсчитанных и 1 158 млн т предполагаемых запасов богатых руд. Из данного большого объема 54 млн т – разведанные запасы, на которых ведутся горные работы, 279 млн т предполагаются для разведки в ближайшие 5 лет.

Горные работы выполняют классическим открытым методом отработки. Оолитовая руда очень мягкая, поэтому нет необходимости в проведении буровзрывных работ. Поскольку мощность месторождения невелика, работы ведутся всего двумя уступами. Из-за проявлений глины добыча руды на нижнем уступе ведется шагающим экскаватором с ковшом объемом 6 м^3 и складируется в навалы. На первом уступе добыча ведется 8-кубовым электрическим одноковшовым экскаватором. Для обеспечения среднего качества руды, подаваемой на фабрику, разработан и выполняется строгий план. Учитывая преимущества спокойного рельефа местности и большую длину по простиранию, для транспортировки руды из рудника на фабрику используют систему железнодорожного транспорта. Руда из рудника загружается экскаваторами в думпкары и отгружается дизельными тепловозами на фабрику для переработки.

На фабрике процесс состоит из следующих этапов: измельчение, мокрое грохочение, классификация, процесс разделения на отсадочных машинах и магнитных сепараторах высокой производительности для мокрого обогащения немагнитной фракции железа. В ходе технологического процесса извлечение составляет около 55 %, в то время как содержание Fe увеличивается с 37-39 % в сырой руде до 49 % в концентрате. Концентрат, известный как концентрат с высоким содержанием фосфора, содержит железо на уровне 49,5 %, фосфор – 0,73 %, кремнезем – 10-12 %, около 6 % окиси алюминия и 12-14 % кристаллизованной воды. При этом размер частиц варьирует в пределах +0–0,6 мм. В зимний период в термических сушильных аппаратах на природном газе концентрат сушат для снижения влажности во избежание смерзания продукта во время транспортировки.

Концентрат характеризуется тем, что лимонитогетитовая руда теряет воду минерализации (гидратную влагу) во время процесса агломерации. После обжига Fe увеличивается с 49,5 до 56 %. Однако эта руда имеет очень большой недостаток – крайне высокое содержание фосфора. Этот фосфор переходит в жидкий чугун в доменной печи,

Информация по запасам руды

Категория запасов	Западная часть			Восточная часть			Всего		
	Запасы, млн т	Fe, %	P, %	Запасы, млн т	Fe, %	P, %	Запасы, млн т	Fe, %	P, %
Богатые руды									
A + B + C	1,117	35,1	0,5	769	33,5	0,5	1,886	34,3	0,5
C_2	458,2	–	–	700	–	–	1158,2	29,8	–
Забалансовые руды									
–	1,287	25,5	–	2097	25,7	–	3,384	25,6	–

что требует многократной дешламации и дополнительного потребления флюса, а также увеличения электроэнергии при производстве стали, что серьезно влияет на производительность конвертеров. В прошлом данная ситуация привела к ограниченному потреблению лисаковской руды.

Фосфор находится в руде в весьма тесной связи с минералами железа. Стандартные физические методы не подходят для его удаления. Точный способ взаимосвязи фосфора с железом до сих пор неизвестен. Предполагается, что он связан с минералами железа на уровне подмикронов. Хотя по вопросу удаления фосфора из лисаковской руды было проведено достаточно много исследований, в 2000-2001 гг. «АрселорМиттал» возобновил попытки с последующим проведением исследований в исследовательском центре «АрселорМиттал» в Чикаго и центральной лаборатории в Темиртау. Первоначально рассматривались варианты обжига известью и обжигомагнитные способы, были также исследованы гидрометаллургические методы. Пробные испытания показали, что выщелачивание концентрата с высоким содержанием фосфора кислотой дает лучшие результаты. Было обнаружено, что серная кислота в наибольшей степени подходит для этой цели, и именно на нее пал выбор, так как обработка отходов базового выщелачивания создает большие проблемы для окружающей среды.

Процесс обесфосфоривания состоит из следующих этапов:

1. Обжиг концентрата с высоким содержанием фосфора при температуре выше 920 °С в течение примерно 30 мин во вращающейся печи. Во время обжига концентрат высушивается, вода кристаллизации высвобождается, что приводит к повышению содержания железа с 49 до 56 %. В ходе данного процесса также открывается зерно минерала и значительная порция кремнезема (возникающего в ядре зерна) высвобождается. Размер зерна также снижается.

2. После обжига концентрат охлаждается до рабочей температуры и затем отправляется на магнитную сепарацию на магнитный сепаратор высокой производительности для сухого обогащения. На данной стадии удаляется высвободившийся кремнезем и прочие примеси. Содержание железа во время магнитной сепарации увеличивается с 56 до 60 % за счет дополнительного удаления кремнезема и прочих незначительных примесей.

3. Затем в течение 1 ч обожженный концентрат подвергается воздействию 5-процентного раствора серной кислоты в перемешивающих устройствах участка выщелачивания. На этой стадии большая часть фосфора удаляется, так как оксид железа имеет очень слабую реакцию с кислотой. В целом, содержание фосфора снижается до 0,2 %. Содержание фосфора можно снижать и дальше, но для этого потребуется более высокая концентрация серной кислоты и более длительное время (до 4 ч) пребывания в перемешивающих устройствах, что нецелесообразно.

4. Выщелоченный концентрат подается в спиральные классификаторы, где также происходит промывка и удаление оставшейся кислоты.

5. Нижний продукт классификатора впоследствии нейтрализуется для того, чтобы удалить оставшуюся серную и фосфорную кислоты. Нейтрализация происходит с использованием гидроксида кальция (гашеной извести) и карбоната кальция (молотого известняка – известковая мука). Шлам сливается с хвостами фабрики, содержание pH в стоках потоках колеблется от 7,5 до 8,5. Продукты нейтрализации, сульфат и фосфат кальция не растворяются в воде, и поэтому не представляют собой угрозы для грунтовых вод.

Проект Лисаковского участка удаления примесей был начат в 2004 г., строительство велось в течение 2004-2006 гг. В январе 2007 г. проект был запущен. Это первый в своем роде проект в мире. Главной характерной особенностью этого участка является вращающаяся газовая печь длиной 110 м, работающая на природном газе, и участок выщелачивания с одним резервным, и тремя перемешивающими устройствами, работающими последовательно.

Проектная производительность печи составляет 0,9 млн т в год концентрата с высоким содержанием фосфора, 0,6 млн т в год обесфосфоренного концентрата. При этом

загружаемый продукт содержит 49,1 % Fe, 0,73 % P, а в получаемом продукте – 60,0 % Fe, 0,20 % P.

Проект, являющийся уникальным при первоначальной эксплуатации, в период всемирного финансового кризиса был законсервирован по причине нецелесообразности. На данный момент работы по проекту возобновились, запуск ожидается в мае 2011 г. Принимая во внимание тот факт, что Лисаковск обладает большими запасами железной руды и затраты на добычу низкие, а также учитывая свойства рудного тела, планируется установка параллельной технологической линии участка обесфосфоривания с целью увеличения объемов потребления собственного сырья.

Активно внедряются новые технологии добычи угля и на шахтах угольного департамента (УД) АО «АрселорМиттал Темиртау».

Компания АО «АрселорМиттал Темиртау» осуществляет добычу угля на восьми шахтах Карагандинского угольного бассейна.

Горно-геологические условия шахт Карагандинского бассейна характеризуются высокой газоносностью, наличием крупных геологических нарушений, опасностью пластов по внезапным выбросам угля и газа.

При этом более 50 % запасов на шахтах УД АО «АрселорМиттал Темиртау» представлено пластами мощностью от 1,0 до 1,5 м, отработка которых потребует внедрения струговой выемки, которая наиболее эффективно применяется на шахтах Германии.

Изучив передовой опыт ведущих угледобывающих стран, УД АО «АрселорМиттал Темиртау» для увеличения безопасности и эффективности горных работ решил остановиться на опыте шахт Германии, горно-геологические условия которых совпадают с условиями Карагандинского бассейна.

Научное и техническое сопровождение работ на шахтах Германии осуществляется компанией DMT, которая специализируется на консалтинговых услугах в области угледобывающей отрасли уже более полувека.

Учитывая высокий уровень безопасности и производительности труда немецких шахт, УД АО «АрселорМиттал Темиртау» приняло решение о сотрудничестве с фирмой DMT. При этом работы сконцентрированы по следующим направлениям:

1) улучшение изучения геологических условий шахт;

2) геомеханическое сопровождение горных работ;

3) уменьшение газоносности угольных пластов и разработка методов прогноза и предупреждения внезапных выбросов угля и газа;

4) рекомендации по выбору горного оборудования;

5) проектирование и консалтинговые услуги.

Наибольшую опасность для персонала шахт представляют внезапные выбросы угля и газа, поскольку данные явления сложно прогнозировать. С учетом того, что все внезапные выбросы угля и газа в Карагандинском бассейне произошли в зонах геологических нарушений, принято решение о повышении достоверности горно-геологического прогноза. Опыт компании DMT показывает, что качественное улучшение геологического прогноза возможно на основе применения поверхностной и подземной сейсморазведки. Использование методов позволит значительно снизить затраты на разведочное бурение и повысить эффективность определения зон геологических нарушений.

Компанией DMT разработано специализированное оборудование для проведения подземной сейсморазведки, которое хорошо себя зарекомендовало на шахтах Германии. В настоящее время УД АО «АрселорМиттал Темиртау» заключил контракт с фирмой DMT на приобретение данного оборудования и обучение персонала для проведения подземной сейсморазведки.

Эффективность горных работ во многом зависит от состояния горных выработок. Компания DMT имеет многолетний опыт в области геомеханического сопровождения горных работ. При проведении данных работ широко используются методы компьютерного моделирования. Эти методы позволяют с высокой точностью прогнозировать проявления горного давления в очистных и подготовительных выработках с учетом ведения

горных работ на смежных пластах. На основании полученных данных DMT рекомендует способы крепления и охраны выработок, места их оптимального заложения для обеспечения безремонтного содержания.

Для изучения характеристик углевмещающего массива компанией DMT разработана газовая лаборатория. Приобретение данной лаборатории позволит повысить эффективность дегазации угольных пластов, усовершенствовать прогноз и способы предотвращения газодинамических явлений.

Использование технологий прогноза и предупреждения внезапных выбросов угля и газа, разработанных DMT и применяемых на шахтах Германии, значительно снизит опасность этих явлений. Достоверное выявление опасных зон обеспечит также увеличение темпов проведения горных выработок за счет применения специальных трудоемких способов предотвращения выбросов только на опасных участках.

Полезным представляется опыт немецких шахт в области выбора горного оборудования с учетом горно-геологических условий разработки угольных пластов. DMT также осуществляет сопровождение данных работ, вплоть до проектирования всего комплекса оборудования с учетом физико-механических свойств массива и прогноза горного давления. Данный опыт будет особо ценен при переходе на отработку маломощных пластов, которые отрабатываются в Германии струговыми комплексами с высокими технико-экономическими показателями.

В стратегических задачах АО «АрселорМиттал Темиртау» планирует строительство в Карагандинском бассейне новой шахты № 10 «Тентекская» производственной мощностью 3 млн т угля в год.

Проектирование и строительство данной шахты необходимо проводить на основе современных достижений науки и производства с учетом мирового опыта ведущих угледобывающих стран. В связи с этим принято решение о заказе технико-экономического обоснования и проекта строительства шахты компании DMT.

Таким образом, реализация вышеуказанных подходов и внедрение новых технологий позволит повысить эффективность работ на горных предприятиях АО «АрселорМиттал Темиртау» и безопасность при добыче угля на шахтах компании.