



ОПЫТ РАЗРАБОТКИ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ЯКОВЛЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КМА

С.В. Сергеев¹

А.И. Лябах²

Д.А. Зайцев¹

¹ Белгородский государственный университет
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

² ООО «Металл-групп»
Яковлевский рудник,
Россия, 309076, п. Яковлево,
ул. Южная, 12

E-mail: sergeev@bsu.edu.ru

Рассмотрены результаты практических работ вовлечения в отработку запасов богатых железных руд Яковлевского месторождения в сложных горно-геологических и гидрогеологических условиях Курской магнитной аномалии (КМА). Дана оценка сложности геологического строения месторождения. Показаны основные направления проектных решений, позволяющие сочетать высокие технико-экономические показатели с безопасным ведением горных работ.

Ключевые слова: богатые железные руды, водоносный горизонт, защитная потолочина, деформации, водопроводящие трещины, безопасность горных работ.

Яковлевское железорудное месторождение открыто в 1953 г. при производстве разведочных работ на уголь Обоянской ГПР треста «Курскгеология». Начиная с этого периода, на месторождении непрерывно велись поисковые и разведочные работы [1-3], а также доразведка первоочередного участка отработки, выполненная Белгородской железорудной экспедицией с дневной поверхности [4] и геологической службой Яковлевского рудника из подземных горных выработок [5].

С 2002 г. на базе запасов Центрального участка Яковлевского месторождения предприятием ООО «Металл-групп» осуществляется строительство и ввод в эксплуатацию Яковлевского рудника с выделением I очереди строительства производительностью 1,0 млн. т сырой руды в год. Разработка месторождения ведется в пределах шахтного поля протяженностью 1600 м подземным способом.

В металлогеническом отношении месторождение расположено в северной части Белгородского железорудного района КМА. В его геологическом строении принимают участие два резко различных комплекса пород, образующих два структурных этажа: нижний – сложнислоцированный докембрийский кристаллический фундамент и верхний, сложенный осадочными породами фанерозоя.

Породы кристаллического фундамента Яковлевского месторождения, с которыми связаны богатые железные руды, залегают под покровом осадочной толщи на глубине 470-550 м. Древняя погребенная поверхность кристаллического фундамента представляет всхолмленную равнину с наклоном в юго-западном направлении 3-4 м на 1 км [6].

В структурном отношении месторождение представляет собой синклиналию складку, получившую название Яковлевской синклинали. К крыльям этой синклинали приурочены Яковлевская и Покровская полосы железистых кварцитов. Ядро ее заполнено породами оскольской серии. Общая протяженность синклинали превышает 70 км, а ширина ее в пределах детально разведанного участка составляет по выходам железистых кварцитов от 1200 м до 1600 м. Общее простирание основной структуры месторождения северо-западное – 320°. Падение пород в крыльях синклинали северо-восточное, моноклиналиное. В большинстве случаев угол падения пород в пределах рудного поля колеблется от 60° до 70°, реже бывает более пологим или более крутым.

Основная рудная залежь расположена на западном крыле Яковлевской синклинали и имеет общую длину до 41 км. В настоящее время детально изучен только Центральный участок протяженностью 10.1 км.

Кристаллический фундамент сложен магматическими и метаморфическими породами архея и нижнего протерозоя. В разрезе стратифицированной толщи выделяют четыре серии пород: обоянскую, михайловскую, курскую и оскольскую (рис. 1). Первые две свиты архейского возраста, остальные – нижнепротерозойского.

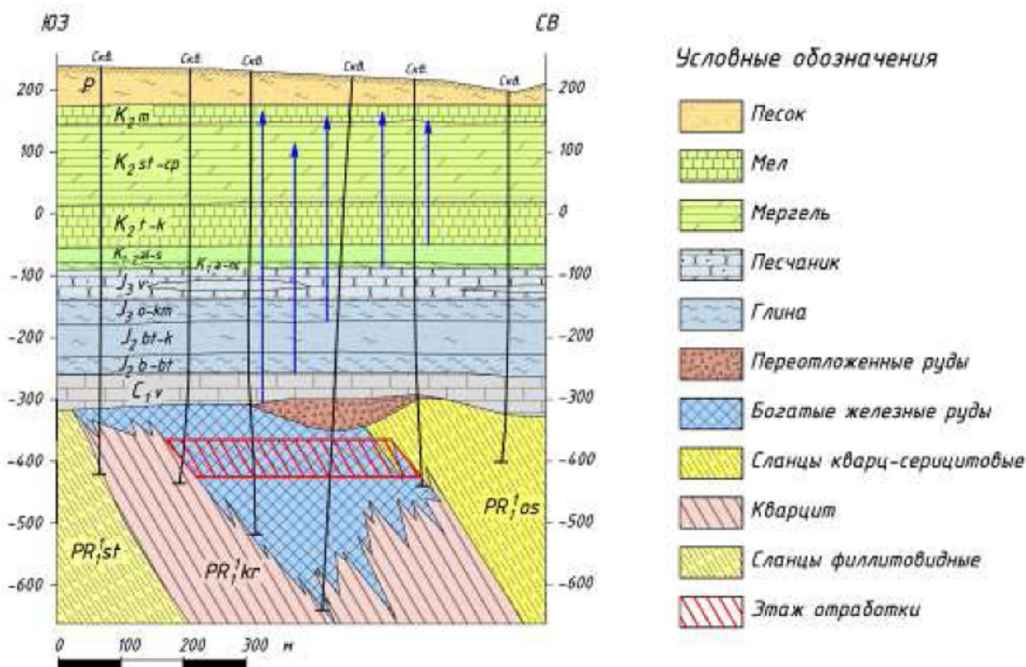


Рис. 1. Схематический геологический разрез Яковлевского месторождения

Продуктивной на железные руды является коробковская железорудная свита курской серии. С ней связаны все железорудные месторождения КМА. В ее составе выделяются две железорудные и две сланцевые подсвиты. Главенствующая роль в составе железорудной свиты на Яковлевской и Покровской залежах принадлежит железистым кварцитам, а подчиненное значение в ней занимают сланцы. К зоне выветривания железистых кварцитов приурочены богатые железные руды, залегающие плащеобразно «на головах» крутопадающей толщи железистых кварцитов. Ширина залежей колеблется от 200 м до 600 м. Вертикальная мощность руды подвержена значительным колебаниям и изменяется от 20-50 м у лежащего бока и до 350-400 м у висячего бока рудной залежи.

На месторождении выделяются два генетических типа богатых железных руд: коренные или элювиальные и переотложенные. Коренные богатые железные руды представляют собой продукты латеритного выветривания железистых кварцитов различных типов, а переотложенные – продукты размыва и переотложения коренных руд. Переотложенные руды имеют подчиненное значение и составляют около 3-5% от общих запасов. Элювиальный тип руд является основным, определяющим экономическую ценность месторождения.

В зависимости от количественного соотношения главных рудообразующих минералов на месторождении выделяются следующие основные минералогические типы руд:

- железнослюдковые, железнослюдково-мартитовые и мартитовые;
- мартито-гидрогематитовые;
- гидрогематито-гидрогетитовые;
- карбонатизированные и хлоритизированные (железнослюдково-мартитовые, мартито-гидрогематитовые, гидрогематито-гидрогетитовые).



Каждый из этих типов руд приурочен к соответствующему типу железистых кварцитов, что предопределяет их пространственную обособленность. На месторождении остаточные руды представлены, в основном, рыхлыми тонкопористыми разновидностями железослюдкового и железослюдково-мартитового состава. Руды обладают характерным синеватым оттенком. В физическом отношении руды данного типа являются рыхлыми порошковатыми, пористыми, местами уплотненными или со слабой структурной связью.

Мартиито-гидрогематитовые руды довольно широко распространены на месторождении. Окраска их послойно-пятнистая от темно-красной до буровато-коричневой. Руды большей частью не крепкие, слабо уплотненные, с тонкоплитчатой отдельностью.

Содержание железа зависит от минерального состава руд. Наиболее его высокие концентрации (более 60%) отмечаются в железослюдковых и мартиито-железослюдковых рудах, а в мартиито-гидрогематитовых и гидрогематито-гидрогетитовых количество железа всегда ниже.

Балансовые запасы богатых железных руд Яковлевского месторождения составляют более 9.6 млрд. т, характеризуются высоким качеством (содержание $Fe_{общ.}$ более 60%) и как природное агломерационное сырье не имеют аналогов в России. Процентное распределение основных компонентов богатых железных руд месторождения приведено в табл. 1.

Таблица 1

Среднее содержание основных компонентов богатых железных руд в Яковлевском месторождении

Участки	Содержание, %				
	$Fe_{общ.}$	SiO_2	Al_2O_3	P	S
Шахтное поле Яковлевского рудника	61.7	5.8	1.9	0.030	0.09
В целом по месторождению	60.5	5.00	2.33	0.020	0.10

В соответствии с Классификацией запасов месторождений твердых полезных ископаемых разрабатываемое Яковлевское месторождение отнесено ко второй группе сложности.

Рудная залежь имеет изменчивую форму. Нижняя граница богатых руд очень неровная. Руды в виде языков и карманов уходят на значительную глубину, достигающую 200-500 м от поверхности докембрия. Характер контактов руд с подстилающими кварцитами неодинаков – от резких контактов до постепенных переходов. Мощность переходной зоны непостоянна и изменяется от 1-2 м до 20-25 м.

Рудное тело характеризуется сложным внутренним строением, которое обусловлено следующими факторами:

- чередованием различных минералогических разновидностей железистых кварцитов, за счет которых образовалась рудная залежь;
- наличием пликативных нарушений различных порядков, вызывающих многократное увеличение или уменьшение мощности отдельных горизонтов;
- смещением отдельных разновидностей руд вследствие развития дизъюнктивных нарушений;
- проявлением горизонтальной зональности, вызванной процессами карбонатизации и хлоритизации рыхлых руд.

Из-за неравномерной выветрелости материнских пород кристаллического фундамента, параметры физико-механических свойств руд сильно варьируют, что оказывает влияние на их устойчивость в обнажениях и состоянии пройденных подземных горных выработок.

Выявлена неоднородность сложения рудного массива, выраженная в тонкоплосчатом строении, чередовании рыхлых богатых железных руд с прослойками карбонатизированных и хлоритизированных плотных разновидностей, высокая пористость и наличие перемятых зон с нарушенной структурой.

Яковлевское месторождение, как и остальные месторождения КМА, характеризуется сложными гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями.



Гидрогеологические исследования на месторождении были начаты еще в 1955 г. и продолжаются по настоящее время.

Сложность гидрогеологических условий определяется следующими факторами:

- большой глубиной отработки полезного ископаемого;
- приуроченностью полезного ископаемого к комплексу неравномерно трещиноватых пород и высокопористых руд, имеющих довольно низкую проницаемость;
- наличием в кровле рудного тела мощного и водообильного нижнекаменноугольного водоносного горизонта;
- высокими гидростатическими напорами подземных вод в рудной толще и, перекрывающем ее, нижнекаменноугольном водоносном горизонте;
- неоднородностью по проницаемости водовмещающих пород нижнекаменноугольного и руднокристаллического водоносных горизонтов.

В гидрогеологическом разрезе месторождения выделено семь основных водоносных горизонтов, пять из которых обладают значительной водообильностью и высокими гидростатическими напорами. Водоносные горизонты приурочены к геологическим формациям фанерозоя: палеоген-неогеновый, турон-маастрихтский, альб-сеноманский, волжский, келловейский, нижнекаменноугольный; и архей-протерозоя: руднокристаллический.

Водоносные горизонты верхней части осадочной толщи (в четвертичных, палеоген-неогеновых и частично меловых отложениях) характеризуются безнапорным режимом, сезонными колебаниями уровней подземных вод, вследствие имеющейся гидравлической связи с поверхностными водами. В породах нижней части распространена система напорных водоносных горизонтов с напорами от 200 м в альб-сеноманском до 480 м в нижнекаменноугольном водоносном горизонте [7].

Гидрогеологическими исследованиями установлено, что в формировании водопритоков к подземным горным выработкам участвуют руднокристаллический и нижнекаменноугольный водоносные горизонты.

Нижнекаменноугольный водоносный горизонт распространен повсеместно и приурочен к толще известняков с прослоями сланцеватых и углистых глин в нижней части разреза. Мощность водоносного горизонта 20-80 м. Коэффициент фильтрации изменяется в широком диапазоне от 0.01 до 12.5 м/сут. Водообильность известняков находится в прямой зависимости от степени трещиноватости и закарстованности. Наиболее проницаемы известняки верхней части толщи, распространенные над железорудной полосой и в северо-восточной зоне висячего бока месторождения. Водопроницаемость пород составляет 100-150 м²/сут. В условиях естественного режима напоры подземных вод над кровлей известняков достигали 381-479 м.

Руднокристаллический водоносный горизонт приурочен к выветрелым и трещиноватым зонам кристаллического фундамента архей-протерозойского возраста, представленными богатыми железными рудами, железистыми кварцитами, кристаллическими сланцами и плагиогранитами. Водоносность пород определяется пористостью, региональной трещиноватостью древней коры выветривания и редкими тектоническими трещинами открытого типа. Наиболее проницаемыми являются рыхлые разности богатых железных руд, коэффициент фильтрации которых изменяется от 0.04 до 0.28 м/сут. Наименее проницаемы кварциты и кристаллические сланцы, с коэффициентом фильтрации не более 0.01 м/сут. Водопроницаемость пород горизонта изменяется в широких пределах от 2 (сланцы, кварциты, плагиограниты) до 50 м²/сут (богатые железные руды). Водоносный горизонт напорный. Напор над кровлей водоносного горизонта в естественных условиях достигал 405-510 м. В пределах существующего шахтного поля водоносный горизонт осушен до нижней границы ведения горных работ.

Оба горизонта гидравлически связаны между собой, однако наличие глинистых отложений в подошве нижнекаменноугольного горизонта мощностью до 31 м, а также плотных переотложенных руд и карбонатизированных бокситовых образований в кровле руднокристаллической толщи мощностью до 60 м затрудняют взаимосвязь указанных горизонтов.



Целенаправленное и комплексное изучение геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождения позволило отказаться от некоторых первоначальных проектных решений.

К 1985 г. в сложных горно-геологических условиях с применением метода заморозки пород было пройдено два шахтных ствола №1 и №2 глубиной по 734 м каждый и ствол №3 глубиной 680 м, в околоствольном дворе пройдено 7 тыс. м³ горизонтальных выработок, что позволило уточнить геологию и гидрогеологию осадочной толщи и пород кристаллического фундамента.

По разработанному в 1970 г. институтом ВИОГЕМ техническому проекту осушение шахтного поля предусматривалось комбинированным способом: предварительное водопонижение в нижнекаменноугольном водоносном горизонте с помощью 47 водопонижающих скважин, пробуренных с дневной поверхности; последующее осушение известняков карбона системой дренажных горных выработок на горизонте минус 300 м, и осушение рудного тела системой узлов дренажных скважин, сооружаемых с горизонта минус 400 м. Суммарный водопиток к системе осушения был определен в размере 3200 м³/ч [8].

В 1988-1992 гг. с целью изучения условий взаимосвязи подземных вод нижнекаменноугольного и руднокристаллического водоносных горизонтов на месторождении проведены опытное, а затем и опытно-производственное водопонижения. Откачка из руднокристаллической толщи составила от 54 до 158 м³/ч, из нижнекаменноугольных известняков – до 900 м³/ч [9].

На основе положительного результата водопонижений сделан вывод о низкой проницаемости пород разделяющего слоя между нижнекаменноугольным водоносным горизонтом и рудным массивом, что явилось благоприятным фактором при строительстве и эксплуатации Яковлевского рудника и позволило с 10 февраля 1992 г. произвести отключение поверхностной системы водопонижения, которая не эксплуатируется и по настоящее время.

В связи с доразведкой участка отработки Яковлевского рудника [5], выполненной с целью определения границ участка первой очереди и повышения обеспеченности запасами богатой железной руды, получен практический опыт сооружения наклонно-восстающих скважин по богатым железным рудам в условиях остаточных напоров в нижнекаменноугольном и руднокристаллическом водоносных горизонтах. Это подтвердило техническую возможность осушения рудного массива посредством сооружения и эксплуатации наклонно-восстающих скважин на руднокристаллический водоносный горизонт без предварительного снятия напоров в выше залегающих известняках нижнего карбона.

Техническим проектом «Проект I очереди строительства на 1,0 млн. т сырой руды в год» по результатам выполненной НИР НТЦ «НОВОТЭК» [10] и рекомендаций СПГИ им. Г.В. Плеханова (ТУ) [11] принята безопасная глубина ведения очистных работ на руднике под неосушенным нижнекаменноугольным водоносным горизонтом, составляющая 52 м, а с учетом коэффициента запаса, равного 1,25–65 м.

Основным положением при проведении расчетов безопасности глубины отработки было условие отсутствия водопонижения в нижнекаменноугольном водоносном горизонте, то есть при восстановленном уровне после прекращения водопонижения в карбоне.

Проектом обоснован подземный способ осушения месторождения, оптимальный по технической реализации и затратам, соответствующий горно-геологическим условиям, требующий четкого выполнения проектных решений и наличия комплексного мониторинга за состоянием гидрогеологических условий при развитии очистных работ.

Основными устройствами для осушения рудного тела являются дренажные узлы, включающие горизонтальные и наклонно-восстающие скважины. Кроме того, все разведочные и технологические скважины осушают руднокристаллический массив, также значительный дренажный эффект оказывает система горных выработок.

Дренажные узлы сооружаются на горизонте минус 425 м и предусматривают опережающие снятие напоров в рудной толще при несдренированных напорах ниж-



некаменноугольного водоносного горизонта. Узлы представляют собой камеры, из которых проходится веер наклонно-восстающих скважин под углами 0° - 90° к горизонту, шаг между камерами 100 м. В каждой камере в зависимости от интенсивности водопроявлений и конкретных геологических условий сооружается 3-5 наклонно-восстающих скважин длиной 60-100 м.

По результатам гидрогеологических наблюдений за первое полугодие 2010 г. общий водоприток к подземным горным выработкам шахты изменялся в диапазоне от 427 до 450 м³/ч, средний составил 442 м³/ч. В 2009 г. величина общего водопритока находилась в пределах от 434 до 472 м³/ч, при среднегодовом 452 м³/ч [12]. Анализ гидрогеологической отчетности показал, что за последние 10 лет поступление шахтных вод к водоотливному комплексу было в пределах 420-480 м³/ч, что не выходит за рамки принятых проектных величин. Образующиеся шахтные воды поступают к насосной станции подземного водоотливного комплекса по сети водоотводных канавок.

Главный водоотливной комплекс расположен в подземных выработках околоствольного двора ствола № 2 на горизонте минус 425 м. Здесь установлены 6 насосов ЦНСГ-850-720, из которых 3 насоса в работе, 2 в резерве и 1 в ремонте. Таким образом, производительность главного водоотлива составляет 2550 м³/ч. Существующие технические средства рудничного водоотлива имеют значительный резерв и обеспечивают откачку нормального суточного притока рабочими насосами менее чем за 20 часов.

Фактически данные подтверждают, что за счет существующих дренажных мероприятий произошло значительное расширение депрессионной воронки в руднокристаллическом водоносном горизонте в зоне ведения горных работ, при этом в положении пьезометрической поверхности подземных вод в нижнекаменноугольных известняках достигнута некоторая стабилизация с незначительным снижением уровня.

Для отработки запасов Яковлевского месторождения «Проектом I очереди строительства на 1.0 млн. т сырой руды в год» в качестве основной системы принята система разработки нисходящими слоями с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями под защитной потолочной высотой 4,5 м.

Система разработки с нисходящей послойной выемкой и закладкой выработанного пространства под искусственной потолочной является традиционной системой, которая применяется в наиболее тяжелых горнотехнических условиях при неустойчивых рудах и вмещающих породах. Основным ее достоинством является полнота выемки полезного ископаемого и возможность контроля процесса сдвижения. В первую очередь возводится железобетонная потолочина, под защитой которой производится очистная выемка нисходящими слоями (рис. 2). После проходки каждая выработка армируется и закладывается литой закладочной смесью. В условиях Яковлевского месторождения при отработке малопрочных руд эффективно реализуется очистная выемка с механической отбойкой руды комбайнами.

При выборе системы разработки учитывались горно-геологические особенности месторождения: необходимость предотвращения образования водопроводящих трещин в предохранительном целике, способных образовать гидравлическую связь между нижнекаменноугольным водоносным горизонтом и выработки рудника при отработке запасов руд большой мощности с низкими прочностными свойствами. При использовании такой системы процесс сдвижения пород и земной поверхности носит медленный и плавный характер, позволяющий минимизировать деформации в толще охранного рудного целика под карбоновым водоносным горизонтом. При этом провалы и крупные трещины не образуются, а величины сдвижений и деформаций невелики и определяются усадкой закладки, степенью заполнения ее выработанного пространства и выемочной мощностью обрабатываемого рудного тела.

Шахтное поле в пределах этажа отработки подготовлено Откаточным горизонтом минус 425 м и Вентиляционно-закладочным горизонтом минус 370 м, а также автотранспортными уклонами для доставки материалов и оборудования.

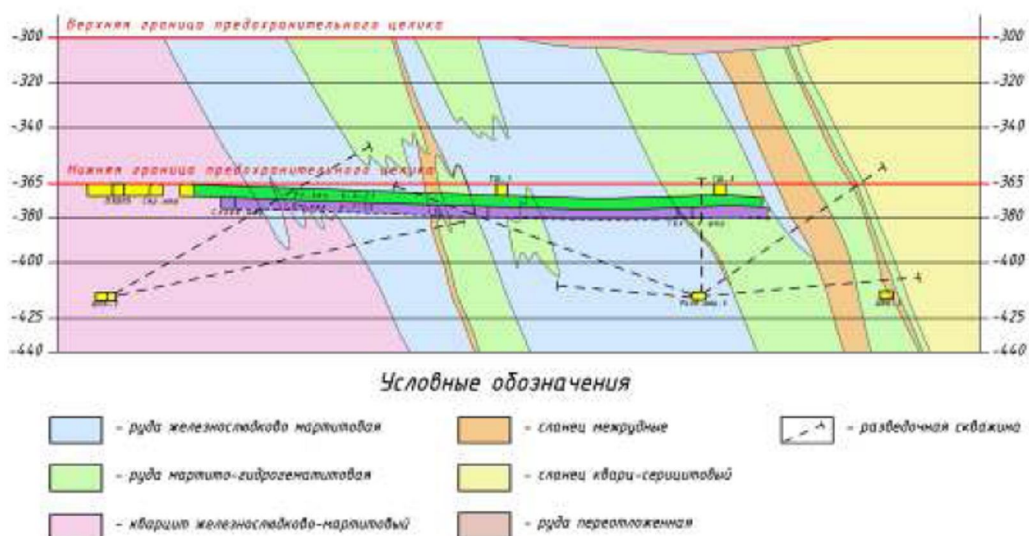


Рис. 2. Геологический разрез по 21 линии ортов (разработка нисходящими слоями)

Учитывая сложные горно-геологические условия отработки месторождения, для добычи руды применяется современное высокопроизводительное горношахтное оборудование. Нарезные и очистные работы ведутся проходческими комбайнами (П110-01, Terex ITC 120 - F2), для транспортировки руды к рудоспускам используются погрузочно-доставочные машины TORO-400, TORO-301DL, МПД-4. При буровзрывном способе отбойки руды применяется буровая самоходная техника мелкошпурового бурения (AXERA, MONOMATIK). Восстающие выработки проходятся буровым станком RHINO-408, позволяющим осуществлять в условиях Яковлевского рудника бурение скважин глубиной до 50 м с конечным диаметром 2.5 м.

Развитие горных работ предполагает завершение строительства защитной потолочины в подготовленных и эксплуатируемых блоках №№ 1, 2-4, 5, 6 и поэтапный переход на отработку основных слоев в этих блоках.

В соответствии с проектными решениями защитное перекрытие формируется следующим образом: рудный массив обрабатывается параллельными заходками с креплением металлической крепью. Закладочные работы ведутся с минимальным отставанием по времени после завершения очистных работ. Сначала производится армирование нижнего (несущего) слоя потолочины сварной сеткой с размером ячеек 100×100 из проволоки Ø 5-6 мм в комбинации с вертикальной арматурой, затем следует закладка в две стадии. Вначале закладывается нижний слой выработки на высоту 2.5 м с нормативной прочностью 10 МПа, после схватывания и усадки нижнего слоя доливается верхняя часть заходки малопрочной закладкой с нормативной прочностью 1 МПа. Нормативная прочность закладки на нижележащих очистных слоях под защитной потолочиной составляет 4 МПа, при этом будут использоваться «облегченные» схемы армировки закладочного массива.

Защитная потолочина обрабатывается заходками сечением в черне – 20.8 м², в свету – 17.8 м² с креплением арочной трехзвенной податливой крепью типа КМП-А3, при этом рамная металлическая крепь должна иметь надежный контакт с контуром выработки за счет забутовки и затяжки. При качественном креплении заходок данный вид крепи себя полностью оправдывает, единственный его недостаток – высокая стоимость спецпрофиля СВП-22. На участках с устойчивыми рудами возможно проведение опытно-промышленных испытаний анкерной крепи.

Очередность отработки заходок в панели на слое определяется из условия устойчивости обнажения вертикальной стенки закладочного массива в смежной заходке, но не ранее, чем будет набрана необходимая прочность закладочного массива в



возрасте 28 суток в этой заходке. Под защитной потолочной запасы руды отработывается слоями высотой 4.0 м и шириной очистной заходки 4.9 м.

Дальнейшее развитие горных работ должно сопровождаться комплексным мониторингом геологической среды. Приоритетным направлением в условиях безопасного ведения горных работ фактически под водоносным объектом (на основании СНиП 2.06.14-85) является контроль и своевременное предупреждение образования активной гидравлической связи между руднокристаллическим и нижнекаменноугольным водоносными горизонтами.

Рациональный подход в организации разработки богатых железных руд Яковлевского месторождения, увеличение производительности и развития производства железорудной продукции многоцелевого назначения способны создать в Белгородском железорудном районе уникальное горнорудное предприятие, аналогов которому нет в отечественной и зарубежной практике. После окончания строительства Яковлевского рудника и по мере наращивания объемов добычи, он по своим технико-экономическим показателям способен занять достойное место в списке таких подземных рудников, как Комбинат «КМАруда» и Запорожский железорудный комбинат, которые сохраняют свою конкурентоспособность в условиях современного рынка наравне с предприятиями, применяющими открытую разработку полезного ископаемого.

Список литературы

1. О геологоразведочных и поисковых работах, произведенных на Яковлевском железорудном месторождении Белгородского железорудного района КМА по состоянию на 1 октября 1958 г. Кн. 1. Геологическое строение Яковлевского месторождения, его запасы и перспективная оценка. Общая оценка Белгородского железорудного района КМА: Отчет / Геологическое управление центральных районов; Рук. работ С.И. Чайкин, М.Н. Сахарова и др. – М., 1958. – 329 с.
2. О результатах доразведки Яковлевского месторождения КМА на глубину по состоянию на 1 декабря 1961 г.: Отчет (промежуточный) / Белгородская железорудная экспедиция; Рук. работ С.И. Чайкин, М.Н. Сахарова, Е.С. Каргальцева. – Белгород, 1961. – 179 с.
3. О геологоразведочных и поисковых работах на Яковлевском месторождении КМА: Отчет / Белгородская железорудная экспедиция; Рук. работ В.Н. Клекль, С.Т. Кулешов, И.И. Романов. – Белгород, 1969. – 172 с.
4. О бурении разведочных скважин на участке первоочередной отработки Яковлевского месторождения (1982-1986 гг.): Отчет / Белгородская железорудная экспедиция; Рук. работ В.Д. Татьянин, Ю.А. Трубников. – Белгород, 1986. – 192 с.
5. О доразведке участка первоочередной отработки Яковлевского рудника из подземных горных выработок: Отчет / А/О Яковлевский рудник; Рук. работ А.И. Лябах, А.Н. Богомаз. – п. Яковлево, 1993. – 48 с.
6. Орлов, В.П. Железные руды КМА / В.П. Орлов, И.А. Шевырев, Н.А. Соколов; Под ред. В.П. Орлова. – М.: Изд-во Геоинформарк, 2001. – 616 с.
7. О геологоразведочных и поисковых работах, произведенных на Яковлевском железорудном месторождении Белгородского железорудного района КМА по состоянию на 1 октября 1958 г. Кн. 2. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия Яковлевского месторождения Белгородского железорудного района КМА: Отчет / Геологическое управление центральных районов; Рук. работ А.А. Саар, В.Д. Бабушкин и др. – М., 1958. – 254 с.
8. Проект осушения шахтного поля Яковлевского рудника КМА. Т. I. Пояснительная записка: Технический проект / ВИОГЕМ. – Белгород, 1970. – 321 с.
9. О доразведке гидрогеологических условий, подсчету запасов дренажных вод в увязке с рациональной схемой осушения Яковлевского железорудного месторождения по состоянию на 01.08.1992 г.: Отчет / НТЦ «НОВОТЭК»; Рук. работ М.Г. Чмаро. – Белгород, 1993. – 112 с.
10. Выполнить обоснование безопасных условий отработки Яковлевского железорудного месторождения под неосушенным нижнекарбонным водоносным комплексом без сооружения водонепроницаемых перемычек. Согласование результатов в Госгортехнадзоре России: Отчет о НИР / НТЦ «НОВОТЭК»; Рук. работ Г.Н. Гензель. – Белгород, 2004. – 122 с.
11. Научное сопровождение строительства и ввода в эксплуатацию Яковлевского рудника. Этап 2. Экспертная оценка и анализ принятых ранее решений по гидрогеологической защите горных работ и предотвращению внезапных прорывов воды в горные выработки. Разработка рекомендаций по защите подземных и наземных объектов от деформаций налегающих пород в результате разработки рудного тела. Разработка рекомендаций по выбору системы



разработки для участка первоочередной отработки рудного тела: Отчет о НИР / СПГИ им. Г.В. Плеханова (ТУ); Рук. работ В.Л. Трушко. – СПб., 2003. – 162 с.

12. О гидрогеологических и инженерно-геологических работах за 2009 год (мониторинг подземных вод): Отчет / ООО «Металл-групп»; Рук. работ А.И. Лябах, Д.А. Зайцев. – п. Яковлево, 2010. – 20 с.

THE EXPERIENCE OF THE RICH IRON ORES OPENCAST OF JAKOVLEVSKY DEPOSIT KMA (KURSK MAGNETIC ANOMALY)

S.V. Sergeev¹

A.I. Ljahah²

D.A. Zaytsev¹

¹ *Belgorod State University
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia*

² *ООО «Metal-group»
Jakovlevsky mine*

*Yuznaya St., 12, Jakovlevo,
309076, Russia*

E-mail: sergeev@bsu.edu.ru

The paper considers the practical work results of involving in the refining of rich iron ores resources from the Jakovlevsky deposit under the difficult mountain-geological and hydro-geological conditions of the Kursk Magnetic Anomaly (KMA). It is given the complexity estimation of the deposit geological structure. The paper also shows the basic directions of the design decisions allowing to combine high technical and economic indicators with the safe conducting of minings.

Key words: rich iron ores, aquifer, protective roof, deformation, aqueduct cracks, the safety of minings.