

УДК 622.272:622.341

Р. А. УРДУБАЕВ, С. В. ВЕРИН, Р. В. ШИХАМЕТОВ (АО «СГПО»)

ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ В АО «СГПО»



Р. А. УРДУБАЕВ,
главный инженер



С. В. ВЕРИН,
зам. начальника технического
отдела по подземным
горным работам,
канд. техн. наук



Р. В. ШИХАМЕТОВ,
начальник шахты
«Соколовская»

Охарактеризовано современное состояние добычи железных руд в АО «СГПО»; констатируется тенденция выбытия мощностей открытой разработки основных месторождений в связи с приближением глубины карьеров к предельной и необходимость ускоренного освоения глубинных запасов подземным способом. Показаны схема вскрытия и система разработки залежи на действующей шахте «Соколовская», а также ее опытно-промышленный участок, на котором апробируют систему разработки с поэтажным обрушением и торцовым выпуском руды на основе современного высокоэффективного технико-технологического комплекса самоходного оборудования.

Ключевые слова: железорудные месторождения, открытая и подземная разработка, подземный рудник, схема вскрытия, технико-технологический комплекс, опытно-промышленный участок, самоходное оборудование, увеличение доли подземной добычи.

Подземная добыча руды в Объединении началась в 1976 г. с вводом в эксплуатацию I очереди шахты «Соколовская» мощностью 2,5 млн т сырой руды в год на Северном участке Соколовского месторождения. В настоящее время в рамках проекта II очереди осуществляют разработку залежи в абс. отметках –190 ... –330 м и строительство III очереди подземного рудника в отметках –330 ... –540 м (рис. 1).

Система разработка залежи — с обрушением руды и вмещающих пород в двух вариантах: с одностадийной и двухстадийной отбойкой руды. Очистные работы включают подсечку блока, про-

ведение отрезной выработки, формирование компенсационной камеры, массовое обрушение руды и вмещающих пород, выпуск и погрузку руды в железнодорожный транспорт на откаточном горизонте. Подсечку рудного массива формируют воронками (высота днища от почвы горизонта скреперования 10 м) и траншеями (см. таблицу).

Бурение взрывных скважин диаметром 100 мм для очистной выемки выполняют станками НКР-100МПА и БП-100. Запасы блока отбивают взрыванием зарядов вертикальных вееров глубоких скважин с использованием водоземлюсионного взрывчатого вещества (ВВ) гранулит Э, заряжаемого механизированным способом с помощью зарядно-доставочной установки ЗДУ-50. Удельный расход ВВ на очистную выемку составляет 0,36 кг/т руды, выход руды с одного метра скважины — порядка 13 т.

Гранулит Э готовят на стационарном пункте, построенном по проекту фирмы «Интерин» (г. Алматы) на горизонте –260 м в специально пройденных горных выработках. Конструктивно подземный пункт изготовления гранулированных ВВ состоит из двух подводящих горных выработок, хранилищ аммиачной селитры и водомасляной эмульсии, помещения для приготовления гранулит Э и нескольких камер вспомогательного назначения. В 150 м от пункта пройдена горная выработка для отстоя вагонов с изготовленными ВВ. Взрывчатые вещества изготавливают циклично с помощью двухшнекового смесителя УИ-2. Компоненты дозируют объемными дозаторами и подают в смесительную камеру. Готовый продукт выгружают из промежуточного бункера-накопителя в мешки через дозатор вместимостью 37 кг или (при больших объемах) в вагонетку (около 4,7 т). Переход на Гранулит-Э позволил увеличить плотность заряда в скважине, повысить работоспособность ВВ в сравнении с

Параметры компенсационных камер и панелей

Категория устойчивости горного массива	Мощность рудного тела, м	Допустимая площадь компенсационной камеры, м ²	Длина компенсационной камеры по простиранию рудного тела, м	Допустимая площадь панели (секции), м ² , в зависимости от числа камер	
				1	2
V	20–60	200	10–3,4	600	1200
IV	25–70	350	14–5	1000	2000
III	30–90	600	20–6,7	1800	3600

© Урдубаев Р. А., Верин С. В., Шихаметов Р. В., 2014

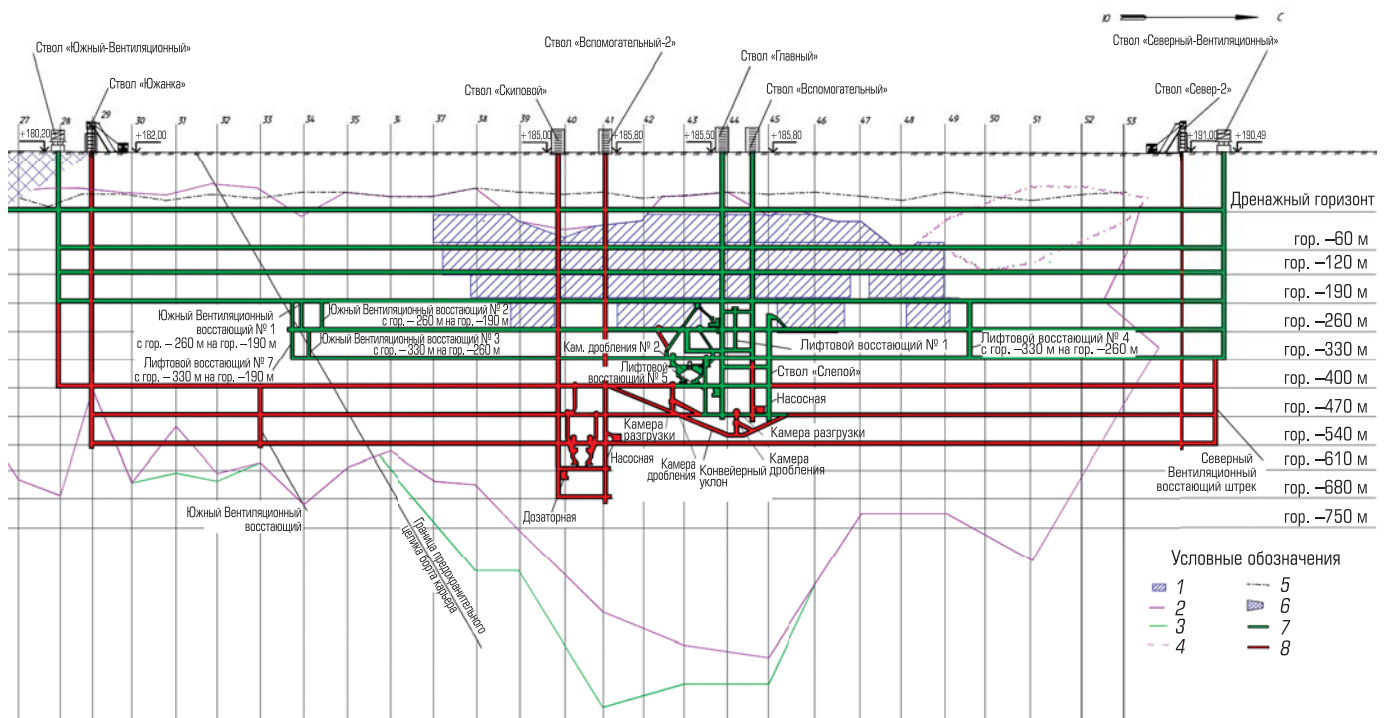
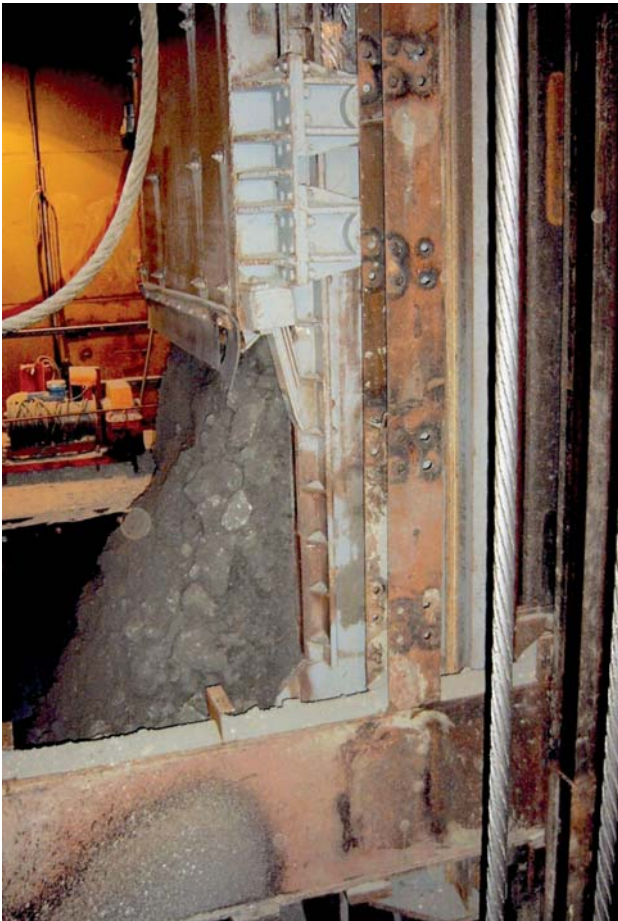


Рис. 1. Схема вскрытия Северного участка Соколовского месторождения для его подземной разработки:

1 — отработанные участки; 2 — граница балансовых запасов категории В + С₁; 3 — граница балансовых запасов категории С₂; 4 — граница окисленных руд категории С₁; 5 — кровля палеозойских пород; 6 — участок открытых работ и контур проектируемого карьера на конец отработки; 7 — существующие выработки; 8 — проектные выработки данного проекта



Выгрузка руды из скипа СН 25

применяемым ранее гранулитом А-6, упростить процесс его приготовления и снизить себестоимость взрывных работ.

Доставку отбитой руды от выпускных дучек до места погрузки в вагонетки осуществляют с помощью скреперных установок 55ЛС-2С. Производительность скреперной доставки достигает 260 т/смену. Руду транспортируют железнодорожными составами из электровозов К14 или 14КР со сцепным весом 14 т и 10 вагонеток ВГ-4 или ВГ-4,5. Средняя длина откатки составляет 1,8 км, средняя скорость движения составов — 9,6 км/ч. Общая длина откаточных горных выработок составляет порядка 40 км. Разгруженную в опрокидывателях горизонтов -190, -260 и -330 м руду перепускают по системе рудоспусков в приемный бункер недробленной руды ниже горизонта -330 м, откуда питателями подают в дробилку, далее дозаторами загружают в скипы и по стволу «Главный» выдают на поверхность, где по конвейерной галерее транспортируют на расстояние 850 м в открытый склад дробленой руды (рис. 2). Со склада двумя экскаваторами ЭКГ-5,5 ее загружают в железнодорожные составы и отправляют на обогатительный комплекс Объединения для переработки.

Горизонтальные горные выработки на руднике проводят с помощью БВР с мелкошпуровой отбойкой, вертикальные — с секционной отбойкой пучков глубоких скважин. Незначительное ме-

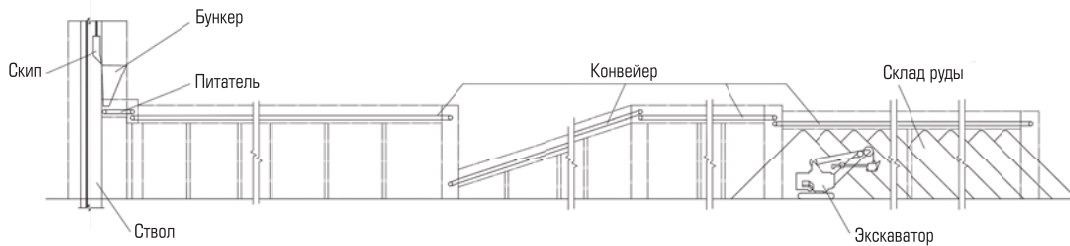


Рис. 2. Схема конвейерной доставки руды от скипового ствола до перегрузочного склада

сто (10 %) в общем объеме проходки занимает комбайновый способ проведения восстающих выработок с применением установки Robbins 44RH. Удельный объем горно-подготовительных работ составляет 3 м/1000 т добытой руды. Бурение горизонтальных и слабонаклонных шпуров выполняют ручными перфораторами ПП-63В в комплексе с пневмоподдержками, вертикальных (при проведении восстающих выработок) — телескопными перфораторами ПТ-48. Уходка забоя за цикл в среднем составляет 1,5 м, продолжительность цикла — одна шестичасовая смена, годовой объем горнопроходческих работ — 13 км. Шпуры заряжают вручную патронированным аммонитом 6ЖВ. Удельный расход ВВ на горнопроходческих работах — 3 кг/м³.

Уборка взорванной горной массы из забоев откаточных выработок осуществляется с применением породопогрузочных машин ППН-3 (емкость ковша 0,5 м³), на подготовительно-нарезных работах — с помощью скреперных лебедок ЗОЛС и 17ЛС. Породу и попутную руду от проведения горных выработок грузят в вагонетки и доставляют к подъемным стволам «Вспомогатель-

ный» и «Главный» соответственно. Выданную на поверхность пустую породу транспортируют в отвал.

Основным видом крепи (до 70 % горных выработок) на руднике является арочная металлическая из профиля СВП-22 с железобетонной, металлической или деревянной затяжкой. Применяются также анкерная и деревянная крепи. Фактически закрепляют 80–90 % пройденных горных выработок. Проветривание горных выработок при их проведении осуществляют с помощью вентиляторов местного проветривания ВОЗ-5, ВМЗ-5 или ВМЗ-6.

Наличие на шахтном поле пяти изолированных рудных тел со сложной конфигурацией и изменяющимися углами падения, мощная толща песчано-глинистых отложений затрудняют формирование единой зоны обрушения и дренажа. Вместо единой площадной зоны обрушения в настоящее время в пределах шахтного поля установлены три зоны выхода воронок. На поверхности воронки засыпают скальной породой для предотвращения скапливания в них открытой воды, а по периметру зоны сдвижения на шахтном поле формируют отвал из скальных пород из Соколовского карьера, который в дальнейшем, при развитии зоны обру-



Подъемная машина ЦШ5-8 на главном стволе

шения, будет смешиваться с песчано-глинистыми отложениями и снижать их подвижность. Кроме того, при разработке рудных тел с устойчивыми вмещающими породами возникает проблема погашения пустот: как показывает практика, в пустотах могут скапливаться песчано-глинистые породы, что увеличивает потери руды и снижает безопасность ведения горных работ. С целью недопущения образования пустот организован постоянный контроль, и при необходимости осуществляют принудительную посадку кровли камер и висячего бока.

Соколовское месторождение с глубины 300 м является опасным по горным ударам. В процессе разработки месторождения установлено, что туффиты в межрудных прослоях, андезитобазальтовые порфириды висячего бока месторождения и горные породы дайкового комплекса способны к накоплению напряжений и опасны по горным ударам. С глубиной интенсивность проявления

удароопасности возрастает. В настоящее время на руднике очистные и горно-подготовительные работы ведут на глубине 380–530 м, горно-капитальные — на глубине 530–650 м. Кроме динамических проявлений горного давления, имеет место вязкопластичная деформация массива горных пород. Зоны деформации расположены как вблизи тектонических нарушений, так и вблизи погашенных рудных блоков. Развитие зон вязкопластичной деформации горного массива происходит неравномерно, приводит к разрушению крепления в отдельных горных выработках, пучению почвы и «задавливанию» крепи с уменьшением сечения выработок.

Применяемая система разработки месторождения с обрушением сопровождается образованием зон повышенного горного давления с нарушением крепи в горных выработках, прилегающих к очистной выемке, и, особенно, выработок дниц блоков.

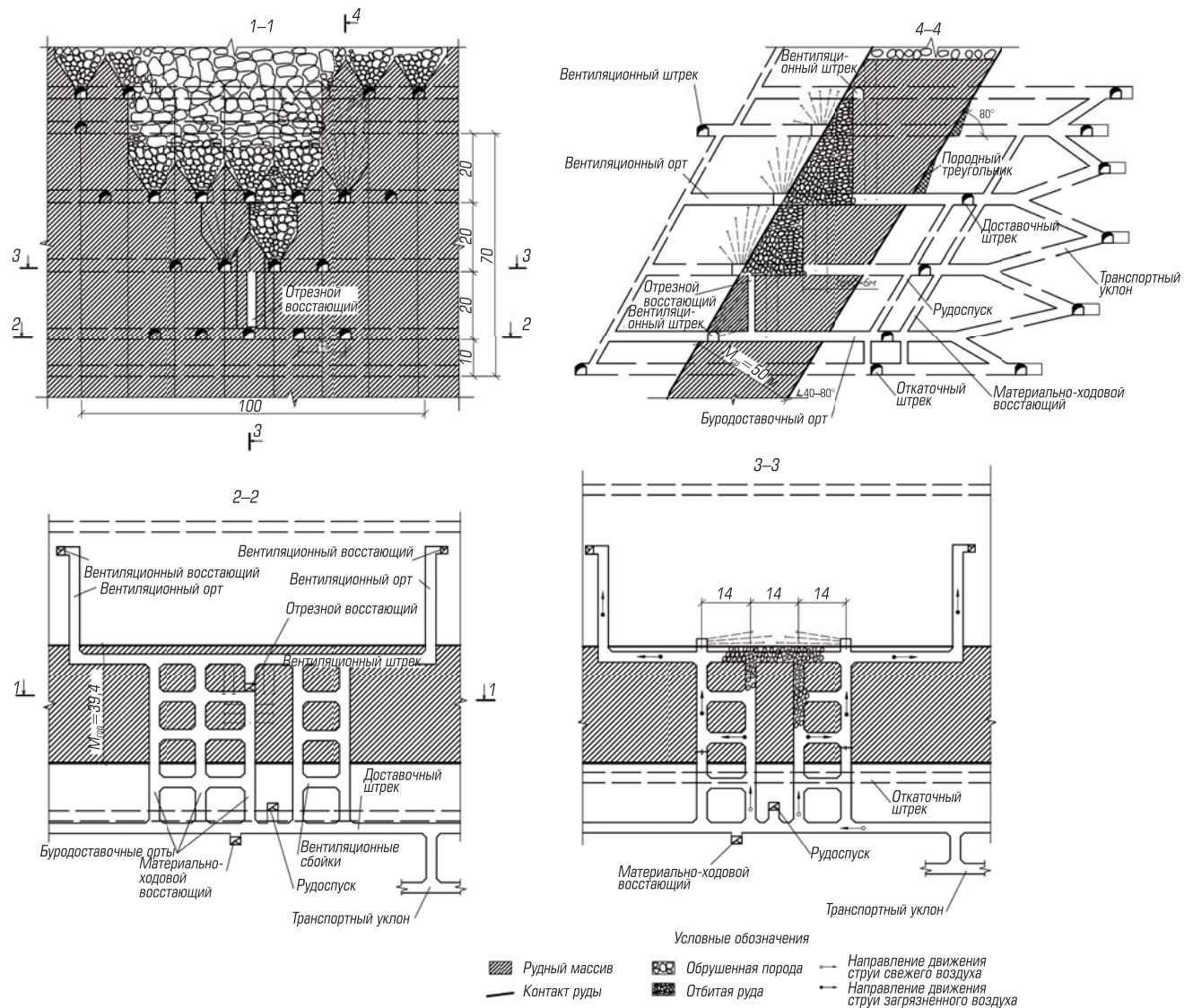


Рис. 3. Опытно-промышленный участок шахты «Соколовская». Система разработки с подэтажным обрушением руды и вмещающих пород, торцовым выпуском и использованием самоходного оборудования



Скреперная доставка лебедкой ЛС-55

Коэффициент концентрации напряжений в этих зонах колеблется от 2 до 4 ед. (в нетронутом массиве равен 1). Наибольшие нарушения крепи горных выработок связаны с неустойчивыми, тектонически нарушенными породами. Давление на крепь в этих выработках не стабилизируется, а с течением времени увеличивается. По мере удаления от зоны очистных работ нарушения проявляются в виде трещин в монолитной бетонной крепи или трещин и поломок железобетонной затяжки в арочной металлической крепи. В зонах концентрации опорного давления вынуждены применять более тяжелые виды крепи, уменьшать ее шаг с переходом на полные дверные оклады, переходить на податливую крепь. Скреперные полки начали крепить с использованием железобетона, так как участились случаи их раздавливания. Контроль напряженности горного массива на руднике проводит

группа по предотвращению горных ударов. За основу принят метод акустической эмиссии.

Учитывая важность площадного выпуска руды как для обеспечения полноты выемки запасов, так и для исключения проникновения песчано-глинистых отложений в горные выработки, порядок работ по выпуску руды из дучек взят под особый контроль. Для каждого блока составляют планограмму выпуска руды, рассчитывают дозы выпуска по каждой дучке и ведут ежесменный учет и контроль.

В настоящее время добычные работа на руднике проводят на трех горизонтах: -190, -260 и -330 м. Годовой объем добычи достиг 4 млн т руды. Для поддержания достигнутой мощности рудника и ее дальнейшего увеличения планируется в ближайшие годы проводить по 15 км горно-подготовительных и нарезных вы-

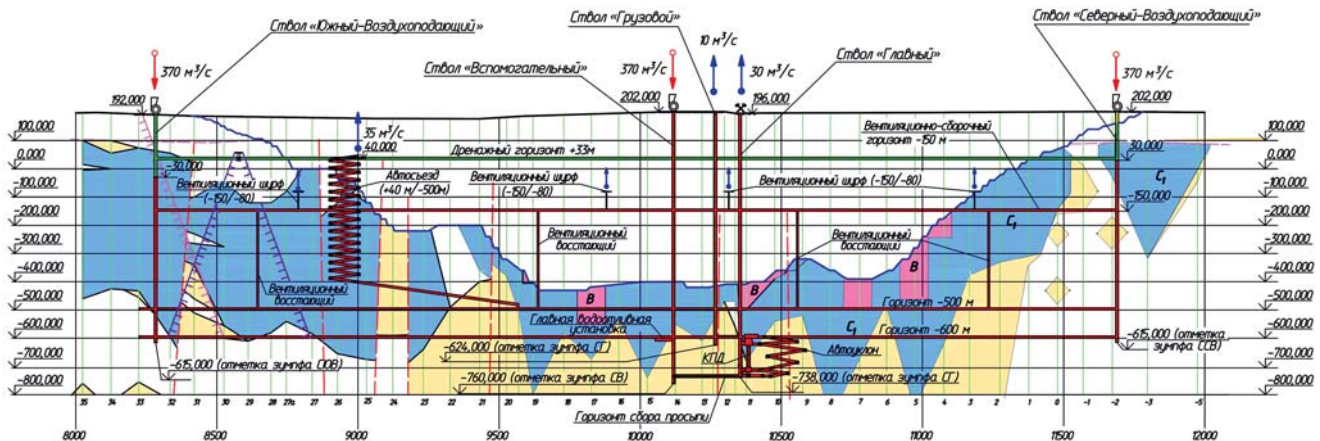


Рис. 4. Схема вскрытия глубоких горизонтов Сарбайского месторождения для подземной разработки (проект)

работок и ускорить подготовку горизонта –400 м к вводу в эксплуатацию. Максимальная производительность рудника после ввода горизонта –400 м в эксплуатацию составит 7 млн т сырой руды в год. Дальнейшее повышение производительности рудника связано с переходом на нижние горизонты –400, –470 и –540 м. Эксплуатационные запасы основного шахтного поля подсчитаны до абс. отметки –740 м и составляют свыше 900 млн т. Институтом «Казгипроцветмет» выполнены проектные проработки по развитию рудника до мощности 10 млн т руды в год.

В настоящее время Соколовский и Сарбайский карьеры находятся в стадии доработки, глубина карьеров — более 500 м. Восполнение выбывающих мощностей этих месторождений возможно только за счет подземных работ. На Сарбайском месторождении под карьером, на глубине свыше 600 м, остается более 500 млн т запасов руды с содержанием железа свыше 40 %. Под Соколовским карьером (центральная и южная части месторождения) после двух реконструкций (разнос восточного и западного бортов) остается 120 млн т руды. Разработка месторождения «6-й эпицентр», находящегося в 5 км севернее шахты «Соколовская», возможна только подземным способом. Значительная часть запасов Качарского месторождения также пригодна для разработки только подземным способом. В перспективе доля подземных работ будет увеличиваться, и к 2040 г. объемы подземной добычи руды сравняются с открытыми работами.

Темпы роста подземной добычи в Объединении во многом зависят от решения проблем освоения глубоких горизонтов шахты «Соколовская». Так, применяемая на руднике технология выпуска и скреперной доставки руды к пунктам ее погрузки в вагоны не соответствует современным подходам, основанным на широком использовании высокопроизводительного мобильного самоходного оборудования и упрощении конструкций днищ, очистных блоков с целью минимизации подготовительно-нарезных работ. В связи с этим на шахте «Соколовская» создан опытно-промышленный участок с целью испытаний и освоения системы разработки с поэтажным обрушением и торцовым выпуском руды на основе использования современного самоходного оборудования (рис. 3).

Комплекс оборудования для реализации проекта включает:

- для проведения горизонтальных и слабонаклонных выработок — бурильную установку Boomer 104B (Atlas Copco) и погрузочно-доставочную машину (ПДМ) ST2G с ковшем вместимостью 1,5 м³ (Atlas Copco);
- для проведения вертикальных выработок (восстающих) — буровой комплекс Robbins 34RH (Atlas Copco);
- для анкерного крепления выработок — установку Boltex H-235 (Atlas Copco);
- для безопалубочного бетонирования — установку Sprey Robot Sika-Paus PM407P (Turkuaz Machinery);
- на очистных работах — самоходную буровую гидравлическую установку веерного бурения скважин Simba H157 (Atlas Copco), смесительно-зарядную машину Ульба-499МИ, ПДМ с ковшем вместимостью 3 м³.

Третий год опытный участок добывает руду по новой технологии. Полученные результаты обнадеживают: возросли производительность и степень механизации работ. Параллельно осваивают новые виды и технологии крепления, в частности — анкерную крепь с сетчатой затяжкой и металлической затяжкой и набрызг-бетоном. Предполагается полностью отказаться от рамных крепей с железобетоном и металлической затяжкой в системах разработки с использованием самоходного оборудования. Результаты опытно-промышленных работ, полученный опыт и наработки будут использованы на всех подземных рудниках Объединения. В настоящее время ведется подготовка к строительству подземного Сарбайского рудника, институт «Гипроруда» разрабатывает проект, ведутся изыскательские работы (рис. 4). После доработки Соколовского карьера на очереди строительство шахты «Южная», затем шахты «6-й эпицентр» и «Качарская». ГЖ

*Урдубаев Равиль Айтанович,
e-mail: urdubaevra@ssgpo.enrc.com
Верин Сергей Владимирович,
e-mail: verin@ssgpo.enrc.com
Шихаметов Ринат Валерьевич,
e-mail: shihamrv@ssgpo.enrc.com*

UNDERGROUND MINE OPERATIONS IN «SOKOLOVSKO-SARBAISKOE MINING AND CONCENTRATION PRODUCTION ASSOCIATION» JSC

Urdubaev R. A.¹, Chief Engineer, e-mail: urdubaevra@ssgpo.enrc.com

Verin S. V.¹, Deputy Head of Engineering Department on Underground Mining Operations, Candidate of Engineering Sciences

Shikhametov R. V.¹, Head of Sokolovskaya mine

¹ «Sokolovsko-Sarbaiskoe Mining and Concentration Production Association» JSC (Rudny, Kazakhstan)

There is characterized the modern status of extraction of iron ores at Sokolovsko-Sarbaiskoe Mining and Concentration Production Association. The tendency of removing of powers of open-cast mining of basic deposits is defined in connection with approaching of open pits depth to limit and necessity of rapid underground mastering of deep reserves. Opening scheme is shown together with development system of Sokolovskaya operating mine deposit. There is also described the experimental-industrial site of this mine, where the system of development with sublevel caving system and face ore output is sampled on the basis of modern high-efficient technical and technological complex mobile equipment.

Ore is extracted from experimental site, using new technology. There are increased the productivity and grade of works' mechanization. Simultaneously, new types and technologies of fastening are mastered (in particular — roof bolting with mesh-wire and metallic lagging and shotcreting). There is supposed the complete refuse of frame support with reinforced concrete and metallic lagging in development systems, using mobile equipment. Results of experimental-industrial works are planned to be used at all underground mines of the Association. Nowadays, there is realized the preparation to construction of Sarbaiskiy underground mine. The project is developed by "Giproruda" institute. Exploration is also carried out. After development of Sokolovskiy open pit, there is planned the construction of Yuzhnaya mine, and "6-th epicenter" and Kacharskaya mines.

Key words: iron ore deposits, open-cast and underground mining, underground mine, opening scheme, technical and technological complex, experimental and industrial site, mobile equipment, increasing of part of underground extraction.