УДК 622.27

М.С.ТАНКОВ, *заведующий лабораторией, umbr@umbr.ru*
И.С.ШЕЛКОВЫЙ, *младший научный сотрудник, gpgr@umbr.ru*
ОАО «Уралмеханобр», Екатеринбург

M.S.TANKOV, *laboratory head, umbr@umbr.ru*
I.S.SHELKOVY, *junior research assistant, gpgr@umbr.ru*
OJSC «Uralmekhanobr», Yekaterinburg

ОПЫТ ОТРАБОТКИ ЗАПАСОВ РУДЫ В БОРТАХ И ДНЕ КАРЬЕРОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ С ОТКРЫТОГО СПОСОБА РАЗРАБОТКИ НА ПОДЗЕМНЫЙ

Приведены результаты опытно-промышленных испытаний технологии отработки прикарьерных и придонных запасов медных сульфидных руд в различных условиях на рудниках ОАО «Учалинский ГОК».

Описана технология отработки прибортовых запасов на Сибайском подземном руднике открытой камерой (прирезкой) с отгрузкой руды через подземные выработки, а также технология и порядок выемки придонных и прибортовых запасов на Учалинском подземном руднике.

Ключевые слова: отработка прибортовых запасов, отработка придонных запасов, сульфидные руды, новые варианты систем разработки, схема отработки запасов, повышение эффективности горного производства.

EXPERIENCE IN ORE RESERVES EXTRACTION IN OPEN-PIT BORDERS AND BOTTOM IN TRANSITION FROM OPEN-PIT TO UNDERGROUND MINING

The article presents the results of industrial-experimental tests of technology for extraction of open-pit border and bottom reserves of copper sulphide ores under different conditions at ore mines of OJSC «Uchalinsk MDK».

Description is given to the technology of extraction of border reserves at the Sibay underground ore mine with the use of the open chamber with ore discharge through underground workings, as well as to the order of ore reserves extraction at the Uchalinsk underground ore mine.

Key words: extraction of border and bottom reserves; sulphide ores, new variants of mining methods, scheme of reserves mining, efficiency upgrading of mining production.

На многих горно-добывающих предприятиях России и ближнего зарубежья сложилась ситуация, когда запасы руды, предназначенные для открытых горных работ, дорабатываются или уже отработаны. По окончании открытых работ в прикарьерном пространстве обычно остаются прибортовые запасы руды и запасы, расположенные под дном карьера, отработка которых может производиться только из подземных горных выработок. При переходе с открытых на подземные горные работы для поддержания годовой производительности рудника также необходимо совмещать во времени ведение работ в карьере и отработку запасов подземным способом.

Для отработки прибортовых и придонных запасов необходимо разрабатывать спе-

циальную технологию выемки руды, которая во многих случаях отличается от технологии, принятой на рудниках. Эта технология должна учитывать целый ряд условий:

- безопасность отработки рудных запасов;
- сохранность бортов карьера в устойчивом состоянии,
- минимальные показатели потерь и разубоживания руды.

Отделом горной науки института ОАО «Уралмеханобр» разработаны научные основы комплексного подхода в решении вопросов отработки отдельных участков месторождений со сложными горно-геологическими и горно-техническими условиями. По отдельным проектам и созданным методикам на опытно-промышленные испытания разработан целый ряд технологических решений отработки участков, расположенных в бортах и дне карьера. Эти решения прошли успешную апробацию на рудниках и доказали свою состоятельность.

На Сибайском месторождении завершены все открытые горные работы в карьере, борта карьера поставлены в предельное положение, а существующий съезд, расположенный на борту, используется в основном для доступа к штольням подземных горных работ. При этом в бортах карьера остались значительные запасы руды, отработка которых ограничивается необходимостью сохранения наклонного съезда и невозможностью транспортировки отбитой руды из чаши карьера. Для условий Сибайского карьера сотрудниками отдела горной науки ОАО «Уралмеханобр» был произведен анализ устойчивости борта карьера и разработана технология отработки прибортовых запасов руды с сохранением устойчивости бортов карьера. Выемка руды осуществлялась рудными «прирезками» (открытыми камерами) вдоль борта карьера (рис.1).

Были проведены опытно-промышленные испытания данной технологии, в ходе которых проведена корректировка параметров буровзрывных работ (БВР), что позволило практически полностью исключить разлет взорванной рудной массы в пространство карьера. Выпуск руды производился только из подземных выработок, подводящих к очистному пространству опытной «прирезки» (открытой камеры). Потери и разубоживание руды, полученные по результатам отработки сопоставимы со значениями, характерными для систем разработки с закладкой.

Общепринятый способ отработки таких участков рудных тел подразумевает пригрузку борта карьера вскрышными породами и выемку руды под обрушенными породами, что неизбежно влечет за собой увеличение потерь и разубоживания добываемой руды до значений, характерных для систем с обрушением.

Доработка Учалинского месторождения продолжается как открытым, так и подземным способами. Основные запасы Учалинского месторождения ниже дна карьера (гор.340 м) были отработаны подземным способом. Между открытыми и подземными работами по всей площади карьера был оставлен рудный целик, который, по сути,

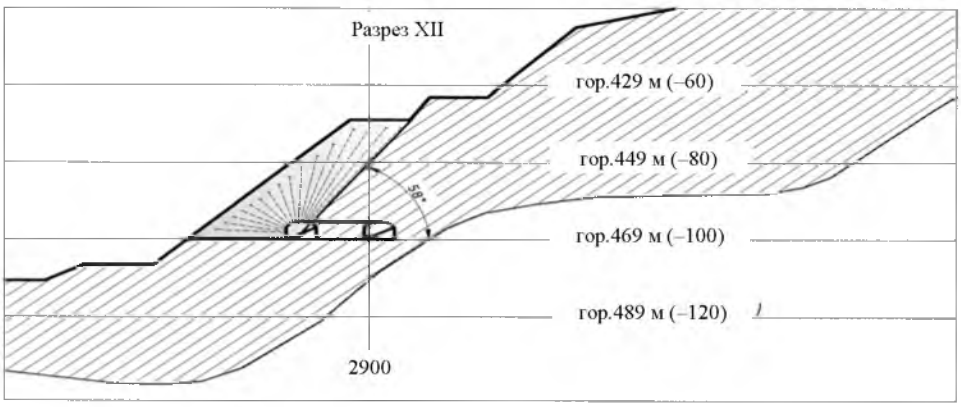


Рис.1. Отработка прибортовых запасов на Сибайском подземном руднике

выполнял функцию рудной потолочины, толщина которой составляла от 10 до 15 м.

В последующем возникла необходимость доработки оставленных в потолочине (целике) запасов руды. На южном и северном флангах карьера запасы потолочины были отработаны открытым способом. Выемка этих запасов открытым способом на центральном участке (в месте сближенного расположения бортов на данном участке) осложнялась рядом факторов. Общеизвестно, что совмещение открытых и подземных работ на руднике является главным фактором, значительно осложняющим организацию горных работ как в пространстве, так и во времени. Кроме того, необходимо учитывать: фактор ограниченности очистного пространства, невозможность разноса бортов вследствие вовлечения в разработку больших объемов вскрышных пород, большие углы откоса уступов и высота уступов, малая мощность рудного тела и ограниченные запасы руды на участке.

Учитывая вышеперечисленные факторы, руководство Учалинского подземного рудника поставило перед специалистами ОАО «Уралмеханобр» задачу разработать технологические схемы выемки руды на центральном участке месторождения. Работы должны были вестись одновременно на южном и северном участках карьера без разноса западного и восточного его бортов. Сохранение устойчивости бортов и обеспечение сохранности капитального съезда в карьере для транспортирования руды на поверхность должно обеспечиваться на весь период отработки центрального участка месторождения.

Наиболее важным было определиться с самой возможностью отработки запасов в данных условиях. Поэтому был произведен детальный анализ состояния самого рудного целика и бортов карьера, по результатам которого определена последовательность выемки запасов проектируемого участка, детально разработана технология и параметры выемки руды. Именно это позволило обеспечить безопасную геомеханическую обстановку как на самом отрабатываемом участке, так и на месторождении в целом.

Отработку запасов в пределах центрального участка, учитывая геомеханическое состояние массивов руды и бортов карьера, производили как открытым способом, так и подземным (камерами с выходом очистного пространства в карьер). Раскройка центрального участка приведена на рис.2 и 3.

В настоящее время запасы руды в пределах участка полностью отработаны.

Одним из главных условий отработки участка являлось сохранение устойчивости бортов карьера и пройденного по ним капитального съезда. Общее состояние бортов характеризовалось как предельно устойчивое. Были рассчитаны максимально возможные параметры обнажений участков борта вдоль рудного тела, оценено влияние взрывных работ по уровню интенсивности

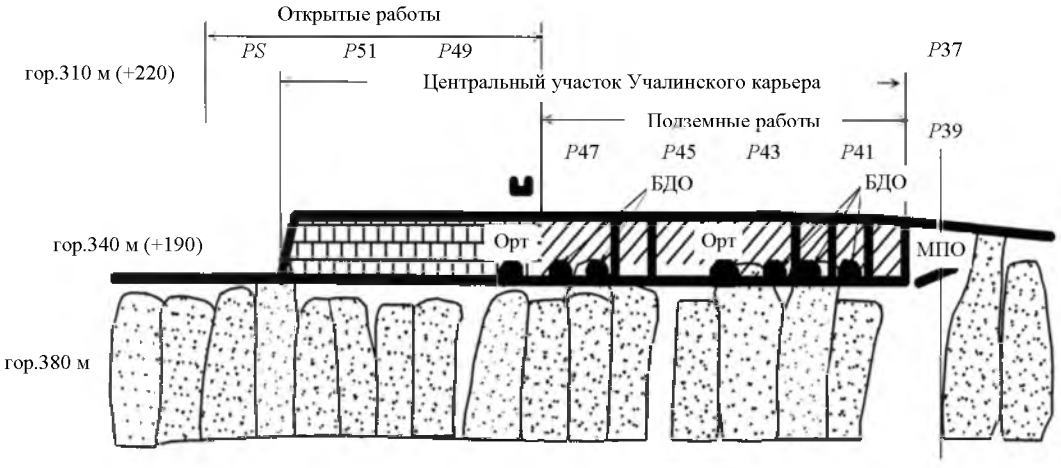


Рис.2. Раскройка и отработка рудного целика на центральном участке Учалинского карьера. Продольный разрез

БДО – буродоставочный орд

сейсмических колебаний на борт карьера и по полученным результатам рассчитаны безопасные параметры ведения БВР. В процессе отработки запасов специалистами ОАО «Уралмеханобр» проводился постоянный контроль над ведением очистных работ, в том числе и ведение взрывных работ. Для этого осуществлялись замеры сейсмического воздействия взрывов на стенки камеры и борта карьера с помощью сейсмоприемников. Полученные данные сейсмограмм сравнивались с рассчитанными предельно допустимыми значениями скорости колебаний для бортов карьера. Выдавались рекомендации по корректировке ведения взрывных работ.

Каких-либо осложнений в период отработки запасов на участке не было зафиксировано, что говорит о правильности принятого порядка отработки и проектных решений, направленных на безопасную и эффективную выемку запасов центрального участка Учалинского месторождения.

При отработке запасов центрального участка месторождения горные работы на южном и северном участках карьера, а также транспортировка руды по капитальному наклонному съезду в карьере не приостанавливались.

Еще один из примеров отработки нарушенных участков – опытно-промышленная отработка запасов Северной выклинки Учалинского месторождения в отметках горизонтов 300-340 м. Особенностью ее отработки является наличие локальных обрушений кровли и стенок отдельных камер с выходом воронок обрушения в борт карьера. Основной задачей при отработке такого опытного участка является использование технологии, которая позволила бы по возможности избежать обрушения ослабленного борта карьера, так как оно привело бы к потере части руды на участке и к значительному разубоживанию оставшейся добываемой руды.

Отрабатываемый участок Северной выклинки как в плане, так и по вертикали имеет незначительные размеры. С южной стороны опытный участок ограничен пространством карьера; с северной стороны – локальной зоной обрушения камеры 34-013 и представляет собой обособленный рудный

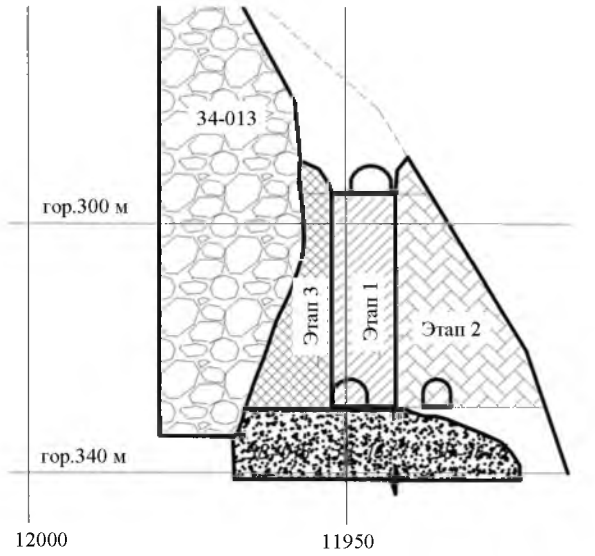


Рис.3. Разделение опытного участка на этапы отработки

блок. Устойчивость горных выработок и других обнажений руды и вмещающих пород в первую очередь будет зависеть от физико-механических характеристик руды и пород, размеров обнажений и трещиноватости. При этом при обосновании порядка выемки запасов необходимо учитывать ряд ограничений.

Главной целью проводимых исследований является максимально полная выемка руды на опытном участке с минимальным разубоживанием (снижением качества рудной массы). Именно этой цели подчинены все технические решения, принятые при составлении методики опытно-промышленных испытаний на этом участке.

Учитывая сложившуюся в пределах опытного участка горно-техническую обстановку, отработку запасов планируется производить в несколько этапов (рис.3):

- этап 1 – отработка камеры по центру опытного участка и ее закладка;
- этап 2 – отработка запасов на контакте с пространством карьера;
- этап 3 – отработка временного рудного целика, оставленного между отработанной камерой и зоной обрушения от камеры 34-013.

По окончании каждого этапа совместной комиссией в составе технического руководства рудника и специалистов ОАО «Уралмеханобр» производится анализ:

- состояния горных работ на участке;

• устойчивости борта карьера на участке Северной выклинки;

• состояния рудного массива и прилегающих пород и др.

По результатам анализа определяется последовательность продолжения работ на опытном участке. В проектную документацию могут быть внесены некоторые изменения, направленные на обеспечение безопасности горных работ и полноту выемки руды.

Запасы руды на этапе 1 отрабатывались камерой, расположенной вкрест простирания рудного тела, с применением системы разработки с камерной выемкой и закладкой, которая является основной системой разработки для отработки запасов на Учалинском подземном руднике.

Параметры опытной камеры стадии 1 составили: ширина камеры – 10 м; длина камеры равна мощности рудного тела и изменяется от 30 до 40 м; средняя высота камеры – 35 м. Днище камеры – плоское. Буровой орт располагается по северной границе камеры.

Место заложения камеры выбиралось исходя из условия обеспечения ее устойчивости. Были рассчитаны параметры и определена возможность отработки камеры с принятыми размерами с точки зрения устойчивости ее элементов.

Первоначально планировалось осуществить отработку этой камеры с оставлением рудной потолочины, т.е. без выхода очистного пространства в карьер, однако проведенные расчеты показали, что при отработке камеры существует большая вероятность обрушения потолочины. Было принято решение отрабатывать камеру первой очереди с выходом в очистное пространство карьера.

Расчетами была подтверждена устойчивость временного рудного целика между отрабатываемой камерой и зоной обрушения от камеры 34-013 для защиты ее очистного пространства от проникновения пород из зоны обрушения.

Особое внимание при проектировании отработки было уделено параметрам БВР с точки зрения их влияния на массивы руды и пород, прилегающих к камере. Были определены радиусы зон разрушения и деформаций, на основе расчетов в различных плоскостях действия взрыва даны рекомендации по ведению взрывных работ в камере.

При проектированиии отработки опытного участка был разработан ряд рекомендаций и мероприятий, направленных на повышение устойчивости камеры (этап 1). Для повышения устойчивости стенок камеры контуры вееров взрывных скважин были запроектированы с недобуром до проектного контура камеры на 2 м.

Для сохранения вертикальных стенок камеры при ведении взрывных работ по длинным сторонам камеры из погрузочных заездов было запланировано бурение оконтуривающих (незаряжаемых) скважин, которые служили дополнительным экраном.

Наибольшие опасения с точки зрения устойчивости вызывал восточный торец отрабатываемой камеры, представленный метасоматитами. Об этом свидетельствуют предыдущие обрушения очистных камер, которые происходили именно по восточному контакту рудного тела. В связи с этим по восточному торцу камеры была оставлена «рудная корка» толщиной 3-4 м.

В настоящее время камера первой очереди уже отработана и заложена. В соответствии с принятыми мероприятиями, ее отработка была произведена без каких-либо нарушений приконтактных карьерных участков.

Сейчас на Учалинском руднике приступают к отработке запасов руды на контакте с пространством карьера (этап 2). Отработка прикарьерных запасов на этапе 2 будет производиться по следующей схеме: отработка прикарьерных запасов осуществляется открытой камерой (прирезкой) вдоль борта карьера. Подобный вариант отработки запасов разработан для выемки прикарьерных запасов руды Сибайского карьера и описан выше.

На последнем этапе (этап 3) осуществляется отработка временного рудного целика системой разработки подэтажного об-

рушения с торцовым выпуском руды. Выпуск руды при этом будет осуществляться под обрушенными породами, которые заполняют пространство отработанной камеры 34-013.

Окончательные выводы по принятой технологии можно будет дать после полной отработки участка, но существующее на данный момент положение горных работ на опытном участке подтверждает правильность проведенных расчетов и принятый порядок отработки.

В ближайшее время планируется использовать накопленный опыт по отработке прибортовых и придонных запасов руды при разработке рекомендаций по доработке разделительного рудного целика, расположенного в дне карьера на Молодежном месторождении (ОАО «Учалинский ГОК»).

Использование нестандартных технических решений при проектировании конкретных участков месторождений в условиях взаимного влияния горно-геологических и технологических условий позволяет обеспечить безопасность ведения работ, снижение затрат на добычу руды, а также поддержать производительность рудника на необходимом уровне, что особенно важно при доработке месторождения.