© Х.И. Аглюков, 2008

УДК 622.273.2

Х.И. Аглюков

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОПЛОТНОЙ ЗАКЛАДКИ ПРИ ОТРАБОТКЕ ЗАПАСОВ ОХРАННОГО ЦЕЛИКА НА АННЕНСКОМ РУДНИКЕ КОРПОРАЦИИ КАЗАХМЫС

Семинар № 17

Залежи Анненского рудника характеризуются сложными горногеологическими условиями разработки - наклонным залеганием рудных тел, угол падения которых изменяется от 15 до 45, интенсивной трещиноватостью и водообильностью. Варьирование угла наклона наблюдается не только при переходе от одного рудного тела к другому, но и зачастую в пределах одной залежи. Изменения угла наклона обуславливают необходимость изменения пространственного размещения МКЦ на залежи и учёта снижения их несущей способности по сравнению с МКЦ на горизонтальных залежах.

При оценке несущей способности целиков расчёт производится дифференцированно в зависимости от угла падения залежи с $15° < \alpha < 25°$ и $25° < \alpha < 35°$, тем самым выделяются два типа залежи. Влияние угла наклона залежей учитывается как при расчёте нагрузок на целики, так и при определении несущей способности. Кроме угла падения учитываются обычные и сложные горно-геологи-ческие условия. К обычным относятся изолированные и перекрывающиеся залежи с мощностью междупластия $h_м > 35$ м Анненского рудника, представленные серым рудным песчаником, с прослоями красноцветов и кальция, в почве и кровле — серые безрудные песчаники.

К сложным относятся наклонные изолированные, перекрывающиеся и сближенные залежи, представленные сильнотрещиноватым серым рудным песчаником с прослоями красноцветных пород и кальция, кровля или почва которых состоит из красноцветого комплекса пород.

Отработка залежей АЖР осуществляется вариантами камерно- и панельно-столбовой систем разработки. Подрабатываемая толща пород поддерживается периодической последовательностью междукамерных целиков в сочетании с панельными или барьерными целиками. Они предназначены обеспечить безопасные условия при выемке камерных запасов в пределах очистной панели, а также устойчивость выработанного пространства при отработке смежных панелей и перекрывающихся залежей, т.е. устойчивость МКЦ, БЦ, ПЦ и междупластия в условиях наклонных залежей.

Распределение нагрузок на МКЦ в пределах очистной панели с БЦ при пологопадающих залежах оконтуривается параболической кривой с максимумом в центре, уменьшаясь в БЦ. Угол падения залежи изменяет эпюру нагрузок на целики в пределах панели. Максимальную нагрузку, как показали аналитические расчёты при $\alpha = 20\text{-}35°$, испытывает не центральный ряд МКЦ,

а смежный с ним по падению, которая уменьшается в направлениях к БЦ. Разница в нагрузках центрального ряда целиков и максимально нагруженного не превышает 3,5 %.

При экономической целесообразности проходки полевых выработок при отработке запасов за пределами охранных целиков практикуется отработка запасов в МКЦ с использованием полевых выработок. В настоящее время остаётся нерешённой проблема отработки запасов АЖР в охранных целиках. В случае применения традиционной для месторождения камерно-целиковой технологии потери не менее 35 %. Всего в охранных целиках Анненского рудника в пересчёте на металл числится 14395 т меди, 17729 т свинца и 14721 т цинка. Но даже отработка с таким уровнем потерь сопряжена с большими опасностями сохранности современных дорогостоящих объектов промплощадки шахты. В 2006 г произошли значительные обрушения в непос-редственной близости от объектов промплощадки с выходом на земную поверхность, возникла реальная угроза из сохранности.

В настоящее время технология с твердеющей закладкой на рудниках Жезказгана ликвидирована, существует только гидравлическая закладка. Но данная технология не позволяет эффективно управлять горным давлением при отработке сложных участков АЖР и исключить высокий уровень потерь. А негативное воздействие воды в период производства гидравлической закладки на прочностные свойства красноцветов, значительно повышает опасность технологии при отработке сложных участков рудных тел в охранных целиках.

Одним из реальных шагов по вовлечению в эксплуатацию запасов в охранных целиках является внедрение технологии с уплотнённой породно-твердеющей закладкой. В основе технологии камерная система разработки с последующим заполнением выработанного пространства породной закладки совместно с твердеющей смесью, сплошной отработкой запасов [1, 2, 3]. Доля твердеющей смеси в общем объёме закладки не превышает 15 %. В качестве породной закладки можно использовать вскрышную породу. Для перепуска породы в шахту потребуется пробурить скважину с поверхности диаметром 600 мм на глубину свыше 500 м. Твердеющую смесь целесообразно готовить на рабочем горизонте.

Разработанная технология предполагает использование комплекса самоходного оборудования используемого на очистных работах на подземных рудниках ЖГМК. Технология с уплотнённой, «забитой», породно-твердеющей закладкой позволяет изменить роль искусственного массива как действенного инструмента управления горным давлением. Уплотнён-ная закладка начинает воспринимать горное давление в процессе его возведения на стадии очистной выемки, является активным несущим элементом, в силу специфики её уплотнения. Оптимальная область её применения на подземных работах: рудные месторождения; наклонные мощные рудные тела с углом падения от 25º; руды и вмещающие породы - устойчивые. При недостаточной устойчивости вмещающих пород необходимо крепление.

Роль уплотнённого искусственного массива сводится не к пассивному «ожиданию» увеличения размеров подработки, а «упреждающему» воздействию на неблагоприятное развитие геомеханической ситуации. Уплотнённый искусственный массив формирует опорные зоны. По опыту дорожного строительства

в РФ при уплотнении тяжелых скальных пород, наиболее востребованы самоходные машины типа Bomag BW 219 DH-3, BW 219 PDM-3 (Германия) с рабочей массой 19,22 и 19,56 т, соответственно. Эти катки достаточно эффективны при уплотнении тяжелых скальных пород и широко применятся в РФ при строительстве дорог.

Технология возведения уплотненного искусственного массива позволяет практически без промедления использовать энергию уплотнения с целью компенсации накопления упругой энергии налегающего массива. Механизированное динамическое уплотнение тяжёлых скальных пород является наиболее действенным инструментом. Уплотненный искусственный массив в этом случае является активным несущим элементом и воспринимает давление пород висячего бока сразу на этапе очистной выемки.

Динамическое воздействие нагрузок способствует более эффективному заполнению пустого пространства между обломочными фракциями, без расходования излишней энергии на разрушение материала в процессе его уплотнения. Усилие вибрации создаваемое катком составляет 304,8 и 243 кН при частоте вибрации 29 и 35 Гц соответственно. Анализируя динамическое виброуплотнение и деформационные характеристики породной и породно-твердеющей закладки, можно отметить, что по степени уплотнения массива динамическое виброуплотнение не уступает технологии с твердеющей закладкой. А при уплотнении крупнообломочных фракций включающих мелкозем не менее 30 % степень уплотнения выше чем у твердеющей закладки. Степень уплотнения породно-твердеющей закладки достаточно высока и достигает 0,95-0,98 по Проктору, при оптимальных режимах уплотнения, т.е. близка к плотности естественного нетронутого массива. Одним из основных достоинств технологии в плане управления горным давлением является создание активной реакции отпора искусственного массива в процессе возведения. Реакция отпора уплотнённого породного массива носит активный характер, сродни гидравлической стойке, применяемой на пластовых месторождениях, что практически исключает зарождение очагов разуплотнения налегающих пород. Величина реакции приближается к давлению пород на глубине порядка 350–400 м. На начальной стадии отработки месторождения создаются благоприятные условия для последующих горных работ.

С точки зрения затрат на возведение уплотненного массива по сравнению с твердеющей закладкой технология экономичнее на 25-30 %. Производительность уплотнения от 500-700 м^3/ч. Расходы на уплотнение не превышают 1 руб в расчёте на 1 м^3 искусственного массива (стоимость 1 маш.×ч катка 500 руб). Основные издержки связаны с транспортом породной закладки самоходным транспортом. По данным участка самоходной техники АЖР себестоимость подземной транспортировки горной массы составляет от 300 до 400 тенге /м^3 (курс 4,5-4,7 тенге/рубль). Суммарное удорожание технологии очистной выемки по новой технологии до 100 руб/м^3. Себестоимость добычи по системе разработки 900 тенге/т. В случае применения технологии с уплотнённой закладкой, при расходе закладки ≈ 0,5 м^3/т, удорожание себестоимости добычи в пределах 50 руб/т (до 50 %).

Применение технологии с закладкой снизит потери с 30-35 % до 5 %. При среднем содержании основного полезного компонента Cu в балансовых запасах 1,18 % прирост выручки (только по

меди), при цене металла на Лондонской бирже 8 тыс. долл. США/т, составит около 1000 тенге/т. Это повысит рентабельность добычи не менее чем на 20 %.

Вывод

Внедрение технологии с уплотнённой закладкой на подземных рудниках ЖГМК позволит повысить эффективность отработки запасов законсервированных в охранных целиках. Экономическая эффективность технологии на 20-30 % выше по сравнению с камерно-целиковой системой разработки. С технологической точки перспективы её применения на рудниках ЖГМК достаточно реальны. Внедрение технологии позволит смягчить от части остроту дефицита площадей безопасного ведения горных работ с обеспечением сохранности объектов на поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аглюков Х.И.* Совершенствование технологии закладочных работ. Горный журнал. - 2003. - №1. - С. 35-39.
2. *Аглюков Х.И.* Уплотнённая закладка при отработке охранных целиков. Физико-технические проблемы разработки месторождений. Новосибирск - 2004, - 3. - С. 81-87.
3. *Сашурин А.Д., Аглюков Х.И.* Управление геомеханическими процессами возведением высокоплотного массива. Горный журнал. - 2006. - №2. - С. 36-39. ГИАБ

Коротко об авторе

Аглюков Х.И. - доцент, кандидат технических наук, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, гл. специалист по закладочным работам ТОО ЖГМК, корпорации Казахмыс, Горно-геомеханическое управление.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 17 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. *Е.В. Кузьмин.*