



КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ КАЗАХСТАНА



Маркшейдериядағы, геодезиядағы және
геомеханикадағы инновациялық
технологиялар

Халықаралық Форумның

ЕҢБЕКТЕРІ

18 сәуір 2014 ж.

ТРУДЫ

Международного Форума

Инновационные технологии в маркшейдерии,
геодезии и геомеханике

18 апреля 2014 г.

PROCEEDINGS

of the International Forum

Innovative technologies in mine surveying,
geodesy and geomechanics

April 18, 2014



Қарағанда 2014

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет
Союз маркшейдеров Казахстана



**Международный маркшейдерский Форум
"Инновационные технологии
в маркшейдерии, геодезии и геомеханике".
III заседание Центрального Совета
Союза маркшейдеров Казахстана**

**Труды Форума
(18 апреля 2014 г.)**

Караганда 2014

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет
Союз маркшейдеров Казахстана



Международный маркшейдерский Форум
"Инновационные технологии
в маркшейдерии, геодезии и геомеханике".
III заседание Центрального Совета
Союза маркшейдеров Казахстана

Труды Форума
(18 апреля 2014 г.)

Караганда 2014

Жеребко Д.Н. (Алматы, ИГД им. Д.А.Кунаева),
Джангулова Г.К. (Алматы, ИГД им. Д.А.Кунаева),
Пивоварова Л.М. (Алматы, ИГД им. Д.А.Кунаева)

ПРОВЕДЕНИЕ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ КРЕПИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРОЙДЕННЫХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Месторождения Донецких хромитов по своим природным параметрам отличаются уникальностью не только по объемам и богатому содержанию полезного ископаемого, что является чрезвычайно важным фактором, но и неоднородностью и высокой сложностью горно-геологических условий залегания рудных тел и вмещающего массива, отличающихся высокой структурной нарушенностью, низкой прочностью и слабой устойчивостью.

Исходя из геомеханических и горно-геологических условий залегания месторождений и особенностей строения природного массива, на горнодобывающих предприятиях Дон ГОКа принята система разработки с самообрушением, отличающаяся высокими технологическими и экономическими показателями.

При всех своих достоинствах система разработки с самообрушением руды и налетающих пород обладает одним недостатком, а именно, необходимостью обеспечения высокой устойчивости, прочности, и надежности основных коммункационных выработок пройденных в зоне влияния очистных работ. Обусловлено это низкой прочностью вмещающих пород и предельно высокими нагрузками на крепь выработок разупрочненного массива.

Первоначально, на этапе геологоразведочных работ на месторождении, в частности, «Молодежная», были получены относительно высокие прочностные показатели рудного и породного материалов, однако, в процессе строительства шахты и подготовка очистных работ, выявлена низкая устойчивость рудного и породного массивов. В результате проведенных исследований при непосредственным нашим участием и анализа вскрытого рудного тела и вмещающих пород было установлено, что основной причиной снижения устойчивости массива является наличие весьма развитой системы разноразориентированных трещин со сложной морфологией и заполненными низкопрочными вторичным материалом, в основном серпифитом, реже тальком и брейнеритом. Установлено, что эти материалы при вскрытии горными выработками вступают в химическую реакцию с компонентами рудячного воздуха и разлагаются, образуя «зеркала сколжения» по плоскостям трещин.

Массивы представляющие «сухую кладку» из довольно крепких породных блоков различной величины характеризуются в то же время низкой устойчивостью в связи с весьма малым сцеплением структурных блоков между собой. Это является причиной снижения несущей способности приконтурной массива выработок. Разупрочнение массива и нарушение его сплошности усиливается воздействием взрывных работ при проходке и особенно при отбойке руды и дроблении негабаритов.

Принимая во внимание особенности геоструктурного строения массива и прочностных показателей, основным способом проходки горизонтальных горных выработок является буровзрывной. Опыт применения механизированного способа проходки оказался неудачным. В 1984 году шахтой был приобретен комбайн Ясиноватен-2, который при проведении капительной выработки, пройди около 10 м, был завален в результате больших смещений пород вмещающего массива. При этом сила сдвигания, обусловленная большими деформациями, была настолько велика, что все возможные попытки извлечь комбайн не увенчались успехом. В результате выработка была отперемичена и потеряна, а предприятие понесло значительные убытки. Дальнейшая проходка выработок производилась буровзрывным способом.

Основным способом крепления горизонтальных горных выработок на шахтах Дон ГОКа является применение металлических податливых крепей из спелпрофилей СВГ-22 и СВГ-27, получивших широкое распространение в горной промышленности при отработке рудных залежей с устойчивостью пород третьей, четвертой категорий.

Податливость сборных металлических крепей обеспечивается установкой специальных соединительных хомутов, создающих трение между элементами крепи в момент действия нагрузок. В последующем было разработано несколько вариантов конструкции узлов податливости, работа которых основана на принципе срезания металлических шпильки или пластины. В первом варианте податливость узла происходит за счет срезания вставных стержней и вводимых шпильки диаметром 18 мм, подогнанных таким образом, что срез их происходит при давлении 0,18-0,20 МПа, что составляет 75-80% от несущей способности крепи. Величина податливости определяется числом шпильки и расстоянием между ними. После срезания последней шпильки в работу включается ограничитель податливости и ступор, с этого момента крепь начинает работать в жестком режиме. На величину нагрузки, воспринимаемой крепью, одновременно с сопротивлением срезу шпильки влияют и силы трения, которые возникают при движении одного профиля с другой. Поэтому в момент срезания шпильки нет скачкообразного падения нагрузки и по этой причине нагрузка после срезания очередной шпильки не падает до нуля, что позволяет обеспечить равномерность распределения давления на смежные арки.

Второй вариант узла податливости представляет собой конструкцию, в которой установка шпильки и продольный разрез выполняются как на верхних, так и на боковых элементах. Недостатком этого узла является большая трудоемкость изготовления.

На основании анализа работы податливых металлических крепей разработаны конструкции узлов податливости существенно позволяющих работоспособность крепей. В первом варианте предлагается установка между днацами спелпрофилей вкладышей с расширенными на концах и взаимодействующими с торцами сопрягаемых профилей. При этом вкладыши выполняются в виде замкнутой полусы, а расширения на концах в виде петель с размещенными в них втулками из податливого материала. Вторая конструкция узла податливости основана на установке внахлест двух сегментов

желобчатого профиля со ступивающимися элементами и фигурным вкладышем с отгибами обоих концов в противоположные стороны. С целью улучшения работоспособности и увеличения сопротивляемости податливости, узел податливости снабжен объемным клином, а отгибы обоих концов вкладываясь выткнуты на величину нахлеста, причем один отгиб помещен между стенок внешнего сегмента и ступивающимися средствами, а второй отгиб — в желоб внутреннего сегмента с возможностью взаимодействия со съёмным клином, опирающимся на ступивающиеся элементы.

Узел податливости является важным конструктивным элементом крепи, воспринимаемая давлением, вызываемые деформационными процессами в результате развития зоны неупругих деформаций (ЗНД) в массиве, вмещающем горные выработки. При этом величина податливости крепи устанавливается с учетом расчетного значения смещений пород массива в процессе формирования ЗНД.

Исчерпав свои податливые свойства, крепь начинает работать в жестком режиме, воспринимаемая давление массива налегающих пород.

В частности, для капитальных выработок, расположенных вне зоны влияния очистных работ, как показал многолетний опыт эксплуатации предприятий, вполне оправданным является крепление металлических арками из спецпрофилей СВП-22 и СВП-27 с интервалом установки арок через 0,4-0,5 м с усилением в местах сопряжений. Данная схема подтверждается аналитическими расчетами.

В наиболее сложных геомеханических условиях находится выработка динца блока и, в первую очередь, шпуреки скрепирования. С развитием очистных работ и увеличением объемов обрушенной рудной массы происходит нарастание давлений на крепь горных выработок значительно превышающее их несущую способность, что довольно часто приводит к разрушению крепи и преждевременному выводу из строя выработки в целом. В результате, на данном участке приостанавливались очистные работы для перекрепления и восстановления выработок, что в значительной мере отражалось на ритмичности технологических процессов, увеличении материальных затрат и, что не менее важно, приводило к снижению безопасности работ.

Многолетним опытом работ и проведенными исследованиями была установлена необходимость уже на начальном этапе проведения выработки применять усиленную крепь с несущей способностью, обеспечивающей сопротивляемость горному давлению. Одним из наиболее приемлемых способов, достигнуто широко распространены на шахте «Молодежная», был принят вариант крепления трехслойной металлической крепью.

С целью оценки влияния технологических факторов на состояние и поведение крепи в процессе проходки горной выработки нами были проведены экспериментальные исследования в натурных условиях методом тензометрии.

Тензодатчики наклеивались на металлические стойки крепи установленных на расстоянии от 5 м до 15 м от забоя. После наклейки датчиков фиксировались их нулевые показатели. Последующие замеры проводились в процессе проходки выработки, после очередных взрывов. В результате были зафиксированы три показателя датчиков после трех взрывов.

Основными сравнительными показателями поведения крепи являются качественные и количественные изменения напряженного состояния металлических стоек крепи. Качественные показатели характеризуют порядок смены напряжений. Количественные изменения дают величину относительных напряжений, характеризующих процесс распределения нагрузок на крепь.

Тензометрические данные дают вероятностные показатели деформации крепи, поскольку процесс формирования носит неупругий характер за счет смещения элементов крепи относительно в узлах податливости. Реальное деформирование крепи фиксируются визуально, вполне удовлетворительным и с достаточной точностью способом замера относительного смещения элементов крепи.

Развития горного давления и характер распределения нагрузок на крепь горной выработки в процессе ведения проходческих работ можно оценить по результатам проведенных исследований. По техническим причинам установка и сохранение в рабочем состоянии датчиков на крепь в непосредственной близости от забоя практически невозможно. Все наши попытки были безрезультатны, большая часть датчиков вышло из строя. В связи с этим, ближайšie датчики устанавливались на крепь удалением от забоя в пределах 10 метров, где крепь, как это было установлено находилась в напряженном состоянии с различной степенью нагруженности.

На рисунках 1 и 2 представлены тензометрические показатели измерительной аппаратуры, характеризующие распределение нагрузок на крепь после очередной серии взрывов и воздействия динамических явлений. Замеры провоздвигались по обе стороны крепи, т. е. на правой и левой стойках. На рисунке 3.1 представлен первый замер регистрации воздействия взрывов с момента установки датчиков. Как видно из показаний, практически все датчики зарегистрировали положительные показатели напряжений, т.е. произошло условное растяжение, что вполне объяснимо срабатывания узла податливости, что наиболее сильно визуально, и с снижением напряженного состояния стоек крепи на момент установки датчиков.

Анализ данных показал, что характер предварительного напряженного состояния крепи до начала проведения экспериментальных исследований, был неравномерным как между секциями крепи, так и отдельной рамы - ее правой и левой стоек. Объяснением этому может быть объективный и субъективный факторы.

Наиболее важным является оформление кровли выработки, придавая ей достаточную ровную поверхность по всему контуру, что практически сложно при проходке в массивах с низкой прочностью и устойчивостью.

При ведении взрывных работ и обнажения поверхности происходит вывалы и обрушения пород кровли еще до установки крепи. В данной ситуации необходима качественная забутка закрепного пространства для обеспечения предельно возможного контакта крепи и вмещающего массива. Необходимо отметить, что качественное выполнение работ по забутке во многом зависит и от опыта и квалификации исполнителей, что также сказывается на последующем поведении крепи, а в целом, и состоянии выработки.

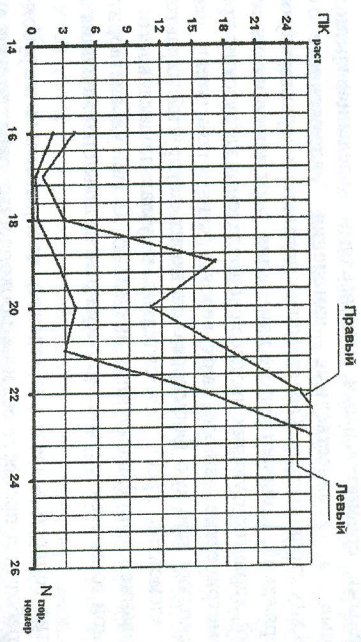


Рисунок 1 – Распределение нагрузок на крепь после первой серии взрывов и воздействия динамических явлений (1-ый замер)

На рисунке 2 представлены показания датчиков второй очереди взрывов при прохождении выработки. Все показания дали отрицательные значения, т.е. в промежутке времени между взрывными работами и непосредственно динамикой взрыва произошло нагружение крепи, и в данном случае наблюдается неравномерность нагружения как элементов крепи, так и между секциями. Аналогичная картина и после третьей серии взрывов, но здесь показания усредненные за счет выхода из строя ряда датчиков.

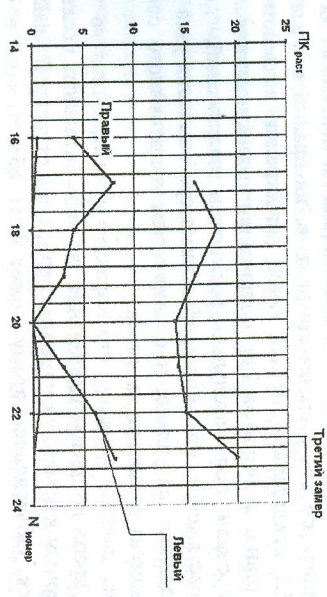


Рисунок 2 – Распределение нагрузок на крепь после второй очереди взрывов и воздействия динамических явлений (2-ой замер)

Анализируя результаты исследований, установлено, что одной из причин нарушения несущей способности крепи является неравномерность их нагружения. В случае перенапряжения и выхода из строя одной из секций крепей происходит перераспределение нагрузок на ближайшие секции, создавая опасные негативные последствия.

Не менее важным фактором, определяющим характер и величину нагруженности крепи горных выработок являются особенности развития геомеханических процессов в массиве при ведении очистных работ.

УДК 622.83

Ожигин С.Г. (Караганда, КарГТУ),
 Низаметдинов Ф.К. (Караганда, КарГТУ),
 Ожигина С.Б. (Караганда, КарГТУ),
 Ожигин Д.С. (Караганда, КарГТУ)

УПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТЬЮ КАРЬЕРНЫХ ОТКОСОВ

Проблема управления устойчивостью прибортовых массивов на карьерах включает широкий диапазон исследований в области горного дела. Изменения условий разработки, связанные, в первую очередь, с увеличением глубины карьеров, интенсификацией и концентрацией горных работ требуют постоянного совершенствования и соответствующей корректировки существующих методов управления устойчивостью карьерных откосов для предотвращения деформаций.

Методика управления устойчивостью бортов и уступов карьеров включает решения следующих задач: определение параметров и поддержание в устойчивом состоянии откосов уступов и бортов при минимальном возможном объеме вскрыши; оценка устойчивости откосов при проектировании и корректировке устойчивых параметров при развитии горных работ в плане и по глубине; оценка фактического состояния откосов и прогноз их устойчивости в процессе эксплуатации; охрана объектов, жизненно важных для горного предприятия; проведение работ по постановке бортов на предельный контур; разработка методики систематического контроля и целенаправленного воздействия на условия и факторы, определяющие устойчивость горных пород в откосах; геомеханическое обоснование мер по ликвидации последствий нарушений устойчивости, контроль за их реализацией и оценка их эффективности; осуществление оперативного контроля за состоянием уступа и бортов карьеров и прогноз нарушений устойчивости откосов от начала строительства до погашения или консервации карьера; внедрение рекомендаций по параметрам устойчивых бортов карьеров производством на этапе проектирования открытых горных работ на базе геолого-маркшейдерской информации [1].

Разработка способов и средств управления устойчивостью прибортовых массивов на карьерах является основной задачей системы геомеханического мониторинга, решение которой основано на достоверной информации о состоянии и свойствах массива, получаемой непрерывно в процессе эксплуатации месторождения и выполнения специальных исследований.

Рассмотрим примеры управления устойчивостью прибортовых массивов карьеров успешно реализованные в последние годы специалистами Карагандинского государственного технического университета (КарГТУ) на крупнейших карьерах Казахстана.

На стадии доработки Николаевского месторождения в рамках концепции геомеханического мониторинга выполнено конструирование рационального профиля устойчивого борта карьера (рисунок 1) [2].