

*Канд. техн. наук А. А. АКСЕНОВ,  
инж. И.А. ОЖИГАНОВ,  
инж. Д.В. ГУБАНОВ,  
инж. Е.Ф. БЛИНОВ  
Уральский филиал ВНИМИ*

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ ГОРНЫХ УДАРОВ НА РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

Проблема удароопасности при разработке рудных месторождений остается актуальной, требующей проведения комплексных исследований с разработкой методов прогноза и предупреждения горных ударов. При этом предлагаемые профилактические меры и другие разработки должны с одной стороны обеспечивать безопасность ведения работ, а с другой стороны быть технологичными, эффективными и низкзатратными. Поэтому для каждого месторождения создается индивидуальная система профилактики, которая учитывает особенности данного месторождения и входит в разрабатываемые «Указания... по горным ударам».

За последние годы Уральский филиал «ВНИМИ» значительно расширил свои связи с горнодобывающими предприятиями по вопросам решения проблемы удароопасности. Комплекс проводимых работ на предприятиях включает создание методик прогноза удароопасности, разработку мер по снижению напряженности и удароопасности массива, выполнение проектных решений по ударобезопасной технологии и участие в решении конкретных вопросов отработки в сложных горно-геологических условиях. Весь этот комплекс профилактических работ следует применять как для месторождений отнесенных к склонным, так и для опасных по горным ударам.

Прежде всего, в случае отнесения месторождения к склонному или опасному по горным ударам необходимо, чтобы проектная документация соответствовала требованиям «Инструкции... по горным ударам». Технология ведения горных работ должна отвечать ударобезопасным условиям. При этом разрабатываемые противоударные меры не должны усложнять принятую на месторождении технологию.

Поэтому для разработки и совершенствования ударобезопасной технологии на каждом месторождении требуется проведение исследований.

В качестве инструментальных исследований Уральский филиал ВНИМИ использует метод оперативного контроля напряженности и прогноза удароопасности с помощью параметров акустической эмиссии приборами СБ-32М (САПФИР) и ГС-01 которые изготавливают наши партнеры – фирма «ГЕО СЕРВИС».

Эти же приборы в дальнейшем передаются на предприятия в службу ППГУ для самостоятельного ведения прогнозирования удароопасности.

Для оценки напряженного состояния краевых частей выработок, конструктивных элементов системы разработки, а так же для определения параметров поля главных напряжений в массиве горных пород, используется метод, основанный на использовании показателей вдавливания индентора в стенки шпуров прибором МГД.

Шахтные исследования дополняются анализом горно-геологических и горнотехнических условий отработки рудных тел.

Результаты проведенных инструментальных исследований и анализ условий отработки позволяют разработать эффективные меры по предупреждению горных ударов в очистных и подготовительных выработках.

Для выбора параметров мер в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях используется математическое моделирование напряженно-деформированного состояния с помощью программного комплекса FEM. Моделирование конструктивных элементов системы разработки, с учетом действующих в массиве напряжений, определяемых инструментальными методами, позволяет выявить зоны концентраций нагрузок у контура выработанного пространства и в элементах конструкции. На основании результатов моделирования разрабатываются параметры мер снижения напряженности и выравнивания нагрузок.

Для ОАО «СУБР» по результатам комплекса исследований и моделирования были разработаны новые варианты этажно-камерной и столбовой систем разработки. Уточненные конструктивные параметры элементов этих систем позволили снизить потери в оставляемых целиках. При использовании разработанных мер снижается удароопасность систем.

Так же для СУБРа предложен новый способ управления геомеханическим состоянием массива при камерно-столбовой системе разработки, исключающий необходимость образования и оставления в выработанном пространстве барьерных целиков. Суть способа заключается в создании в кровле над ближним рядом междуканальных столбчатых целиков разгрузочных щелей, что позволяет осуществлять плавное оседание основной кровли с последующим ее разрушением и разгрузкой передовой части массива в зоне ведения горных работ. Предложенный способ прошел промышленную проверку и используется на шахтах ОАО «СУБР».

Для рудников ОАО «Гайский ГОК» и ОАО «Учалинский ГОК» нашли промышленное применение разработанные Уральским филиалом меры по снижению напряженности с помощью отсечных и экранирующих веерообразных скважин. Эти меры позволяют создавать опережающую разгрузку массива, предохраняют стенки выемочных камер от сейсмического воздействия взрывов по выемке, обеспечивают устойчивость камер от обрушений.

Несмотря на то, что Узельгинское и Гайское медноколчеданные месторождения пока отнесены к склонным по горным ударам, здесь ведется полный комплекс профилактических мероприятий по удароопасности. Это позволяет сохранять ударобезопасные условия с углублением горных работ без перехода в разряд опасных по горным ударам.

Для некоторых горнорудных предприятий на данном этапе более актуальным является разработка методики оперативного, локального прогноза удароопасности по параметрам акустической эмиссии.

Так, для Приаргунского горно-химического объединения и Соколовско-Сарбайского ГОКа республики Казахстан, разрабатываются методики прогноза удароопасности и критерии отнесения участков массива к опасным по горным ударам. Особенностью условий на этих объектах является появление на локальных участках категорий «ОПАСНО» по стрельянию. Эти опасные условия зачастую имеют ограничение во времени и поэтому их временные границы определяются по параметрам процесса акустической эмиссии.

Исследования позволили выявить особенности проявления стрельяния. Перед стрельянием, при общем высоком уровне напряженности и интенсивности акустической эмиссии, возрастает доля импульсов с высокой энергией и снижается количество низкоэнергетических. Импульсы с высокой энергией исходят из более глубоких интервалов краевой части массива и, в звуковом диапазоне, создается фон затухания общей активности. Далее следует резкая активизация низкоэнергетических импульсов и происходит стрельяние с отрывом кусков породы от контура.

Процесс спада интенсивности перед стрельянием продолжается 1–3 мин со снижением 4–7 имп/мин, затем, перед самым стрельянием активность резко возрастает на 25–30 до 300 импульсов и в течение минуты происходит акт стрельяния с разрушением контура выработки. Такие стрельяния являются сами по себе травмоопасными и могут привести в дальнейшем к более сильным динамическим разрушениям.

Так же исследования позволили уточнить методику проведения измерений параметров акустической эмиссии. Установлено, что при высокой активности акустической эмиссии на опасном по горным ударам участке массива показатель амплитудного распределения «в» при измерениях на глубине 0,7 м может в некоторых случаях не соответствовать категории «ОПАСНО». Только на глубине 1,0–1,5 м, за деструктивной зоной, показатель «в» соответствует опасной категории. В этих случаях требуется проведения измерений на указанных интервалах. Дальнейшее изучение природы динамических проявлений с различной энергией разрушения позволит повысить достоверность прогноза и создать более эффективные меры по их нейтрализации.

Приведенные примеры выполнения различных исследований и разработок по комплексной профилактике горных ударов на рудных месторождениях указывает на необходимость всестороннего подхода к решению этой проблемы с учетом всех особенностей и сложностей природы проявления удароопасности.