

ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК УПРАВЛЕНИЕМ ЭФФЕКТОМ САМОРАСКЛИНИВАНИЯ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

к. т. н. Александров С. Н. (ДонГТУ)

Безопасность и надежность подземных работ в шахте определяется в первую очередь устойчивостью подготовительных выработок. Шахтными инструментальными наблюдениями установлено, что подготовительные выработки теряют устойчивость в сложных геомеханических условиях в виде породных или угольных складок, которые формируются по мере смещений разрушенных пород в полость выработки. На рис. 1 показана породная складка в кровле полевого штрека. Такая же складка формируется и в почве выработки, что видно по опрокинутым рельсовым путям. Подтверждение механизма потери эффекта саморасклинивания пород через формирование и развитие складки получено и на моделях из эквивалентных материалов (рис. 2). Эти складки являются следствием исчезновения эффекта саморасклинивания пород на контуре выработки из-за неправильного управления процессом сдвижения разрушенных пород. Вмещающие подготовительную выработку породы стремятся сместиться в ее полость по радиальным направлениям. Если радиальное смещение породных блоков происходит одновременно со всех сторон, указанные блоки неизбежно должны заклиниваться и останавливаться. В этом заключается сущность эффекта саморасклинивания. Однако природа выбирает такой путь развития сдвижений, когда даже при радиальном направлении смещений все-таки создается постоянная возможность для поддержания процесса смещений вмещающих пород в полость выработки. Такие условия возможны только в том случае, когда отдельные участки разрушенных пород смещаются **по очереди**. Благодаря такому условию часть породных блоков начинает обгонять остальные участки массива, в результате чего формируются складки на контуре деформирующейся выработки.

Кроме того, установлено, что зона разрушений развивается в окрестности выработки с течением времени постепенно в виде первичных, вторичных и т. д. волн разуплотнения массива. При этом за волнами разуплотнения образуются сегменты и кольца более сжатых пород. Эти относительно сжатые области разрушенных ранее пород вокруг выработки играют основную положительную роль в создании эффекта саморасклинивания [1].

На основании проводившихся экспериментов установлено также, что при активном влиянии очистных работ развитие зоны



Рис. 1. Вид породной складки в кровле полевого откаточного штрека гор. 380м шахты Западно-Донбасская

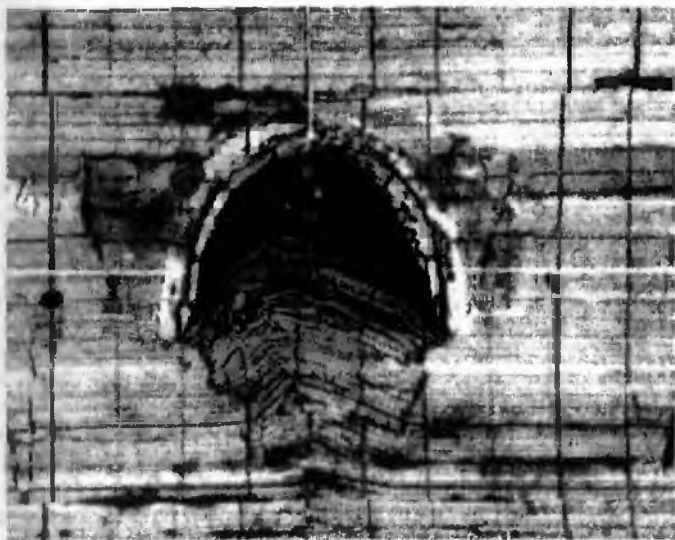


Рис. 2. Формирование складки в почве пласта по данным физического моделирования

разрушения, образовавшейся вокруг выработки, происходит неравномерно в разных направлениях и скачкообразно. В направлении наиболее слабого сопротивления пород зона развивается в первую очередь. После этого в результате истощения долговечности пород, а также подвижности разрушенных пород в первоначальном направлении или степеней свободы, возникает новое направление, наиболее подготовленное к разрушению. Такое циклическое развитие зоны разрушения повторяется неоднократно. В результате этого происходит формирование зоны разрушенных пород конечных размеров и формы. Следует особо подчеркнуть, что такой механизм формирования зоны разрушений с точки зрения неравновесной термодинамики является менее энергоемким по сравнению с одновременным развитием зоны разрушений по всему фронту, что не противоречит основным постулатам этого фундаментального раздела физики. Таким образом, сразу по всему фронту, окружающему выработку, зона разрушений образуется гораздо труднее, чем по частям. Значит, вероятность появления зоны разрушений одновременно по всему фронту значительно ниже.

Следовательно, можно и должно способствовать возникновению и сохранению секторов и колец относительно сжатых разрушенных ранее пород для сохранения устойчивости подготовительной выработки в зоне вредного влияния очистных работ. Кроме того, отсюда вытекает, что сохранение устойчивости выработок опирается на два основных принципа: 1) необходимо предотвращать поочередное развитие разрушенных зон и 2) необходимо предотвращать поочередное смещение блоков разрушенных пород, а стараться управлять массивом так, чтобы смещение происходило синхронно.

При фиксации зоны относительного сжатия ранее разрушенных пород избирательным упрочнением массива (рис.3,а) с помощью вяжущих составов для его фиксации («замораживания») реализуется первый принцип. Формирование относительно сжатых колец и секторов пород на контуре выработки может осуществляться также путем применения активного воздействия, в том числе и динамического, на приконтурный разрушенный массив во время наиболее интенсивного развития зоны разрушений вокруг выработки (рис.3,б). В связи с тем, что породные складки представляют собой наиболее опасные зоны подвижности разрушенных блоков, следует снижать здесь степени свободы этих блоков (рис.3,в).

При использовании новых паспортов крепления выработки с помощью анкерной крепи на практике реализуется второй принцип. При этом анкеры друг относительно друга располагаются так, чтобы рационально сконцентрироваться в местах наиболее вероятного зарождения породных складок (рис.3,г). Анкеры также могут применяться в анкерно-кустовых креплениях усиления (рис.3,д). Здесь

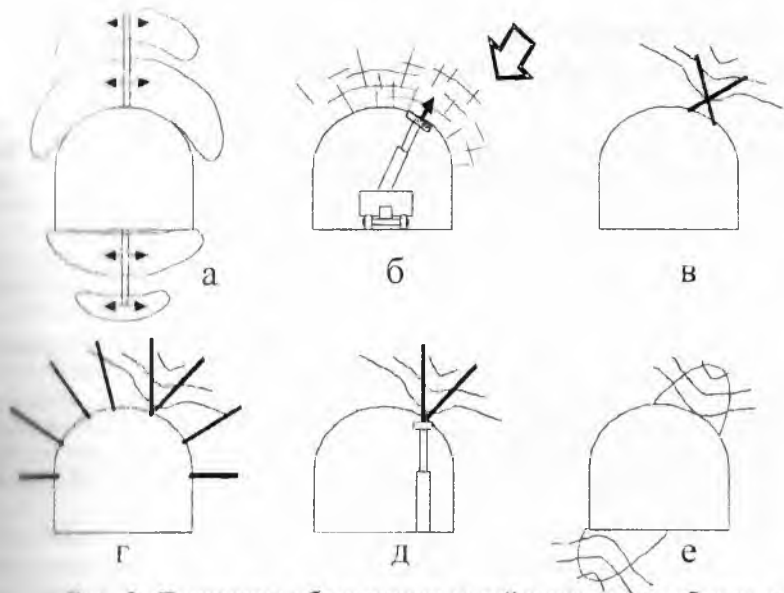


Рис. 3. Принципы обеспечения устойчивости выработок основанные на использовании эффекта саморасклинивания разрушенных пород

анкера взаимодействуют со стойками усиления. Кроме того, наиболее опасные зоны складкообразования упрочняются избирательно с помощью вяжущих веществ (рис.3,е).

На шахтах региона - Южно-Донбасская №1 и №3, им. Бажанова и др. - используются основные направления и разработанные способы обеспечения устойчивости подготовительных выработок на основе применения эффекта саморасклинивания вмещающих пород. Эти мероприятия сохраняют выработки в зонах активного воздействия очистных работ при комбинированных и столбовых системах разработки и при последующей надработке полевых выработок. При этом обеспечивается устойчивость сопряжений выработок в наиболее ответственных местах: при сопряжении с соседними выработками и с полевыми скатами. Как следствие, увеличена безопасность подземных работ; расширена область применения анкерных крепей, являющихся более прогрессивными по сравнению с арочными; уменьшен расход усиливающей крепи на 40%; получено снижение конвергенции на контуре выработок на 60-70%.