

УДК 622.272

**А.В. Беликов**

## **СПОСОБ ПРОГНОЗА ЗОН СО СЛАБЫМИ КОНТАКТАМИ В ПРОЧНЫХ ПОРОДАХ КРОВЛИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК, ЗАКРЕПЛЕННЫХ СТАЛЕПОЛИМЕРНОЙ АНКЕРНОЙ КРЕПЬЮ**

Обоснован способ прогноза количества расслоившихся слабых контактов в кровле подготовительных выработок на основе определения среднего рабочего сопротивления анкерной крепи на первых четырех рядах анкеров у забоя.

---

**В** настоящее время на угольных шахтах России подготовительные выработки крепятся в большинстве случаев анкерной сталеполимерной крепью. Согласно действующей в отрасли «Инструкции по применению анкерной крепи на угольных шахтах России» в подготовительных выработках с пролетом 4,5-5,5 м, расположенных вне зоны влияния очистных работ, при глубинах до 1200 м, необходимо применять сталеполимерные анкерные крепи с длиной анкеров 1,8-2,0 м и с расчетным сопротивлением 50-65 кН на 1 м<sup>2</sup> кровли.

Однако практика эксплуатации анкерных крепей с указанными параметрами в подготовительных выработках шахт Российского Донбасса с прочными породами кровли (50-130 МПа) показала, что они часто являются недостаточными для обеспечения устойчивости выработок.

В подготовительных выработках шахт «Дальняя», «Замчаловская», «Западная», «Обуховская», «Гуковская», «Садкинская» в отдельных зонах протяженностью от нескольких метров до не скольких десятков метров вне зоны влияния очистных работ наблюдаются смещения пород кровли в 2-10 раз превышающие расчетные значения, отмечаются случаи разрушения анкерных крепей и крепей усиления. В этих зонах

при глубинах разработки от 245 до 917 м в 2000-2007 годах произошло 27 завалов выработок.

Шахтные исследования позволили установить, что одним из основных факторов, определяющих резкие вариации смещений кровли и нагрузок на анкерные крепи в выемочных выработках с прочными породами кровли, является изменение количества и типа слабых контактов в кровле выработок (углистых и минеральных прослойков, трещин, «зеркал скольжения» и др.).

Проведенные в 12 выемочных выработках шести угольных шахт региона при прочности пород кровли 50-110 МПа и при глубинах их заложения от 245 до 917 м исследования в местах, где произошли обрушения пород кровли и разрушение элементов анкерной крепи, показали значительное влияние слабых контактов на состояние прочных пород кровли и натяжение анкерной крепи. В данных зонах в интервале кровли мощностью до 2,5-3,0 м отмечалось от 4 до 17 штук слабых контактов и трещин расслоения.

Среднее рабочее сопротивление анкерной крепи составляло в данных выработках от 89 до 190 кПа, что в 1,5-3,5 раза превышало рекомендуемые Инструкцией значения (50-65 кПа). Несмотря на это, в этих опасных по расслоению

пород кровли зонах, наблюдались большие смещения и вывалы пород кровли, а также разрушение от 10 до 50 % стержней анкеров и прорыв подхватов и опорных пластин толщиной 6 мм.

В зонах с малым количеством слабых контактов и трещин расслоения в кровле (0-3 штуки), смещения кровли не превышали 50 мм, а рабочее сопротивление анкерной крепи изменялось от 0 до 72 кПа. Случай разрушения анкеров и обрушений кровли при этом отсутствовал. Зоны с таким количеством расплошившихся слабых контактов можно отнести к зонам не опасным по расслоению кровли.

По данным исследований в подготовительных выработках шахт Российского Донбасса доля опасных зон с большим количеством расслаивающихся слабых контактов в кровле (от 4 до 17 контактов и трещин расслоения на высоту до 2,5 м) по отношению к общей длине протяжения выработок, изменяется в широких пределах от 2 до 89 % (при среднем значении 43 %).

Для повышения надежности анкерного крепления подготовительных выработок весьма актуальной задачей является разработка надежного способа прогноза в кровле проходимых подготовительных выработок опасных и неопасных зон по расслоению слабых контактов. Зная границы зон можно своевременно изменять параметры паспортов анкерного крепления и крепи усиления и тем самым обеспечить безопасность работ и одновременно снизить затраты на крепление выработок.

Для определения количества слабых контактов в кровле у забоев подготовительных выработок угольных шахт используются три основных способа:

- способ выбуривания из кровли с помощью алмазных коронок кернов и определение наличия в них слабых контактов в лабораторных условиях с использованием микроскопа [1];

- способ осмотра стенок, пробуренных в кровле шпуром, с помощью эндоскопов, что позволяет выявить наиболее опасные слабые контакты [2];

- способ сейсморазведки, когда определяется наличие и местоположение в кровле различных отражающих сейсмические волны контактов и крепких включений [3].

Однако все указанные способы определения слабых контактов в кровле выработок, закрепленных анкерной крепью, имеют значительные недостатки.

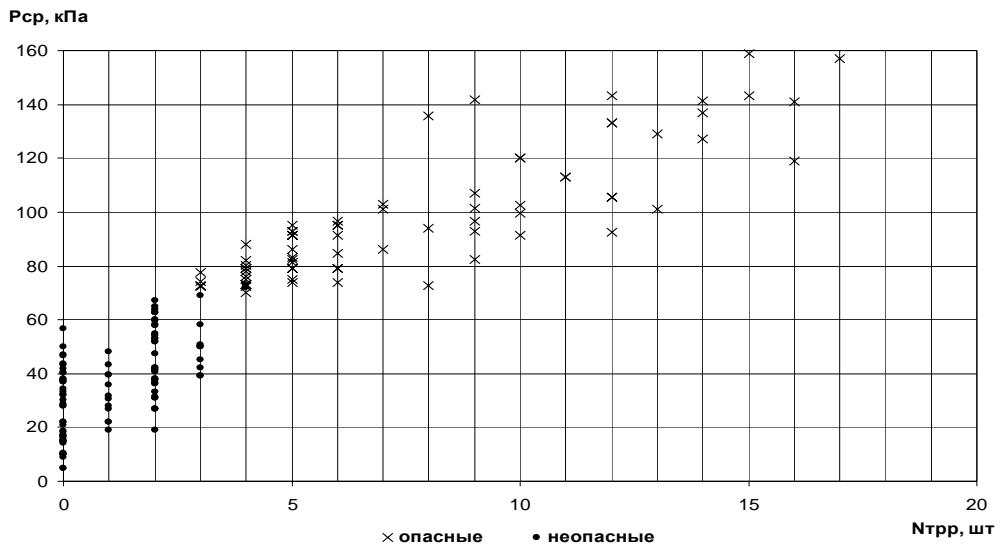
Наличие слабых контактов в кровле далеко не всегда приводит к резкому росту количества трещин расслоения, смещений кровли и нагрузки на анкеры, так как они зависят и от других факторов (глубины заложения выработки, наличия зон повышенного горного давления, типа слабых контактов, высоты их расположения от контура выработки и т.д.).

Существующие способы выявления типа и количества слабых контактов весьма трудоемки и дороги, требуют применения сложного и дорогостоящего оборудования и высокой квалификации работников.

Эти способы не обеспечивают своевременный прогноз после каждого цикла выемки и крепления забоя зон опасных и неопасных по расслоению пород кровли, что исключает своевременное изменение паспорта крепления выработки в таких зонах.

Проведенные шахтные исследования показали, что при расслоении в кровле большого количества слабых контактов и образовании трещин расслоения, уже у забоя выработка резко возрастают смещения пород кровли и фактическое рабочее сопротивление анкерной крепи.

Измерение смещений пород кровли после каждого цикла выемки и крепления забоя подготовительных выработок с целью определения зон с большим количеством расплошившихся слабых контактов требует высокой квалификации



**Взаимосвязь между количеством трещин расслоения в кровле ( $N_{trr}$ ) и фактическим средним сопротивлением анкерной крепи ( $P_{cr}$ ) на первых четырех рядах анкеров от забоя в подготовительных выработках с породами кровли, в которых отсутствовали (-) или отмечались вывалы пород и разрушение анкеров (x)**

исполнителей и трудоемко, поэтому применение данного способа не целесообразно.

Нами разработан новый способ определения наличия в кровле зон с большим или малым количеством расслоившихся слабых контактов в прочных породах кровли. Этот способ основан на измерении с помощью динамометрического ключа фактического рабочего сопротивления первых от забоя 4 рядов сталеполимерных анкеров и оценке по его средней величине ориентировочного количества расслоившихся слабых контактов в кровле данного участка выработки.

Эти измерения не сложны и могут выполняться проходчиками под руководством горного мастера или другого представителя ИТР участка. Для определения фактического рабочего сопротивления одного анкера требуется не более 30-40 с. По данным наблюдений общие трудозатраты двух человек на

определение натяжения 16-24 анкеров составляют 24-40 чел-минут.

Для повышения точности определения рабочего сопротивления анкерной крепи на расстоянии 1-6 м от забоя необходимо предварительно смазывать резьбовую часть устанавливаемых анкеров и создавать при их установке с помощью динамометрического ключа стабильное начальное натяжение (20-30 кН).

После выемки очередного цикла забоя и установки временной крепи с разрушенной породы или с проходческой машины (комбайна) на четырех первых рядах, установленных в предыдущих циклах анкеров, производится определение рабочего сопротивления анкерной крепи.

Проверку предлагаемого способа определения наличия в кровле зон с наличием большого количества расслоившихся слабых контактов в прочных породах кровли производили в забоях шести подготовительных выработок на шахтах «Дальняя», «Ростовская», «Замча-

ловская», «Обуховская», «Садкинская» и «Гуковская».

На рисунке показана взаимосвязь между количеством трещин расслоения и фактическим средним сопротивлением анкерной крепи, и состоянием пород кровли на первых четырех рядах от забоев шести выемочных штреков с кровлей прочностью от 50 до 130 МПа угольных шахт Российского Донбасса в зонах опасных и неопасных по расслоению кровли.

Проведенные эксперименты показали, что если на первых четырех рядах анкеров от забоя подготовительной выработки среднее фактическое напряжение анкеров составляет 20-70 кПа, то на данном участке выработки в кровле имеется не более 0-3 штук трещин расслоения по слабым контактам, а высота зоны расслоения составляет обычно от 0 до 0,70 м. При этом вывалы пород и разрушения анкеров при дальнейшем поддержании таких участков выработок анкерной крепью с расчетным сопротивлением 120-150 кПа отсутствовали.

При средней величине фактической рабочей нагрузки на анкерную крепь на первых четырех рядах анкеров от забоя выработки от 70 до 170 кПа количество трещин расслоения изменяется от 4 до 17 штук, а высота зоны расслоения увеличивается от 0,7 до 3 м. На таких участках выработок в подавляющем большинстве случаев отмечалось разрушение пород кровли и анкерной крепи с расчетным сопротивлением 140-190 кПа.

Расчетный коэффициент линейной корреляции  $R_{расч}$  между  $N_{трр}$  и  $P_{ср}$  равен 0,897.

Так как,  $R_{расч} = 0,897 > R_{крит} = 0,251$  при уровне значимости 0,01 и числе степеней свободы 119, следовательно, гипотеза о значимой линейной связи между указанными показателями не может быть отвергнута. Индекс детерминации  $R^2_{расч} = 0,804$  подтверждает этот вывод, указывая, что 80,4% изменчивости  $N_{трр}$  обусловлено  $P_{ср}$ , и только 19,6% другими неизвестными факторами.

Между указанными признаками имеется регрессионная зависимость вида  $N_{трр} = -3,322 + 0,1092 P_{ср}$ , штук.

Данная зависимость верна в пределах  $31 \text{ кПа} < P_{ср} < 160 \text{ кПа}$ . Используя её можно со стандартной ошибкой не более 1,66 штук трещин определять по величине  $P_{ср}$  количество трещин расслоения в кровле.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность разработки достаточно точного и не сложного способа прогноза наличия в кровлях подготовительных выработок слабых контактов, по которым происходит расслоение пород кровли. Определяя зоны с наличием или практическим отсутствием расслоившихся контактов в породах кровли можно варьировать параметры анкерной крепи и тем самым не только обеспечить безопасность работ, но и получить значительный экономический эффект.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов С.Т., Воронин И.Н. Методическое пособие по изучению слоистости и прогнозу расслаиваемости осадочных пород. – Л.: ВНИМИ. – 1968. – 83 с.
2. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. М.: Недра, 1977. – 453 с.
3. Ямшиков В.С. Методы и средства исследования и контроля горных пород и массивов. М.: МГИ, 1968. – 263 с. ГИАБ

*Коротко об авторах*

Беликов А.В. – мл. научный сотрудник, ШахтНИУИ.

Рецензент д-р. техн. наук, доцент Колесниченко Игорь Евгеньевич.