

УДК 622.1

## К ВОПРОСУ МОНИТОРИНГА ПРИКОНТУРНОГО МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Карасёв Анатолий Вячеславович, студент гр. ГМс-211, 3 курс, КузГТУ  
Научный руководитель: Аушев Евгений Викторович, заместитель технического директора по научной работе и инновациям, ООО НИЦ-ИПГП «РАНК», Кемерово

Проблема контроля приконтурного массива горных пород подземных горных выработок обусловлена необходимостью получения надёжных методов прогноза, диагностики и контроля состояния массива, и параметров крепи.

Анкерное крепление в настоящее время является основным видом крепления горных выработок на шахтах Кузбасса. Годовые объемы крепления горных выработок анкерами достигают 60-70 % от общего объема крепления проводимых горных выработок, а на некоторых шахтах эти объемы достигают 90 %. Дальнейшее эффективное освоение технологии анкерного крепления позволит данному типу стablyно занимать позицию основного средства крепления подземных подготовительных горных выработок.

В соответствии с действующими в настоящее время нормативными документами [1] и [2], в шахте должен быть оборудован: комплекс систем и средств, обеспечивающих организацию и осуществление безопасности ведения горных работ; мониторинг параметров безопасности шахты и предупреждение условий возникновения опасности геодинамического характера; контроль деформационного состояния пород кровли реперами глубинными.

На сегодняшний день выделяют 5 основных методов контроля состояния горных выработок, закрепленных анкерной крепью:

1. *Определение типа кровли и сопротивления пород на сжатие;*
2. *Определение существующей трециноватости слоев и прослойков, пересекаемых скважиной в массиве пород кровли;*
3. *Контроль за деформационным состоянием массива горных пород;*
4. *Проверка фактической несущей способности стержней анкерной крепи;*
5. *Систематический контроль работоспособности анкерной крепи.*

Существует ряд других самостоятельных и комбинированных методов, которые отражены в научно-технической литературе и патентах.

На угольных и рудных шахтах для наблюдений и оперативного реагирования на сдвижения и расслоения толщи горных пород приконтурного массива в кровле, почве и боках выработки, контроля работоспособности анкерной крепи применяется метод глубинных реперов (метод 3) с использованием многореперных скважинные устройства с механическим измерением расслоения массива пород типа РГ-2 (СКЦ-2), РГ-3 (СКЦ-3) и др. Наблюдения ведутся в скважинах, пробурённых из горных выработок, в которых устанавливают реперы на различных уровнях от устья с регистрацией, передачей данных об изменениях состояния массива и контролем работоспособности анкерной крепи (метод 5).

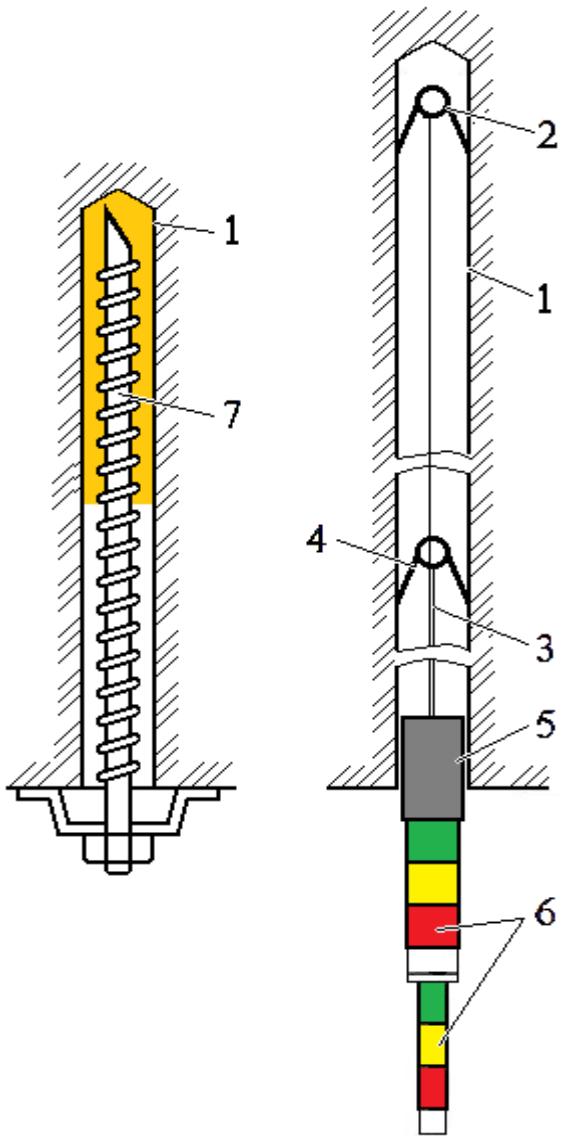


Рис. 1 схема мониторинга приконтурного массива горных пород подземных горных выработок: 1 – шпур; 2 – базовый (опорный) репер; 3 – гибкая связь; 4 – контрольный репер; 5 – устьевая трубка; 6 – индикатор; 7 – основная анкерная крепь (первого уровня);

В большинстве известных предлагаемых и применяемых технических решениях предлагается закрепление на различных уровнях скважины механическим способом глубинных реперов, имеющих механическую гибкую (проволочную) или жёсткую (штанговую) связь с замерным устройством, с визуализацией по цветным маркерам, шкалам, секторам и регистрацией перемещений реперов относительно устья скважины.

Авторами предлагается рассмотреть совмещенный вариант метода контроля за деформационным состоянием массива горных пород с одновременным контролем работоспособности анкерной крепи в режиме реального времени.

За основу взято сравнение применения в технике и технологиях некоторых современных методов измерений с преобразованием линейных перемещений элементов в электрические сигналы и дальнейшей их передачей.

Сегодня известны десятки конструкций датчиков перемещений - энкодерных, основанных на различных физических принципах получения электрического сигнала. К ним относятся оптические, резистивные, магнитные, индуктивные, механические, емкостные, магнитострикционные и др.



Рис. 2. Классификация энкодерных датчиков перемещений

Общим признаком принципа действия энкодерных датчиков является наличие подвижной/неподвижной шкалы и неподвижного/подвижного датчика перемещающихся относительно друг друга. Полученные линейные перемещения преобразуются в электрический сигнал, который поступает в регистрирующий электронный блок прибора. Принцип действия аппаратуры

основан на преобразовании линейных перемещений датчиком в электрические сигналы, которые фиксируются электронным блоком прибора.

Предлагается устройство контроля состояния массива пород и его крепления вокруг горных выработок различного назначения в подземных сооружениях. Сущность конструкции контроля 2 - х уровневого крепления анкерной крепью пояснена на рис. 3. В контрольной скважине (шпуре) 1, в донной части устанавливается базовый (опорный репер) 3, соединённый гибкой или жесткой связью 5 с одним из энкодеров 6. На промежуточных уровнях устанавливаются контрольные реперы 4. Кинематическое взаимодействие базового и контрольных реперов через гибкие или жесткие связи с энкодерами проявляется при деформациях и расслоениях пород приконтурного массива. Данные смещений передаются в регистрирующую аппаратуру МФСБ.

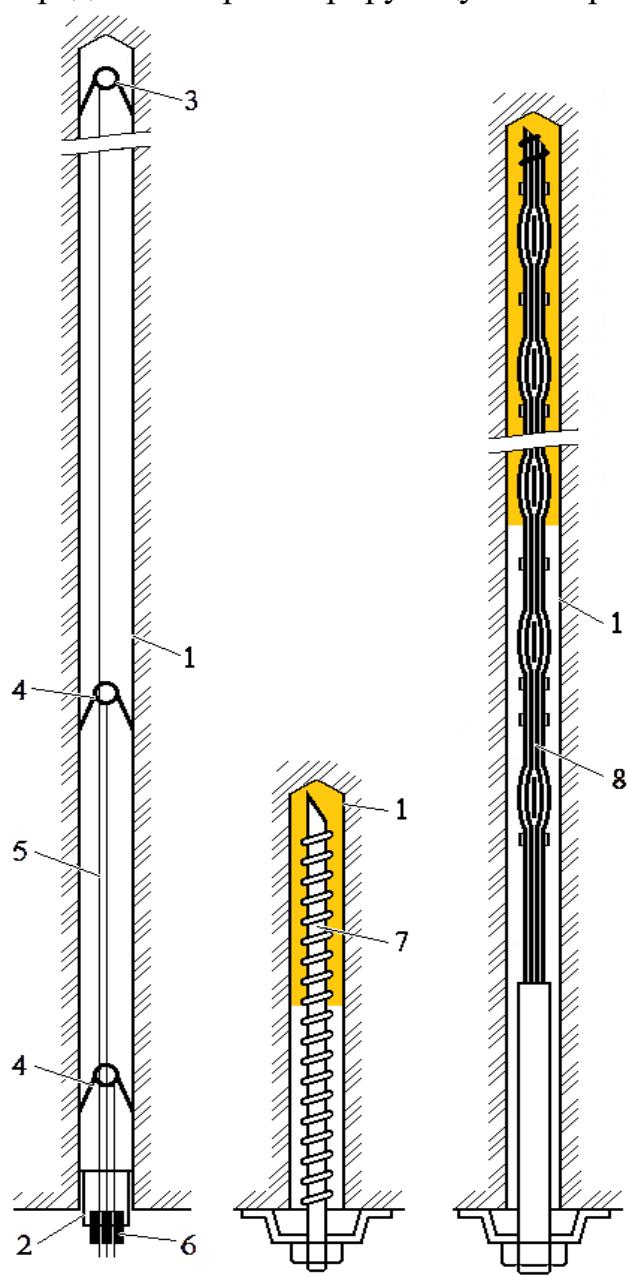


Рис. 3 схема мониторинга приконтурного массива горных пород

подземных горных выработок: 1 – шпур; 2 – устьевая трубка; 3 – базовый (опорный) репер; 4 – контрольный репер; 5 – гибкая связь; 6 - датчик линейных перемещений (энкодер); 7 – основная анкерная крепь (первого уровня); 8 – анкерная крепь усиления (второго уровня)

Лабораторная модель контроля деформаций приконтурного массива горных выработок представлена на рис. 4. В ней представлена имитация расслоений горных пород с регистрацией изменений величин деформаций



До проявления расслоений пород



При проявлении расслоений пород

Рис. 4 модель контроля деформаций приконтурного массива  
горных выработок

### **ВЫВОД:**

Предлагаемая конструкция устройства мониторинга приконтурного массива горных пород на основе емкостного линейного энкодера обладает следующими преимуществами:

1. механическая устойчивость к повышенным запыленности и влажности среды;
2. малые габаритные размеры устройства;
3. возможность установки в ограниченном пространстве (шпур, скважина малого диаметра);
4. возможность повторного использования устройства или его элементов;
5. дистанционный контроль с автоматической регистрацией геодинамических событий;

6. работоспособность в режиме реального времени;
7. контроль состояния всех уровней массива, закрепленного анкерной крепью;
8. исключение человеческого фактора;
9. простота, надежность конструкции;
10. минимальная стоимость;

### **Список литературы**

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 40. М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. 200 с.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 42. М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2015. 186 с.
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых». Серия 03. Выпуск 78. М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2016. 276 с.