

УДК 622.284:620.1.05

В.Г. Харитонов, А.В. Ремезов

## РЕЗУЛЬТАТЫ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КАНАТНЫХ АНКЕРОВ

Анализ отечественного и зарубежного опыта применения анкерного крепления показал, что использование анкеров позволяет резко сократить (до 50 %) трудоемкость возведения крепи и снизить (на 50-70 %) затраты по статье "материалы" в номенклатуре себестоимости сооружения выработки по сравнению с креплением горных выработок различным рамным креплением.

Другими важными преимуществами анкерного крепления являются: снижение числа аварий и повышение общей безопасности; упрощение технологии пересечения очистными забоями разрезных печей и сопряжений; снижение зольности угля и сокращение численности рабочих, занятых на креплении горных выработок.

Анкерное крепление применяется на шахтах Кузбасса с 60-х годов прошлого века. Развитие технологии и средств анкерного крепления на шахтах Кузбасса характеризуется периодичностью, связанной с изменением горно-геологических условий, совершенствованием технологии, техники для бурения шпуров, приборным и научным обеспечением. Начиная с 1995 г., на шахтах отмечен резкий рост объемов внедрения анкерного крепления (до 96 %) за счет внедрения сталеполимерных анкеров.

Вместе с тем, использование стандартной анкерной сталеполимерной крепи в сложных условиях (зоны влияния очистных работ, сопряжения подготовительных выработок с лавой, выработки шириной более 6 м) не гарантирует безопасность ведения работ. До настоящего времени сопряжения лав с примыкающими выработками, наиболее насыщенные различными механизмами и оборудованием,

являются опасными по травматизму участками в технологии подземной угледобычи. Так, например, на шахтах Ленинского рудника количество травм на сопряжениях колеблется от 2 до 7 в год, что составляет до 4,9 % от общего числа травм в очистных забоях.

Кроме того, значительная трудоемкость крепления сопряжений очистного забоя с примыкающими выработками, в том числе и механизированными крепями сопряжений, снижает его производительность. Доля трудоемкости этих работ достигает 9,6 чел.-смен на забой; в среднем по 25 очистным забоям 7 шахт Ленинского рудника она составляет 22,3 %, достигая 46,6 %.

Проведенные за рубежом и в нашей стране исследования показали возможность повышения безопасности и эффективности работ в сложных условиях в зоне опорного горного давления впереди очистного забоя за счет использования двухуровневой схемы крепления и применения канатных анкеров глубокого заложения для крепления примыкающих к очистному забою горных выработок в зоне влияния опорного давления.

Из опыта применения канатных анкеров в развитых угледобывающих стран известно, что применение канатных анкеров целесообразно в капитальных и подготовительных выработках, где наблюдаются большие горизонтальные напряжения, неустойчивая кровля или воздействие остаточного давления смежных выработанных пространств.

На стадии освоения технологии применения канатных анкеров отечественного производства необходимо детальное изучение их основных характеристик, разработка методики расчета параметров технологии крепления приkontурного мас-

тистик, разработка методики расчета параметров технологии крепления приkontурного мас-

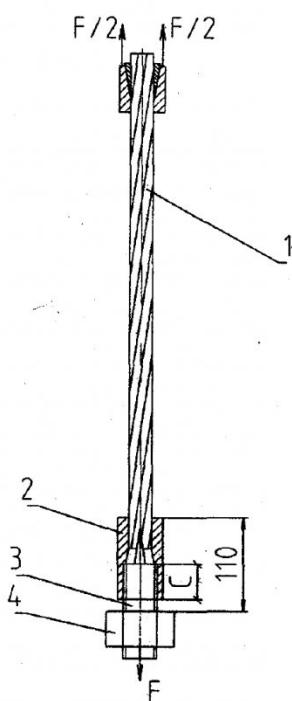


Рис. 1. Схема нагружения системы "гайка-шпилька-муфта-канат-захват": 1 – канат; 2 – муфта; 3 – шпилька; 4 – гайка

ства горных выработок анкерами глубокого заложения, разработка эффективной технологии установки и геомеханической оценки качества доупрочнения контура выработок канатными анкерами.

В соответствии с задачами исследований, разработанными шахтой совместно с сотрудниками кафедры РМПИ ГУ КузГТУ и Институтом Угля и углехимии СО РАН, разработана методика стендовых исследований канатных анкеров АК01.000, основу которых составляет арматурный канат К-7 диаметром 15,1 мм по ГОСТ 13840-68 (рис.1).

Объектами стендовых испытаний явились канатные ан-

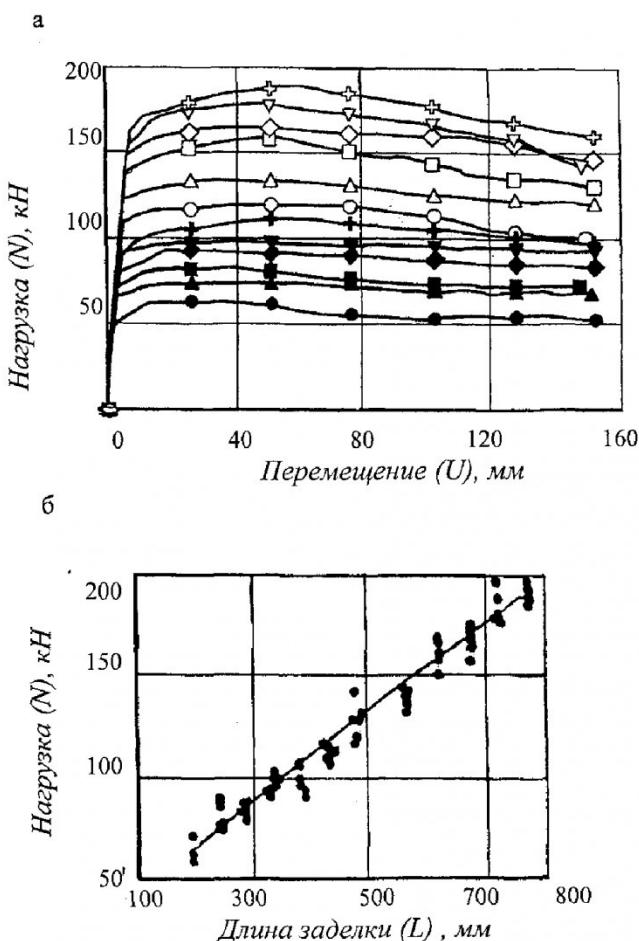


Рис. 2. Нагрузочные кривые:  
а) усредненные нагрузочные кривые по данным лабораторных испытаний канатных анкеров с цементным закреплением в искусственной скважине из бетона через 28 суток после закрепления. Длина цементной заделки:  
● – 203 мм; ▲ – 254 мм; ▲ – 305 мм; ♦ – 356 мм; ▼ – 406  
мм; † – 457 мм; ○ – 508 мм; Δ – 559 мм; □ – 610 мм;  
◆ – 660 мм; ▽ – 711 мм; † – 762 мм;  
б) максимальная несущая способность анкеров в зависимости от длины заделки смолой

керы, закрепляемые в искусственных скважинах диаметром 24 и 30 мм, твердеющими составами в ампулах на основе полизифирных смол и с минеральными композициями.

Стендовые испытания несущей способности материала канатных анкеров проводили на испытательном стенде ИУУ СО РАН, в который входили пресс ИП-1000 с тензометрической станцией СИ-2-1000-УХЛ4.2. Для испытания применялись анкера длиной 2023 м диаметром 15 мм. Концы анкеров закрепляли в специальных захватах. Нагружение производили

со скоростью 0,1-0,2 кН/сек. Схема нагружения системы "муфта-канат-шпилька-гайка" представлена на рис. 2, а результаты испытаний – на рис. 3. Испытаниям было подвергнуто 12 анкеров. Все анкеры были доведены до разрыва. Максимальные усилия разрыва составили 234-256 кН. Пряди каната рвутся по очереди. Сначала рвется одна прядь, затем при более низкой нагрузке 185-210 кН рвется следующая и т.д.

Выявлено, что крутизна нагрузочной характеристики данной системы и, соответственно, совершающей канатным анкером

работы сопротивления деформациям, зависит от максимального усилия ( $P_{max}$ ) предварительной опрессовки системы канатного анкера. Чем больше усилие ( $P_{max}$ ) опрессовки, тем больше параметр  $C$ , тем меньшая величина относительного смещения ( $C$ ) каната относительно муфты будет происходить в шахтных условиях.

Исследования нагрузочных свойств канатных анкеров проводили при ампульном способе их закрепления в искусственной скважине диаметром 30 мм. Канатные анкера закрепляли ампулами АМК с минеральной композицией и ампулами с полизифирной смолой. Диаметр ампул АМК составлял 24 мм. Длина каждой ампулы АМК – 450 мм. Перед введением в скважину ампулы замачивались

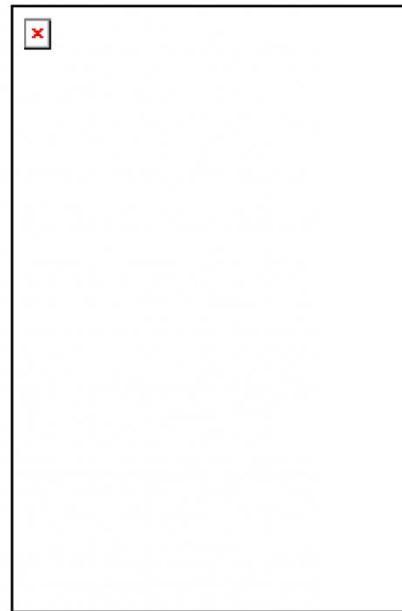


Рис. 3. Нагрузочная характеристика системы "цанговый захват-канат K7-хвостовик анкера":  
1 –  $P_{max} = 232 \text{ кН}; U = 40 \text{ мм}; C_0 = 31,2 \text{ мм};$   
2 –  $P_{max} = 231 \text{ кН}; U = 60 \text{ мм}; C_0 = 31,2 \text{ мм};$   
3 –  $P_{max} = 239 \text{ кН}; U = 67,5 \text{ мм}; C_0 = 21,5 \text{ мм};$   
4 –  $P_{max} = 240 \text{ кН}; U = 55 \text{ мм}; C_0 = 31,1 \text{ мм};$   
5 –  $P_{max} = 240 \text{ кН}; U = 62 \text{ мм}; C_0 = 32,0 \text{ мм};$   
6 –  $P_{max} = 241 \text{ кН}; U = 52,5 \text{ мм}; C_0 = 31,5 \text{ мм}$

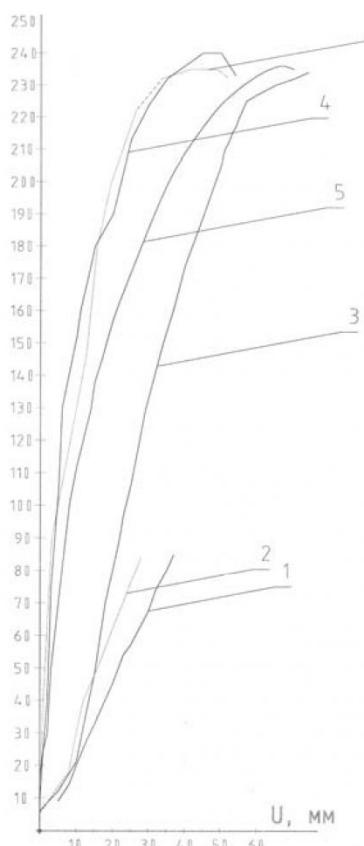


Рис. 4. Нагружочные характеристики канатных анкеров, закрепленных минеральными композициями

в течение 16 сек.

На рис. 4 представлены результаты осредненных нагрузочных характеристик канатных анкеров, закрепленных составами ампул АМК через 0; 3; 6 и 24 часа после закрепления анкеров (1 – нагружение сразу после закрепления двумя ампулами; 2 – нагружение сразу после закрепления тремя ампулами; 3 – нагружение через три часа; 4 – нагружение через сутки; 5 – нагружение через шесть часов; 6 – нагружение через три часа после закрепления ампулами с полизэфирной смолой). Перед испытаниями канатные анкеры предварительно опрессовывались до 12 тс.

Установлено, что характеристика прочности каната К-7 в опытах стабильна. Арматурный канат К-7, соединенный с опорной муфтой из стали 40Х, или из улучшенной стали 40, имеет среднюю прочность 238 и 239 кН, соответственно. При использовании для изготовления муфт стали 40Х, перемещения хвостовика каната с клином

относительно муфты на 1 % меньше, чем при использовании для изготовления муфт из улучшенной стали 40. Коэффициент вариации не превышает 2,7 %. Предельная прочность на разрыв отечественных канатных анкеров уступает канатным анкерам американских производителей на 8 %.

Результаты испытаний подтвердили паспортные характеристики канатов и надежность соединения муфт с канатом посредством клиновой втулки. Закрепление канатного анкера ампулами с полизэфирной смолой или ампулами с минеральной композицией на интервале 960 мм и более равнопрочное. Структура закрепляющей втулки плотная без разрывов сплошности, что обеспечивается наличием проволочно-го шнека на канате.

Конструкция канатного анкера и свойства, закрепляющие составы, обеспечивают надежное закрепление анкера и рекомендованы для промышленного применения.

□ Авторы статьи:

Харитонов

Виталий Геннадьевич

- директор ОАО "Шахта Заречная", аспирант каф. разработки месторождений полезных ископаемых

Ремезов

Анатолий Владимирович

- докт.техн.наук, проф. каф. разработки месторождений полезных ископаемых

**УДК 622. 274.442**

**А.С. Ташкинов, С.Г. Молотилов, О. Б. Кортелев, В. К.Норри**

## РАЗВИТИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

При добыче твёрдых полезных ископаемых открытым способом распространение получили технологические схемы с использованием автомобильного и железнодорожного транспорта. В этих схемах верхние уступы карьера отрабатываются экскаваторами с погрузкой горной массы в средства железнодорожного транспорта и вывозом их во внешний отвал. Эта часть рабочего борта карьера

служит зоной применения железнодорожного транспорта.

Отработку нижних уступов карьера осуществляют экскаваторами с погрузкой вскрышных пород с автосамосвалы, которые транспортируют ее к внутрикарьерным экскаваторным, эстакадным или комбинированным перегрузочным пунктам. На этих пунктах породы перегружаются в средства железнодорожного транспорта и также

вывозятся на внешние отвалы. Эта часть рабочего борта служит зоной применения так называемого комбинированного автомобильно-железнодорожного транспорта.

По мере развития горных работ и создания условий для увеличения глубины ввода железнодорожного транспорта, осуществляется перенос перегрузочных пунктов и начинается новый этап отработки карье-