

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ СОЗДАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ КРЕПЕЙ ДЛЯ ОХРАНЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

А.И.Ильин, ДонНИИ

Ю.Г.Литвинов, ДонНИИ

С.Д.Керкез, ГХК "Лисичанскуголь"

В.М.Теросипов, ГХК "Лисичанскуголь"

В.С.Керкез, ГХК "Первомайскуголь"

Металлическая арочная податливая трехзвенная крепь является преобладающей для крепления подготовительных выработок на Украине. Рассчитанная на симметричную нагрузку, арочная крепь хорошо себя зарекомендовала в зоне установившегося или равномерно распределенного по ее периметру горного давления, но картина резко меняется при асимметричной нагрузке.

В настоящее время для охраны пластовых штреков применяются, кроме естественных целиков угля, искусственные опоры в виде накатных костров, кустов, кусто-костров, железнобетонные тумбы и другие.

Исследованиями состояния подготовительных выработок установлено, что только комплексная оценка несущей способности средств охраны выработок, арочной крепи, влияния очистных работ может позволить выбрать правильное технико-технологическое решение по безремонтной эксплуатации пластовых штреков.

Учитывая дефицитность лесоматериалов, их подверженность горению и разрушению при длительном нахождении в агрессивной среде, совместно с Институтом проблем прочности НАН Украины выполнен поиск принципиально новых материалов для создания специальных крепей, устанавливаемых на сопряжении очистной и подготовительной выработок.

В качестве объекта исследований принята техническая керамика, которая имеет высокие прочностные свойства, не подвержена гниению, не выделяет

вредных веществ в шахтную атмосферу, не горит, не боится агрессивной среды и коррозии. Кроме того, необходимо отметить, что стоимость технической керамики значительно ниже стоимость дерева.

Характеристика технической керамики приведена в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
Плотность	г/см ³	2,22
Модуль Юнга	ε×10 ⁻⁴ кгс/см ²	0,71
Коэффициент Пуассона		0,23
Предел прочности на сжатие	кгс/см ²	127
Предел прочности на изгиб	кгс/см ²	7,8

Из технической керамики изготовлены шахтные стойки, представляющие собой отрезок трубы определенного диаметра и длины, параметры которых приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя		
		до 400	400-500	500-700
Диаметр	мм	100-200	200-300	300-400
Толщина стенки	мм	10-15	15-25	25-30
Несущая способность	кН	160	250	300
Масса, не более	кг	10	24	50

К недостаткам изделий из технической керамики следует отнести невысокую прочность при воздействии боковых ударных нагрузок. С целью защиты керамических стоек разработано их покрытие жидким стеклом и двумя витками каната на расстоянии 50-60 см от торца, а на внешнюю поверхность и торцы трубы, с помощью жидкого клея, нанесено покрытие из двух слоев хлопчатобумажной ткани.

Для определения предельной несущей способности стоек из технической керамики, а также для выбора наиболее эффективного способа сопряжения стоек с кровлей и почвой пласта, выполнены исследования несущих элементов на одноосное сжатие в условиях гидравлического пресса (5000 кН).

В качестве средств сопряжения стойки с кровлей и почвой, из многообразия испытываемых конструкций выбран поддон, в который вкладывались деревянные и резиновые прокладки общей высотой 30-35 мм.

В результате нагружения накатного костра из шпального бруса площадью 1 м², его несущая способность составила 1000 кН, при расходе лесоматериалов 0,5 м³. В этот же пресс были установлены 4 керамические трубы диаметром 205 мм и длиной 455 мм. Выполнен цикл нагружения до 1050 кН, разрушение керамических стоек не наблюдалось. Рабочая характеристика приведена на рис. 1, показывающая высокую жесткость несущих элементов, созданных на базе труб из технической керамики, податливость которых осуществляется только за счет смятия поддонов, при скорости нагружения 20 МПа/сек.

Указанная зависимость достаточно корректно описывается известным уравнением:

$$F = \exp(-A_1 \cdot \Delta h^2 + B_1 \cdot \Delta h); \quad (1)$$

где A_1 и B_1 – постоянные, вычисленные для полученных распределений изменения податливости методом наименьших квадрантов;

F – несущая способность элементов, кН;

Δh – переменная, характеризующая изменение податливости элементов в зависимости от характера нагружения.

Для каждого цикла статистических измерений значение переменной Δh определялось отдельно.

Приведенная на рисунке 1 зависимость соответствует уравнению:

$$F = \exp(-0,723 \cdot \Delta h^2 + 0,637 \cdot \Delta h).$$

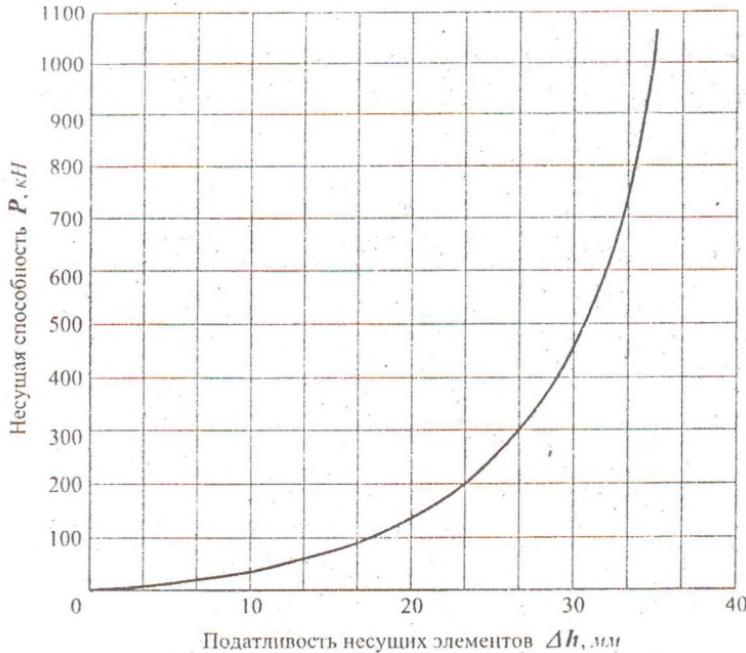


Рис. 1. Рабочая характеристика несущих элементов из 4-х керамических стоек

Отметим, что, учитывая высокую скорость нагружения, время нахождения несущих элементов под нагрузкой было минимальным. Шахтные крепи, как правило, требуют длительное обеспечение прочностных свойств, особенно на сопряжении очистных и подготовительных выработок. В связи с этим, выполнено исследование работоспособности стоек при длительном воздействии нагрузок на установке Р-120, куда помещалась керамическая стойка с расположенным по торцам поддонами из доски толщиной 15 мм, шириной 100 мм и резиновой прокладки толщиной 2,0 мм.

Нагружение стойки производилось ручным насосом испытательным давлением 24 МПа, что соответствовало величине сжимающего усилия 102 кН. В процессе испытаний происходило смятие и уплотнение деревянных прокладок

и, как следствие этого, уменьшение величины нагрузки, что компенсировалось путем подкачки ручным насосом. График изменения нагрузки во времени приведен на рис. 2.



Рис. 2. График изменения длительной нагрузки на керамическую стойку

При проведении промышленных испытаний в шахтных условиях, на соединении очистной и подготовительной выработок устанавливались керамические стойки по шесть штук в каждой опоре подбрасывая по кровле и почве пласта с расстоянием $1,0 \times 0,9$ м друг от друга. В процессе эксплуатации керамических стоек производились исследования сдвигений боковых пород – как в очистной выработке, так и подготовительной, как с обычными деревянными накатными кострами, так и с керамическими стойками – в течение двух месяцев.

В результате выполненных исследований установлено:

- технологичность монтажа керамических стоек;
- снижение трудоемкости монтажа стоек на 20% в сравнении с деревянными кострами;
- снижение на 25% стоимости по расходу материала в сравнении с деревянными кострами.

Сдвигение боковых пород на сопряжении очистной и подготовительной выработок оценивались по результатам измерений смещений стойками СУН, а в очистном штреке – в замерных станциях, представляющих собой контурный репер по подошве штрека и две маркированные точки на раме спецпрофиля в районе замковой части арочной крепи.

Исследованиями установлено, что, при применении керамических стоек, сближение боковых пород на сопряжении лавы с подготовительной выработкой снизилось на 14% по сравнению с обычными деревянными кострами, а в штреке – на 35%.

Выводы

Подтверждена целесообразность применения, на сопряжении очистной и подготовительной выработок, крепи из нетрадиционного материала – технической керамики по:

- технологичности возведения;
- стоимости подготовки и возведения;
- безопасности применения в шахтных условиях;
- достаточной несущей способности.