

## ИСПЫТАНИЯ НАБРЫЗГ- И ФИБРОБЕТОННОЙ КРЕПЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФИБРОБЕТОНА

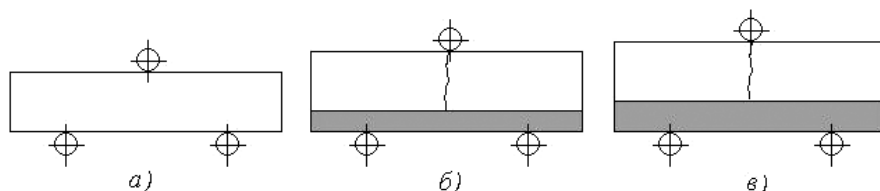
*В.В. Коваленко, Е.Е. Дудля, Е.Е. Терещук, Национальный горный университет, Украина*

Рассмотрены вопросы увеличения срока службы крепи при проходке капитальных, а в некоторых случаях и основных подготовительных выработок. Установлено, что перспективным является использование набрызгбетона, армированного фибрами. Исследования деформирования набрызгбетона, предварительного ослабленного трещиной и впоследствии восстановленного с использованием фибробетона, позволяет значительно повысить работоспособность крепи.

**Актуальность.** При креплении капитальных, а в некоторых случаях и основных подготовительных, выработок большое распространение получила набрызгбетонная крепь. Высокая степень механизации работ и другие преимущества технологии набрызга обеспечили данному виду крепи широкие возможности для применения в шахтном строительстве. Одним из главных недостатков данной крепи является ее ограниченная область работы – в режиме установившегося давления и предельных смещений, определяемых в достаточно широком пределе – от 20 до 160 мм. Это ограничивает фактический срок службы крепи. Для обеспечения работы материала крепи на изгиб в области значительных напряжений и деформаций со стороны породного массива наиболее перспективным является использование набрызгбетона армированного фибрами. В результате армирования волокнами он способен работать без потери устойчивости в случае возникновения в бетонном теле трещины. При использовании слоя фибробетона обеспечивается перераспределение напряжений, возникающих в крепи, с набрызгбетона на фибробетон. За счет этого увеличивается предел прочности на изгиб для материала крепи.

**Цель работы.** Лабораторные исследования деформирования набрызгбетона, предварительно ослабленного трещиной и впоследствии восстановленного с использованием фибробетона.

**Основная часть.** Для проведения испытаний использована стандартная методика испытаний призм на растяжение при изгибе. Основным отличием являлось то, что на предварительно ослабленный трещиной образец наносилось покрытие из фибробетона. В зависимости от толщины покрытия определялась способность фибробетона сопротивляться изгибающим усилиям во взаимодействии с бетонным образцом. Схема испытаний представлена на рис 1.



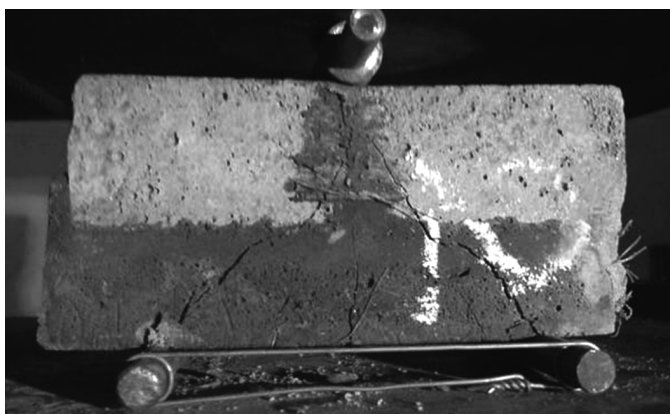
*Рис. 1. Схема проведения испытаний фибробетонного покрытия на изгиб:  
а – стандартный образец, б – восстановленный образец (толщина слоя  $h_1$ ),  
в – восстановленный образец (толщина слоя  $h_2$ )*

Предварительно, образцы, приготовленные из цементно-песчаного раствора, испытывались на изгиб. После их разрушения в результате образования плоскости скола осуществлялось восстановление образца. Обе поверхности скола покрывались тонким слоем цементного раствора. Затем на горизонтальную поверхность образца наносился слой фибробетона. После уплотнения фибробетона на вибростол образцы выдерживались в

течение 28 суток.

На снимках (рис. 2 – 4) видна совместная работа набрызгбетона и фибробетона. Сверху, со стороны нагружающего пуансона находится основное покрытие, на которое наносится находящееся под ним восстанавливающее покрытие. В ходе экспериментов исследовалась способность совместной работы основного и восстанавливающего покрытий. Восстанавливающее покрытие представляло собой набрызгбетон, армированный жестким волокном. Основное покрытие варьировалось – без армирования (рис. 2), с армированием извилистой фиброй (рис.3) с армированием жесткой фиброй (рис. 4). В большинстве случаев новая трещина проходила вне области предварительного нарушения. Скол по фибробетону состоял из нескольких трещин. Во всех случаях лабораторные испытания завершались до исчерпания образцом своей деформативной способности, что подтверждает целесообразность восстановления набрызгбетонных покрытий и последующую их работу с обеспечением несущей способности крепи в стадии трещинообразования, а, следовательно, поддержание устойчивости выработки.

Установлено, что максимальное разрушение образца наблюдалось в случае основного покрытия, армированного извилистой фиброй (рис. 3) и соответствовало меньшим деформационным характеристикам в сравнении с рассмотренными вариантами. В остальных случаях (рис.2 – 4), наблюдалась большая сеть мелких трещин и меньшая интенсивность их раскрытия. Диаграммы в координатах «нагрузка-деформация» рассмотренных вариантов представлены на рис. 5 – 7.



*Рис. 2. Основа – набрызгбетон, восстановленное покрытие – фибробетон с жесткой фиброй*



*Рис. 3. Основа – фибробетон с извилистой фиброй, восстановленное покрытие – фибробетон с жесткой фиброй*



Рис. 4. Основа и восстановленное покрытие – фибробетон с жесткой фиброй

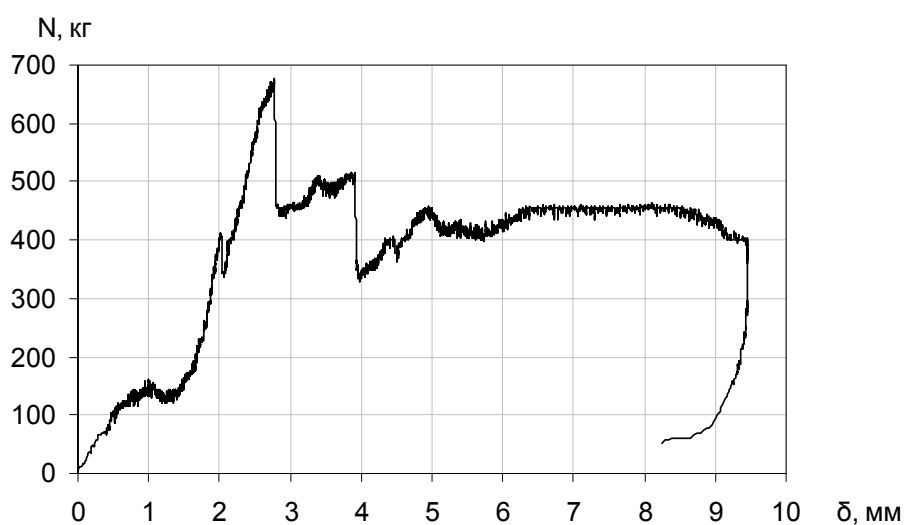


Рис. 5. Диаграмма «нагрузка-деформация прогиба» для образца №2.

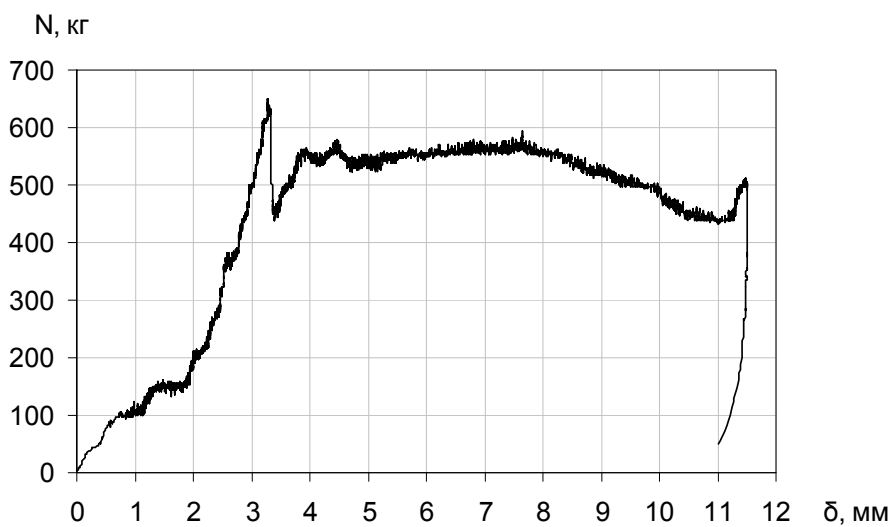


Рис. 6. Диаграмма «нагрузка-деформация прогиба» для образца №6.

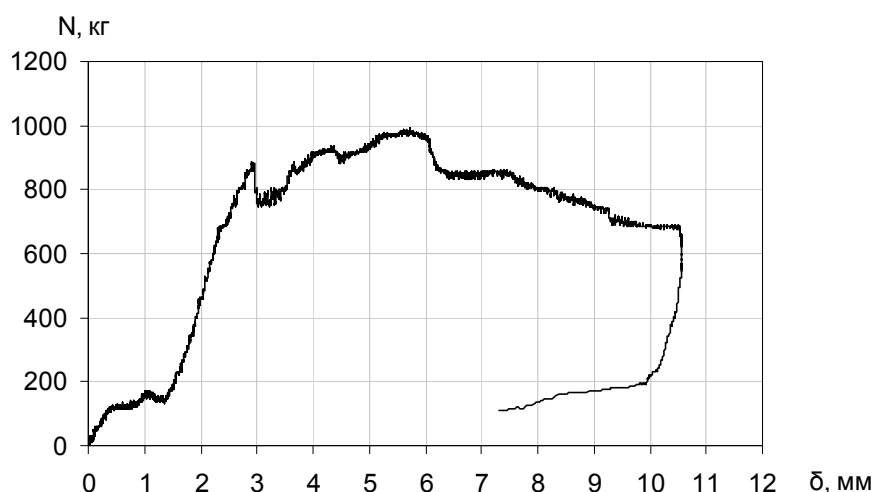


Рис. 7. Диаграмма «нагрузка-деформация прогиба» для образца №7.

Из диаграмм видно, что наименьшей работоспособностью обладают образцы без армирования основания полимерными волокнами. При армировании основы образца извилистой фиброй разрушающая нагрузка остается прежней, как и в случае отсутствия волокон в основе, при этом увеличивается работоспособность образца после формирования сетки основных трещин. При армировании жесткими волокнами достигается улучшение прочностно-деформационных характеристик образца, что проявляется в увеличении значения разрушающей нагрузки и характера изменения кривой деформирования после образования трещин в образце. Предельные напряжения, которые возникают в образцах, с учетом максимальных напряжений, определенных по формуле  $R_{изг} = 3Nl/2bh^2$ , приведены в табл.1

Таблица 1

#### Основные параметры образцов

№ п/п	N, кг	l, мм	b, мм	h, мм		R <sub>изг</sub> , МПа	Увеличение несущей способности, %	Армирование фиброй (основное покрытие / восстановленное покрытие)
				Основной слой, мм	Восстановленный слой, мм			
1–3	665	100	40	41	28	5,1	100	– / жесткая фибра
4–6	642	100	40	40	22	6,2	122	извилистая фибра / жесткая фибра
7–9	978	100	40	41	26	8,17	160	жесткая фибра / жесткая фибра

Как видно из табл. 1, предел прочности образцов на изгиб в случае восстановления значительно увеличивается и может отличаться более чем на 60% (образцы 7-9) в сравнении с контрольными образцами (образцы 1 – 3). Исходя из представленных данных следует, что восстановление набрызгбетона может обеспечить восстановление исходных прочностных показателей образца за счет усиления сечения фибробетоном.

#### Выводы.

1. Использование армированного волокнами набрызгбетона обеспечивает повышение работоспособности образца. Положительный эффект от восстановления покрытием из фибробетона наблюдался и на фибробетонных образцах, армированных как извилистой так и жесткой фиброй.

2. «Порядок проведения огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки» утвержденного Постановлением Кабинета министров Украины от 26 мая 2004 года №687.

3. НПАОП 0.00-1.34 «Єдині правила при розробці рудних, нерудних і розсипних родовищ підземним способом».