

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.284.74(571)

В.Е. Ануфриев, В.В. Барковский, Л.В. Сизикова, А.А.Ренев

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМБИНИРОВАННОГО АНКЕРА С НЕОТВЕРЖДЕННОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ ПРИ ЕГО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМ НАГРУЖЕНИИ

Для ограничения расслаивания упрочняемой анкерами кровли горных выработок создается некоторое предварительное натяжение анкеров.

При неустойчивых кровлях шахт Ленинск-Кузнецкого месторождения (пл. Бреевский, ш. «Комсомолец», пл. Полясаевский 2, ш. «Октябрьская») в 20 м от забоя может формироваться контур неустойчивой кровли на высоту до 2,4 м. Если при дальнейшем удалении забоя кровлю не упрочнять, то при ширине выработки 4-4,5 м может развиваться на высоту до 3,5-4,5 м (пл. Бреевский, южная прирезка ш. им. С.М. Кирова). Непосредственно у забоя (1,5 м) высота контура неустойчивой части кровли может достигать 1-1,3 м. Вследствие этого анкеры, устанавливаемые у забоя должны подвешивать породы неустойчивой части кровли к устойчивой, то есть устанавливаться с предварительным натяжением не менее 25-35 кН.

Как известно [1], комбинированный анкер закрепляется, как и сталеполимерный ампульным способом минеральной композицией (МК). Отвердителем МК является вода. Скорость отверждения МК значительно (в 7-9 раз) ниже скорости отверждения полизифирной смолы. Однако механизм взаимодействия головки комбинированного анкера с неотверженной МК позволяет создавать в ней значительную сдвиговую прочность.

Конструкция анкера [2] представляет комбинацию без-

замкового анкера ампульного закрепления (железобетонного, сталеполимерного) с винтовым. В отличие от винтового, комбинированный анкер имеет винт с крупным шагом, содержащий 1,5 витка с диаметром, меньшим диаметра шпура на 1,5-2 мм.

В процессе предварительного натяжения гайкой анкер перемещается к устью шпура. Неотверженный раствор МК под винтом, взаимодействуя с негладкими стенками шпура и анкера, подвергается сдвиговым деформациям. Вследствие малого кольцевого зазора (1,5-2 мм) между винтом и стенками шпура, вязкости раствора под винтом при перемещении анкера в МК создается некоторое объемное сжатие со сдвигом. При этом гидратирующий раствор обезвоживается. Вода уходит через поры и трещины стенок шпура. Под винтом образуется некоторая область (~5-6 диаметров шпура) переуплотненного «обезвоженного» материала МК, в котором твердые частицы утратили возможность вращения и перетока, МК приобрела свойство сопротивляться сдвигу. Это сопротивление сдвигу обеспечивает предварительный начальный распор при взаимодействии анкера со стенками шпура через неотверженную МК без ожидания времени ее отверждения. Остальная рельефная часть анкера при перемещении также подвергает МК сдвиговым деформациям и вызывает рост ее по мере относительного смещения. Определяющую роль в росте сопротив-

ления сдвигу играет кольцевой зазор между винтом и стенками шпура, а также величина перемещения анкера в процессе предварительного натяжения и время начала нагружения с момента установки анкера. Для проектирования комбинированного анкера необходимо установление зависимости нагрузочной способности анкера от влияющих факторов.

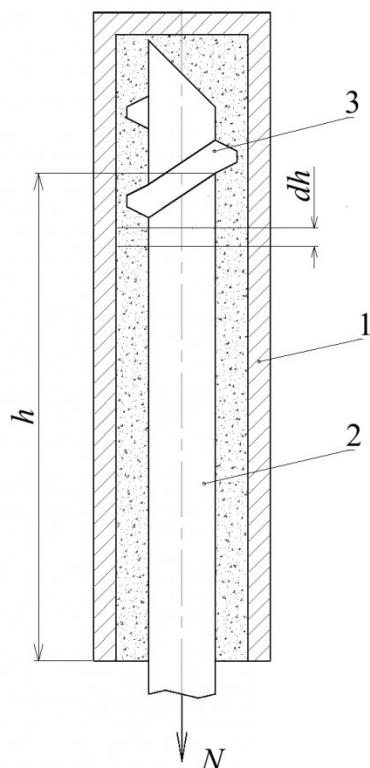


Рис. 1 Схема к расчету нагрузочной способности комбинированного анкера при его предварительном натяжении : 1 – искусственная скважина; 2 – грузонесущий стержень; 3 – винт анкера

Экспериментально установлено следующее:

- изначально, при смещении (U) анкера к устью шпура $U=0$, начальное натяжение $N_0 \neq 0$ из-за приложения к анкеру крутящего момента от буровой машины $M_{kp} \neq 0$;

- осевое усилие (N) предварительного натяжения зависит от следующих факторов:

U – смещение анкера,

S_k – площадь кольцевого зазора между винтом головки анкера и стенкой шпура,

Δt – промежуток времени от начала установки до нагружения анкера,

h – длина закрепляющей втулки (заделки),

τ_0 – начальное сопротивление сдвигу.

Проведем два поперечных сечения через столб раствора (рис. 1) под винтом анкера. Если расстояние dh между сечениями мало, то можно считать, что плотность раствора в этом сечении столба постоянна. Перемещение винта на величину $dU=dh$ вызывает увеличение давления dp в растворе. Под действием силы N приращение перемещения вызывает тем больший прирост давления dp , чем меньшая площадь S_k кольцевого зазора между винтом и стенками шпура. С другой стороны прирост давления пропорционален плотности ρ раствора МК.

Приращение давления, отнесенное к площади кольцевого зазора,

$$\frac{dp}{S_k} = \rho \cdot dU \quad (1)$$

Плотность ρ раствора МК пропорциональна давлению p :

$$\rho = cp \quad (2)$$

С учетом (2) получаем дифференциальное уравнение:

$$\frac{dp}{S_k} = c \cdot p \cdot dU \quad (3)$$

Приближенно можно считать, что давление p равно отношению силы N к площади S

контакта винта с раствором МК, то есть $p=N/S$, а приращение

$$\Delta p = \frac{dN}{S} \quad (4)$$

где S – площадь контакта винта с раствором МК,

N – осевое усилие, приложенное к стержню анкера.

Окончательно, с учетом (4) дифференциальное уравнение (3) преобразуется к виду:

$$N = \frac{1}{cS_k} \frac{dN}{dU} \quad (5)$$

Решение уравнения (5) имеет вид:

$$N = N_0 e^{\frac{a}{S_k} U} \quad (6)$$

где a – эмпирический коэффициент,

$S_k = \pi(r_w^2 - r_b^2)$ – площадь кольцевого зазора между винтом головки анкера и стенкой шпура,

N_0 – начальное осевое усилие предварительного натяжения.

Начальное осевое усилие предварительного натяжения зависит от сдвиговой прочности раствора и условий его уплотнения в процессе введения анкера в раствор в шпуре путем вкручивания в МК и времени гидратации. В процессе гидратации раствора МК сдвиговая прочность (τ) пропорциональна скорости набора прочности. Этот процесс описывается уравнением

$$\tau(t) = c_1 \frac{d\tau}{dt}, \quad (7)$$

с решением вида

$$\tau = c_1 e^{bt} \quad (8)$$

где $c_1 = \tau_0$ – начальная сдвиговая прочность раствора МК после его перемешивания с водой.

Начальное осевое усилие предварительного натяжения через сопротивление сдвигу на контакте со стержнем анкера

$$N_0 = \tau \cdot \pi \cdot h \cdot d \quad (9)$$

где τ – сдвиговая прочность

раствора МК,

h – интервал закрепления МК по длине анкера,

d – диаметр груzonесущего стержня анкера.

Подставляя в (9) выражение (τ) из (8), получим

$$N_0 = \tau_0 \cdot \pi \cdot d \cdot h \cdot e^{b \cdot t} \quad (10)$$

С учетом (10) уравнение (6) примет вид:

$$N = \tau_0 \cdot \pi \cdot h \cdot d \cdot e^{\frac{a}{S_k} U + b \cdot t} \quad (11)$$

Определение неизвестных коэффициентов a , b и константы $A = \tau_0 \pi d$ осуществлялось на массиве данных по результатам стендовых испытаний нагрузочных свойств анкеров при их предварительном нагружении. Диапазон смещений (U) анкера был ограничен 11-17 мм. Начало нагружения осуществлялось через 5, 7, 9, 13 минут после начала установки анкера. Интервал закрепления (h) в искусственной скважине изменялся от 300 до 630 мм. Во всех опытах скорость нагружения была одинаковой. Испытательный стенд сооружен на базе пресса ИП-1000 с тензостанцией СИ-2-1000-УХЛ4.2. Измеряемыми величинами являлись N_i , U_i , t_i , h_i . Размер переуплотненной зоны МК под винтом анкера измерялся после рас-

$N, \text{Н}$

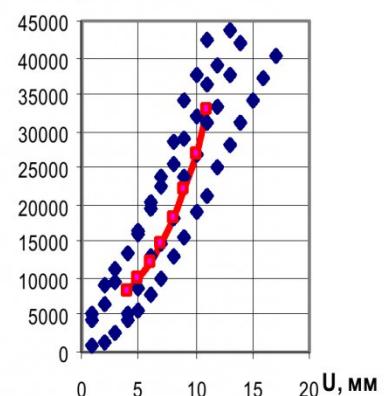


Рис. 2 Нагрузка на анкер в процессе его предварительного натяжения

◆ Экспериментальные значения
□♦□ Аппроксимация по средним значениям h и t

крытия искусственной скважины.

При определении неизвестных коэффициентов в уравнении (11) методом наименьших квадратов оно было преобразовано к виду:

$$\ln N = \ln \tau_0 \pi h d + \frac{a}{S} U + b t \quad (12)$$

Для анкеров АКМ20, закрепляемых ампулами АМК, определяемые параметры имеют значения:

$$\frac{a}{S} = 0,172; b=0.11; \tau_0 = 0,06.$$

С учетом вычисленных значений коэффициентов, уравнение (7) примет вид:

$$N = 0,06 \pi \cdot h \cdot d \cdot e^{\frac{1567}{S_k} U + 0,11 t} \quad (13)$$

Рис. 2 иллюстрирует зависимости нагрузки на анкер в процессе его предварительного натяжения.

Таким образом, при проектировании параметров комбинированного анкера, например в связи с переходом на другой диаметр шпура и анкера, имеется инструмент для прогноза нагрузочной способности анкера с момента его установки, знание которого необходимо для разработки технологического регламента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ануфриев В.Е., Барковский В.В. Взаимодействие беззамковых анкеров с приконтурным массивом выработки./ Проблемы ускорения научно-технического прогресса в отраслях горного производства. Труды Международной научно-практической конференции. 27-29.11.2002 г. Москва: ИГД им. А.А.Скочинского. - 7с
2. Патент № 2201506. Анкер. Опубликован 27.03.2003 Бюл. № 9.

□ Авторы статьи:

Ануфриев Виктор Евгеньевич - канд. техн. наук, старший научный сотрудник ИУУ СО РАН	Барковский Владимир Владимирович - ведущий программист ИУУ СО РАН	Сизикова Людмила Венедиктовна - ведущий научный со- трудник ОАО «Кузни- шахтострой»	Ренев Алексей Агафонелович - докт. техн. наук, проф. каф. разработки месторо- ждений полезных иско- паемых подземным спосо- бом
-------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

УДК. 622. 333: 658. 387.62

М.Д. Войтов, А.О. Брижак

ОТРАБОТКА ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ БЕЗ МОНТАЖНО-ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ

При ведении горных работ на многих шахтах Кузбасса на значительных глубинах резко проявляется горное давление, что приводит к увеличению металлоемкости очистного оборудования и отрицательно сказывается на сроках перемонтажа комплексов.

В условиях нарушения сплошности месторождений, когда средняя длина выемочных столбов составляет 500-700 м, частота монтажно-демонтажных работ и их трудоемкость возрастают. Традиционная комплексно-механизированная технология отработки выемочных участков длинными столбами по простирианию, по падению, по восстанию не решает проблему повышения времени эффективной работы забоев из-за

потери времени на монтажно-демонтажных работах.

Поэтому, в целом, необходимо разработать способ, обеспечивающий повышение эффективности использования технических средств, надежности процессов, производительности труда и уменьшение тру-

доемкости работ. Известно, что трудоемкость работ, не связанных с выемкой угля (проведение и поддержание выработок, погрузка угля и обслуживание механизмов, монтаж и демонтаж комплексов, конвейерных линий,), составляет 50-65 % трудоемкости работ по добыче

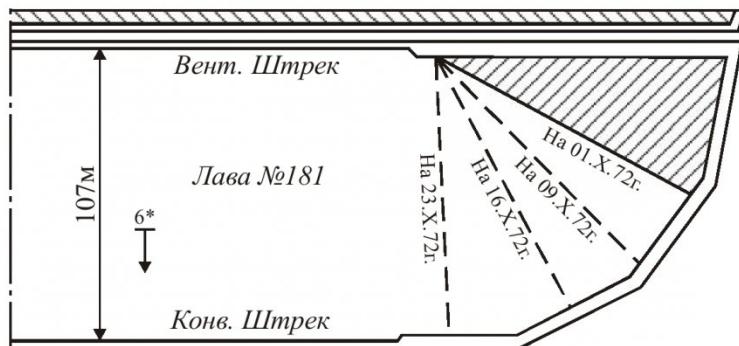


Рис. 1. Лава №181 на пласте Толмачевском