

УДК 622.283.74

М.Д. Войтов, И.И. Харитонов, В.В. Емельянов

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ И НАГРУЗОЧНЫХ СВОЙСТВ АНКЕРНОЙ КРЕПИ

Для поддержания подземных выработок на шахтах в угольной и горнорудной промышленности в настоящее время широко применяется анкерное крепление. Оно достаточно эффективно замедляет процессы расслоения пород кровли, препятствует возникновению вывалов пород, обнажаемых в процессе проходки выработок. Несущая способность анкера определяется прочностными возможностями его конструктивных элементов, а также силами, удерживающими стержень анкера в скважине.

Лабораторные и шахтные испытания анкеров АК01, АКМ20.01-05, АКМ20.01 производства группы предприятий ООО «АМК» и ООО «РАНК2» проводились в испытательном центре ЗАО «СИПР с ОП» (Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством). Центр имеет аккредитацию на независимую и техническую компетентность в системе выполнения расчетов, поверочных и испытательных работ.

В лабораториях центра были проведены ис-

из стального семипрядевого проволочного каната 15 К7 диаметром 15,2 мм ГОСТ 13840-68 с местными узлами уширения, образованными вплетениями между жилами каната дополнительной проволоки, опорной муфты которая с наружной поверхности имеет винтовой профиль и гайки для взаимодействия с опорным элементом.

Испытания анкеров проводились на гидравлической разрывной машине МРГ-600. При увеличении нагрузки на анкера свыше 170 кН отрывались проволочные шнеки предназначенные для вкручивания в состав с минеральной композицией, происходило постепенное раскручивание проволок каната, после чего следовал поочередный их обрыв. Во всех опытах при обрыве каждой новой проволоки сопротивление анкера нагрузке снижалось. Максимальное удлинение анкеров составило 65 - 80 мм. Кривые «нагрузка - деформация конструкции анкера» для этих анкеров приведены на рис. 1 и 2.

По результатам лабораторных испытаний можно сделать выводы что максимальная несущая

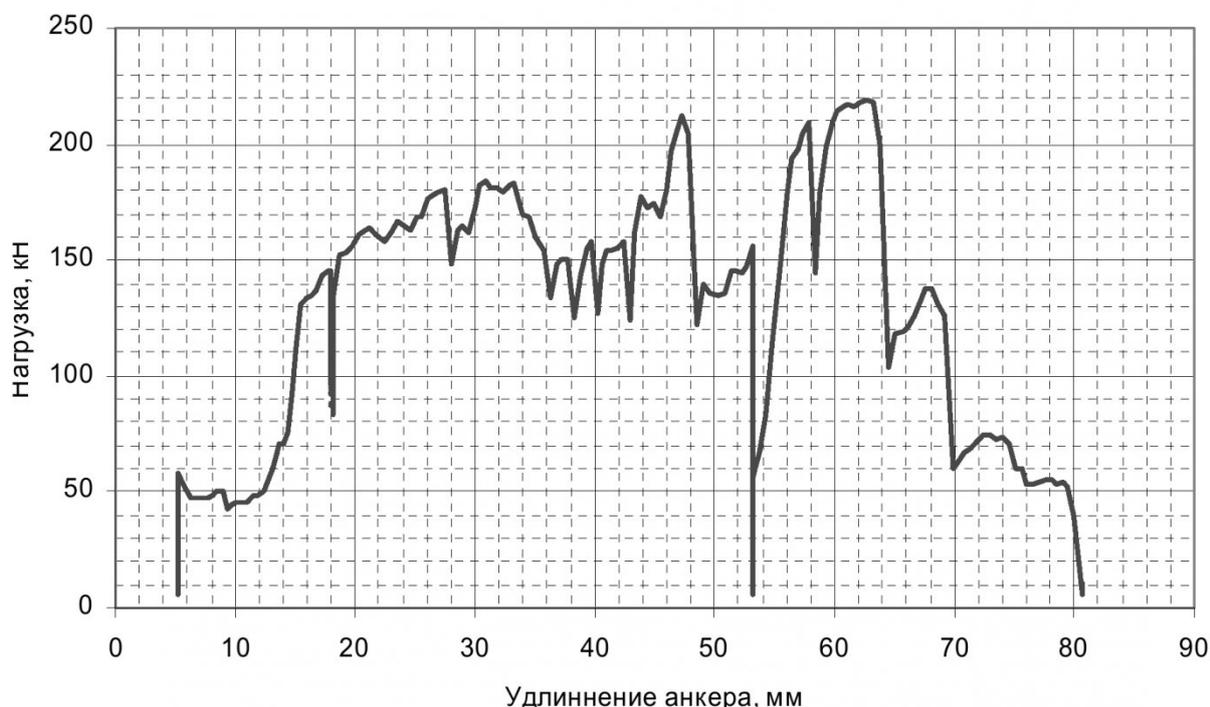


Рис. 1. Результаты лабораторных испытаний анкера АК01, опыт №1

пытания двух канатных анкеров АК01 длиной 3 м на величину разрывных усилий, а также исследовали прочностные характеристики минеральной композиции ампул АМК. Канатный анкер АК01, состоит из грузонесущего стержня, выполненного

способностью анкеров АК01 составляет 220 кН, и напрямую зависит от свойств стального каната из которого изготовлен анкер, узел соединения муфты с канатом может выдерживать нагрузку свыше 220 кН.

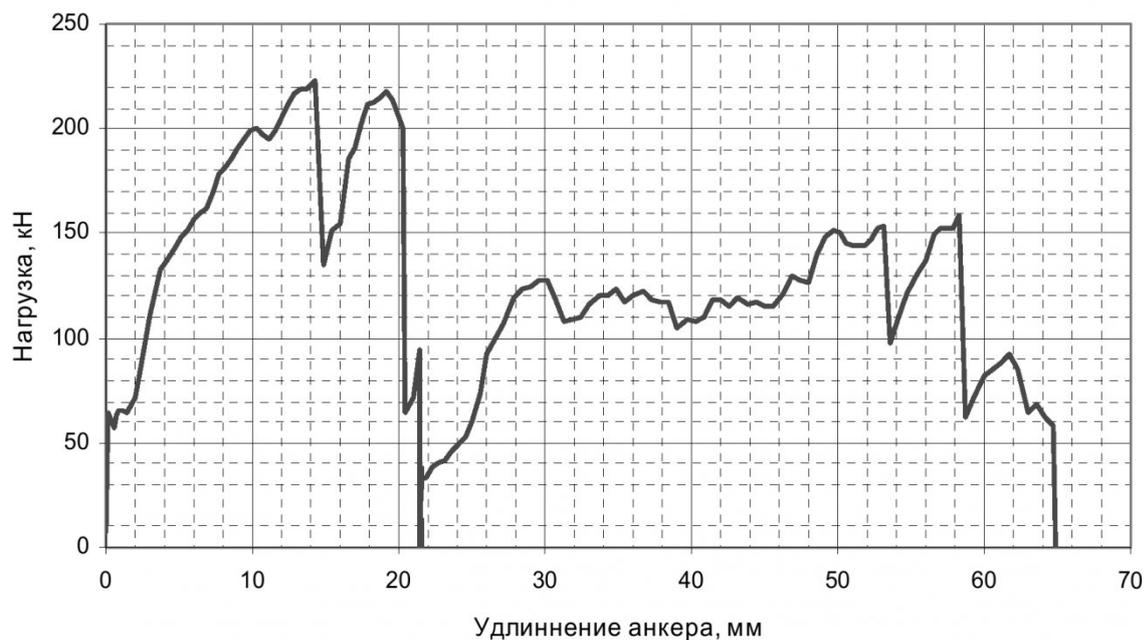


Рис.2. Результаты лабораторных испытаний анкера АК01, опыт №2

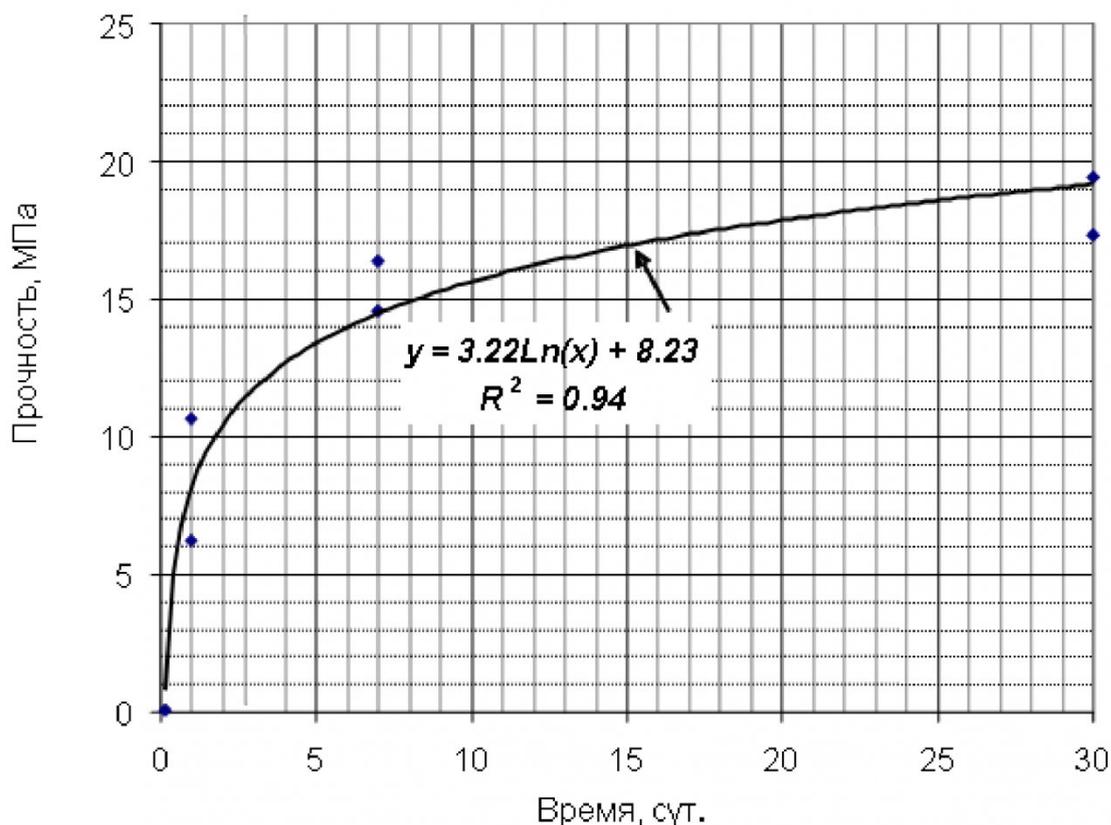


Рис.3. Результаты испытаний на одноосное сжатие образцов, изготовленных из смеси АМК

Для испытаний скрепляющего состава из ампул АМК были изготовлены образцы размером 50×50×50 мм в количестве 6 штук. После чего их раздавливали на прессе ПСУ-50 в условиях одноосного сжатия. Первая пара образцов была испы-

тана спустя сутки, вторая - спустя 7 суток, третья - спустя месяц после заливки в формы смеси АМК. Результаты испытаний образцов в виде графика зависимости их кубиковой прочности на одноосное сжатие от времени приведены на рис. 3.

В шахтных условиях испытания проводились в сбойке околоствольного двора горизонта -440 м.рудника ОАО «Белоруськалий». Выработка имела арочную форму с шириной и высотой 3 м. Породы кровли сложены в основном слоями каменной соли с прослойками сильвинита и глины. Средняя прочность пород кровли на одноосное сжатие, полученная путем отбора керна составила 29 МПа. Для испытаний были использованы 4 анкера типа АК01 (опыты № 1-4), 3 анкера типа АКМ20.01 (опыты № 5-7) и 3 анкера типа АКМ20.01-05 (опыты № 8-10).

Арматурный анкер АКМ20.01 состоит из грузонесущего стержня, выполненного из двух отрезков арматуры, шайбы опорной и гайки. Хвостовик анкера изготавливается из арматурной стали винтового профиля № 20, а остальная его часть - из арматурной стали гладкого или периодического профиля № 20. Головной конец анкера снабжен винтовой втулкой. Гайка с одной стороны имеет выштамповку под ключ 32 мм, со второй стороны - выпуклую шарообразную сферу. Параметрический ряд выпускаемого анкера 1,5 - 3 м с шагом 0,1 м. Анкер закрепляется в скважине минеральной композицией, заключенной в ампулы АМК. Расчетная несущая способность анкера - 110 кН. Длина анкеров предоставленных к испытанию - 1,5 м.

Комбинированный анкер АКМ20.01-05 состоит из цельного грузонесущего стержня, соединенного сваркой с опорным винтом длиной 340 мм, опорной шайбы и гайки. Для перемешивания закрепляющего состава ампул на забойной части стержня анкера навита и закреплена сваркой спираль из проволоки диаметром 3 мм. Опорный винт анкера и гайка - такие же, как у арматурного анкера АКМ20.01. Расчетная несущая способность анкера - 110 кН. Длина анкеров предоставленных к испытанию - 1,5 м.

В опыте № 1 анкер АК01 устанавливали на 2 ампулы АМК-400, в опытах № 2, 3 и 4 - на 3 ампулы. Все остальные анкера в опытах № 5 - 10 устанавливались на 2 ампулы. При этом анкера АК01 устанавливались на глубину 3 м, остальные анкера - на глубину 1,2 м, диаметр шпуров составлял 30 мм. В опытах № 1-6 и 8-10 для замачивания ампул использовалась пресная питьевая вода, в опыте № 7 в воду было добавлено 0,5 кг мелкоразмолотого галита.

Испытание анкеров на вытягивание осуществлялось на 2-й, 9 и 44 день после их установки. Натяжение конструкции создавалось за счет приложения осевой нагрузки гидродомкратом с полым штоком ДП30Г210, позволяющим развивать усилие вытягивания анкера до 300 кН.

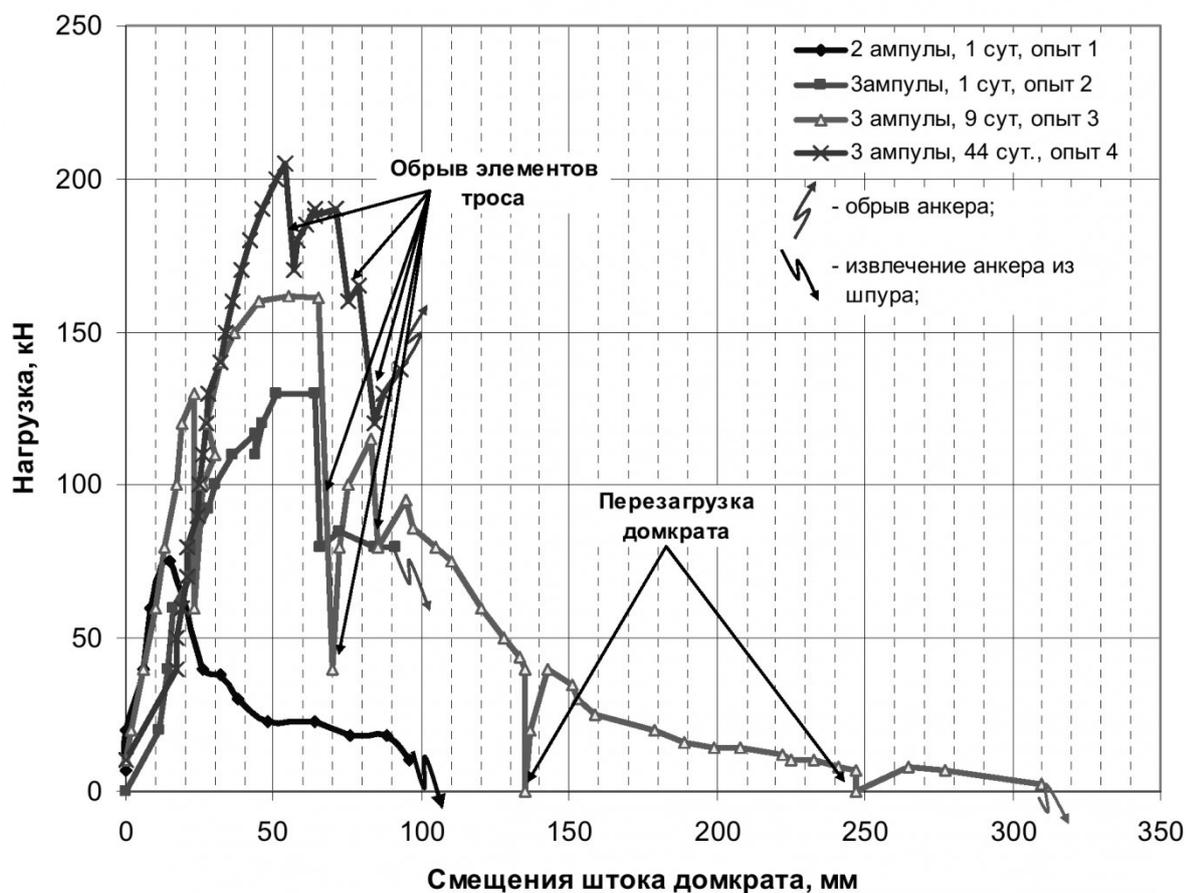


Рис.4. Результаты шахтных испытаний анкера АК01

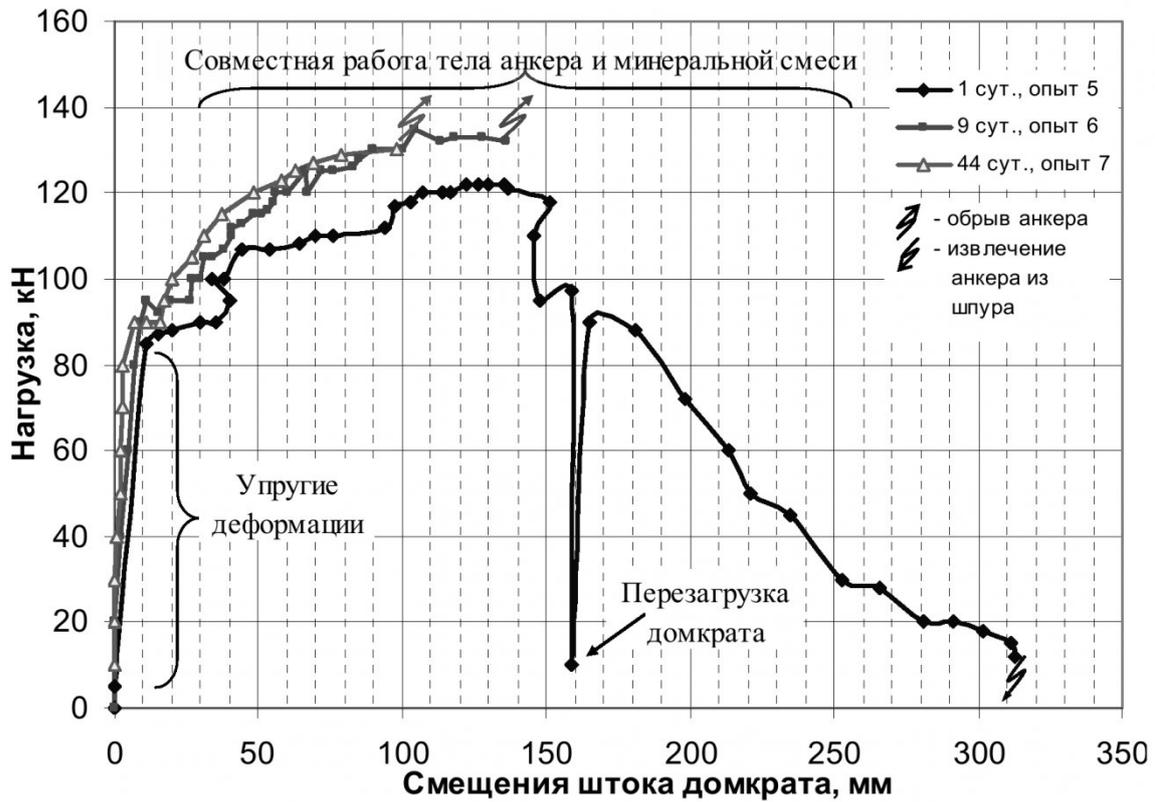


Рис.5. Результаты шахтных испытаний комбинированного анкера АКМ20.01

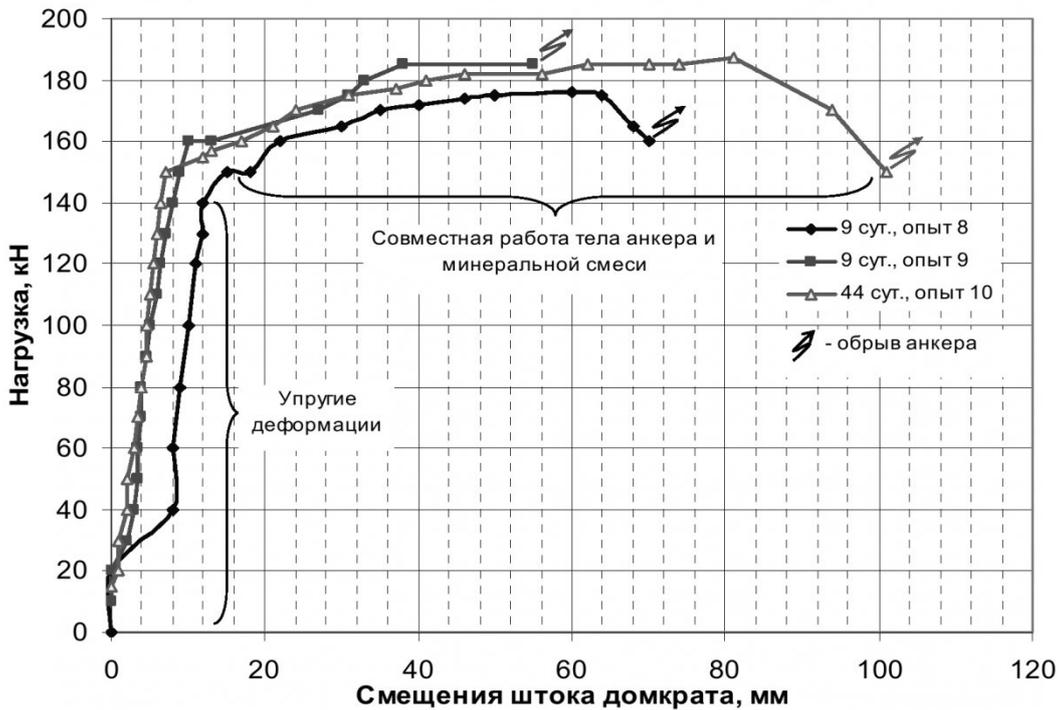


Рис.6. Результаты шахтных испытаний анкера АКМ20.01-05

Осуществление замеров выхода штока домкрата из поршневой полости осуществлялось с помощью рулетки. Величина нагрузки на анкер определялась по манометру насоса с шагом 5 кН. Испытания осуществлялись до разрыва анкера или до его полного вытягивания из шпура.

На рис. 4 приведены результаты шахтных ис-

пытаний анкеров АК01. Из рисунка видно, что в первых трех опытах анкера были извлечены из шпуров. В первом и втором опытах, проведенных через 1 сутки после установки анкеров максимальная нагрузка составила соответственно 75 и 125 кН. Разница объясняется тем, что в первом опыте для закрепления анкера использовали 2 ам-

пулы, во втором - три ампулы АМК. В третьем и четвертом опытах, проводившимся через 9 и 44 суток после установки анкера, усилие извлечения анкера возросло соответственно до значения 170 и 210 кН.

На рис. 5 и 6 приведены результаты шахтных испытаний анкеров АКМ20.01 (опыты 5 - 7) и АКМ20.01-05 (опыты 8 - 10). В опыте № 5, проводившемся на вторые сутки после установки анкеров удалось извлечь из шпура комбинированный анкер АКМ20.01 без его разрушения с максимальным усилием 121 кН. В опыте № 6 и № 7, проводившихся на 9 и 44 сутки, наблюдался разрыв анкеров, причем в первом случае он произошел по сварке, во втором - выше сварного шва на 10 см. В опытах 8, 9 и 10 испытаниям подвергались анкера АКМ20.01-05, причем в опыте № 8 испытания проводились спустя 9 суток, а в опытах 9 и 10 - спустя 44 суток после их установки. Как видно из рисунка 6, в опытах 8 -10 происходит

обрыв анкеров.

Исходя из результатов шахтных испытаний можно сделать вывод что наиболее слабым элементом крепи является узел закрепления анкера в шпуре. При достижении максимальных значений диапазона времени разрывное усилие для различных анкеров составляет: АК01-210 кН; АКМ20.01-130 кН; АКМ20.01-05-175 - 185 кН. Податливость анкеров до момента разрыва составляет: АК01-95 мм; АКМ20.01-100 - 135 мм; АКМ20.01-05-55 - 100 мм. С течением времени податливость анкеров стремится к минимальной в указанном диапазоне.

Таким образом, проведенные лабораторные и шахтные испытания показали, что для поддержания горных выработок на большой глубине в горных породах с крепостью 3-4 единицы по шкале М. М. Протодяконова с достаточной эффективностью могут применяться как сталеполлимерные так и канатные анкера в сочетании с ампулами из минеральной композиции.

□ Авторы статьи:

Войтов
Михаил Данилович,
канд. техн. наук, проф.
каф. строительства подземных со-
оружений и шахт, ГУ КузГТУ,
e-mail: i01bdv@yandex.ru.

Харитонов
Игорь Иванович,
зам. генерального директора ООО
«АМК ШСУ»,
т. (384-2) 54-10-18,
e-mail: iih2011@yandex.ru

Емельянов
Виктор Владимирович,
студент ГУ КузГТУ горный мастер
ООО «АМК ШСУ»,
e-mail: vikkem1983@mail.ru