УДК 622.281.5

П. М. Будников

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ АРОЧНЫХ КРЕПЕЙ В ЖЕСТКОМ И ПОДАТЛИВОМ РЕЖИМАХ ИЗ СВП-33 ДЛЯ УСТЬЕВ НАКЛОННЫХ СТВОЛОВ

Существующие типовые и унифицированные сечения капитальных горизонтальных и наклонных горных выработок с различными видами крепи ограничены максимальной площадью поперечного сечения в свету 18–20 м^2.

Исходя из этого, в проектах производства работ при необходимости разрабатываются и закладываются сечения выработок различных форм и размеров с площадью поперечного сечения в свету более 18–20 м^2.

Разрабатываемые металлические рамные крепи, согласно [1, 2], должны пройти приемочные испытания. Их параметры (размеры, податливость, несущая способность, сопротивление, стабильность работы в податливом режиме) должны соответствовать требованиям ГОСТа [1].

В России определить несущую способность, сопротивление, податливость и коэффициент использования несущей способности рамных крепей в натуральном виде можно в двух местах: ННЦ ГП – ИГД им. А. А. Скочинского (г. Люберцы, Московской обл.) и в ОАО «КузНИИшахтострой» (г. Кемерово). В этих организациях имеются стенды для испытания рамных и анкерных крепей.

На основе проведения анализа и требований [1, 2] в ОАО «КузНИИшахтострой» были разработаны типы металлических крепей арочной формы, представленные в табл. 1 и 2.

Стендовые испытания проводились в двух режимах: жестком и податливом [3, 4].

В результате выполненных в соответствии с требованиями ГОСТ [2] приемочных испытаний металлической четырех- и пятизвенной арочной крепей в жестком режиме определены: несущая способность рам ($P_н$), удельная масса ($M_у$), прогиб верхняка ($h_в$) для всех типоразмеров крепи, результаты которых представлены в табл. 1 и на рис. 1, 2, 3.

Таблица 1 – Результаты испытаний металлической арочной крепи в жестком режиме

Типоразмер крепи	$P_н$, кН/раму	$M_у \cdot 10^{-3}$, кг/кН · м^2	$h_в$, мм
КМП-А4У-22-33р	520	50	320
КМП-А4У-24-33р	490	48	335
КМП-А4У-27-33р	450	50	340
КМП-А4У-30-33р	430	50	360
КМП-А4-21-33	693	37	298
КМП-А4-24-33	663	36	330
КМП-А4-27-33	619	34	340
КМП-А4-30-33	545	38	361
КМП-А5-21-33	728	37	282
КМП-А5-24-33	698	36	304
КМП-А5-27-33	650	34	326
КМП-А5-30-33	625	36	346

Таблица 2 – Испытание металлической арочной крепи в податливом режиме

Типоразмер крепи	$P_с$, кН/раму	$K_н$, %	$T_о$, мм	$P_э$, кДж
КМП-А4У-22-33р	340	7,2	290	103,0
КМП-А4У-24-33р	330	8,1	305	101,0
КМП-А4У-27-33р	315	8,7	315	98,0
КМП-А4У-30-33р	295	9,1	325	93,0
КМП-А4-21-33	444	9,8	175	278,0
КМП-А4-24-33	399	9,6	217	261,0
КМП-А4-27-33	354	9,5	259	244,0
КМП-А4-30-33	263	9,2	343	198,0
КМП-А5-21-33	387	10,0	192	235,0
КМП-А5-24-33	340	9,8	236	217,0
КМП-А5-27-33	294	9,7	280	200,0
КМП-А5-30-33	274	8,0	360	196,0

На основании результатов испытаний металлических рамных крепей в жестком режиме и построенных на их основе графиков установлено, что уменьшение несущей способности от 14,1 % до 21,3 %, при прочих равных условиях, происходит с увеличением площади поперечного сечения, при этом удельная масса претерпевает незначительные изменения в большую на 4 % или в меньшую сторону на 2,7 %, а прогиб верхняка увеличивается с возрастанием площади поперечного сечения крепи от 11,1 % до 18,5 %.

При испытании крепи в податливом режиме

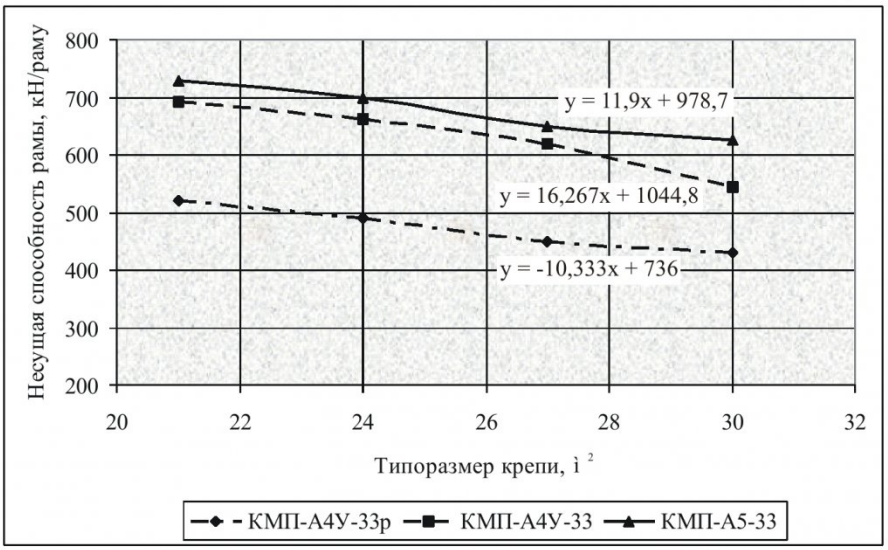

Рис. 1 – График зависимости несущей способности рамы крепи от ее типоразмера

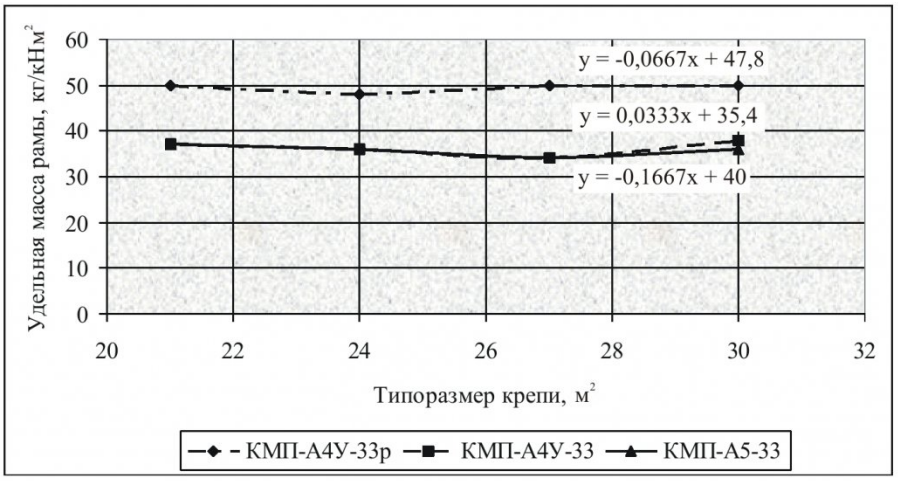

Рис. 2 – График зависимости удельной массы рамы крепи от ее типоразмера

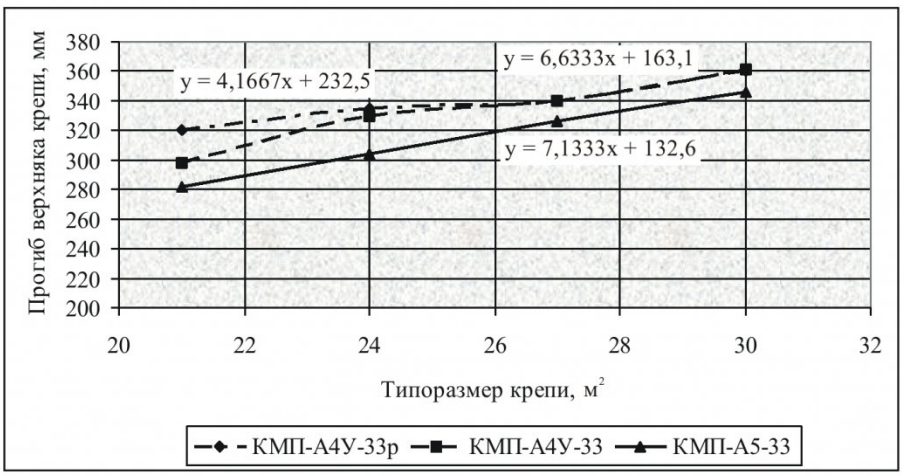

Рис. 3 – График зависимости прогиба верхняка рамы крепи от ее типоразмера

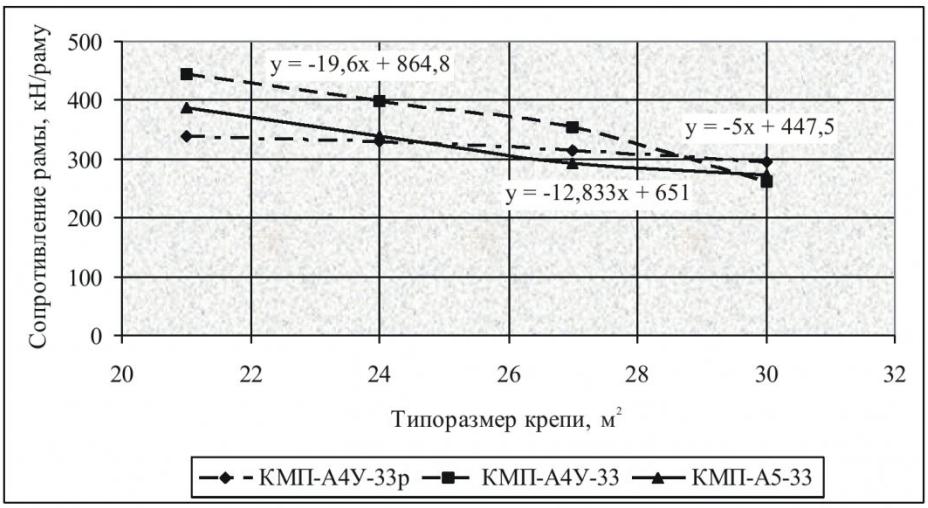

Рис.4 – График зависимости сопротивления рамы крепи от ее типоразмера

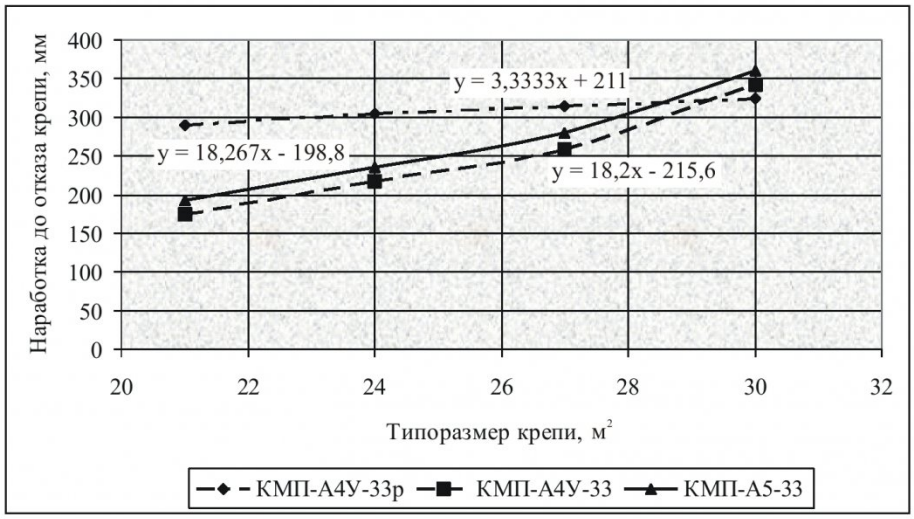

Рис. 5 – График зависимости наработки до отказа рамы крепи от ее типоразмера

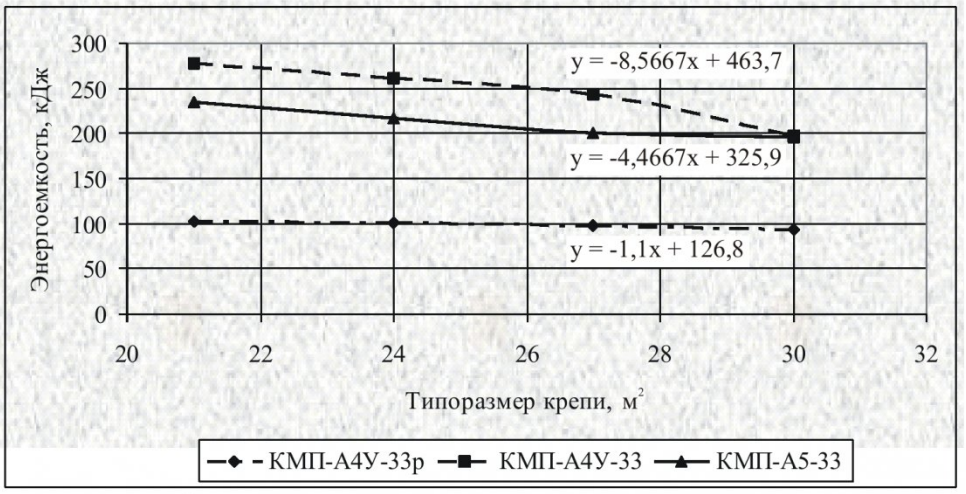

Рис. 6 – График зависимости энергоемкости рамы крепи от ее типоразмера

определены: конструктивная податливость вертикальная (h) и горизонтальная ($в$), нахлест в конце испытаний средний ($l_{ср}$), сопротивление (P_c), наработка до отказа (T_o), стабильность работы ($K_н$), энергоемкость ($P_э$) для всех типоразмеров крепи, результаты которых представлены в табл. 2 и на рис. 4, 5, 6.

Установленная несущая способность крепи всех типоразмеров оказалась не ниже регламентируемой [1].

Конструктивная податливость (вертикальная и горизонтальная), сопротивление и стабильность работы в податливом режиме находятся в пределах, установленных [1].

На основании результатов испытаний металлических рамных крепей в податливом режиме и установленных зависимостей выявлено, что уменьшение сопротивления от 13,2 % до 40,8 %, при прочих равных условиях, происходит с увеличением площади поперечного сечения, при этом наработка до отказа в некоторых случаях увеличивается незначительно на 10,8 %, а в некоторых случаях увеличивается на 49 %, энергоемкость уменьшается с возрастанием площади поперечного сечения крепи от 9,7 % до 28,8 %.

На основании данных, полученных при испытании в жестком и податливом режимах, расчетным путем определен коэффициент несущей способности крепи ($K_{н.с}$). Результаты представлены в табл.. 3.

Таблица 3 – Коэффициент несущей способности крепи

Типоразмер крепи	$K_{н.с}$, %
КМП-А4У-22-33р	65
КМП-А4У-24-33р	67
КМП-А4У-27-33р	70
КМП-А4У-30-33р	69
КМП-А4-21-33	64
КМП-А4-24-33	61
КМП-А4-27-33	57
КМП-А4-30-33	48
КМП-А5-21-33	66
КМП-А5-24-33	63
КМП-А5-27-33	60
КМП-А5-30-33	48

Результаты выполненных испытаний положены в основу для разработки металлических рамных крепей для устьев строящихся и реконструируемых шахт Кузбасса [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51748-2001. Крепи металлические податливые рамные. Крепь арочная. Общие технические условия : введ. с 01.01.2002. – М. : Госстандарт России, 2001. – 12 с.

2. ГОСТ Р 50910-96. Крепи металлические податливые рамные. Методы испытаний : введ. с 01.01.1997. – М. : Госстандарт России, 1996. – 11 с.

3. *Войтов, М. Д.* Исследование несущей способности крепи КМП-А3М из спецпрофиля СВП / М. Д. Войтов, П. М. Будников, С. Г. Ващенко // XIII Международная научно-практическая конференция «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири». Кемерово 28-29 октября 2010. с. 228–231.

4. *Войтов, М. Д.* Исследование и анализ стендовых и приемочных испытаний металлических арочных крепей из СВП / М. Д. Войтов, С. Г. Ващенко, П. М. Будников // Вестник КузГТУ. – 2011. – № 6 с. 21–25.

5. Патент РФ на полезную модель № 59726. Крепь горной выработки / Авт. М. Д. Войтов, В. В. Першин, К. В. Садыков, П. М. Будников. Опубл. 27.12.2006. Бюл. № 36.

Автор статьи

Будников
Павел Михайлович
старший преподаватель кафедры строительства подземных сооружений и шахт КузГТУ.
E-mail: bpm1975@mail.ru