

УДК 622.28.043.23

к.т.н. *Леонов А. А.*  
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР, [leonand@ya.ru](mailto:leonand@ya.ru))

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УЗЛОВ ПОДАТЛИВОСТИ РАМНОЙ КРЕПИ ИЗ СПЕЦПРОФИЛЯ

*Путём лабораторных испытаний натурных образцов на прессе ИПС-500 получены диаграммы деформирования узлов податливости из шахтного спецпрофиля. Установлены экспериментальные регрессионные модели для определения несущей способности узлов податливости с замками ЗПП и ЗПК в зависимости от усилия затяжки гаек и типа спецпрофиля.*

**Ключевые слова:** *подготовительная выработка, рамная крепь, узел податливости, диаграмма деформирования, рабочее сопротивление, несущая способность.*

**Актуальность, цель и задачи исследований.** Основным средством обеспечения устойчивости подготовительных выработок на угольных шахтах Донбасса является арочная податливая крепь (КМП–А3, А4, А5) из шахтного специального профиля (СВП–22, 27 и 33) с поперечным сечением выработки 10–16 м<sup>2</sup>, плотностью установки рам 1–2 рамы и расходом металла 600–1000 кг на погонный метр выработки. Толчком для столь широкого применения податливой крепи на глубоких горизонтах угольных шахт явились результаты шахтных исследований, выполненных в Донбассе в 60-х годах прошлого столетия, и сделанный на их базе в ДонУГИ вывод о нецелесообразности управления состоянием приконтурного породного массива путём увеличения несущей способности крепи [1, 2].

В основу выбора параметров податливой крепи положен принцип определения площади поперечного сечения выработки с запасом на осадку пород за весь срок её службы. Обычно считается, что в случае совпадения направления преобладающих смещений пород и конструктивной податливости крепи она способна с сопротивлением  $N_s = 130–340$  кН, которое задают узлы податливости, без существенных деформаций профиля компенсировать от 400 до 1000 мм смещений пород. На рабочее сопротивление крепи в податливом режиме влияет ряд факторов: условия контактирования крепи с окружающим выработку

массивом горных пород, наличие забутовки закрепного пространства, тип узла податливости и особенности его установки.

В соответствии с отраслевыми нормативными документами [3, 4] для обеспечения рабочего сопротивления затяжка гаек типовых узлов податливости должна проводиться до момента начала изгиба прямых планок. При этом закручивание гаек производят на шахтах вручную, а усилие затяжки не регистрируют. Поэтому в ряде случаев гайки на скобах узлов оказываются зажатыми до такой степени, что крепь работает в жёстком режиме, при этом она деформируется и выходит из строя ещё до наступления податливости в узлах. И, наоборот, часто узел зажимают настолько слабо, что рама смещается без сопротивления и несущая способность крепи не используется.

В связи с этим актуальной является задача определения характеристик деформирования узлов податливости для рамной крепи из спецпрофиля.

**Цель исследований** заключалась в построении диаграмм деформирования узлов податливости с прямой планкой и П-образной скобой — ЗПП и с огибающей планкой и укороченной П-образной скобой — ЗПК (рис. 1) для спецпрофилей типа СВП–22, СВП–27 и СВП–33 при различной величине затяжки гаек (100, 200, 300 и 400 Н·м) для установления сопротивления этих замковых соединений в податливом режиме работы крепи.

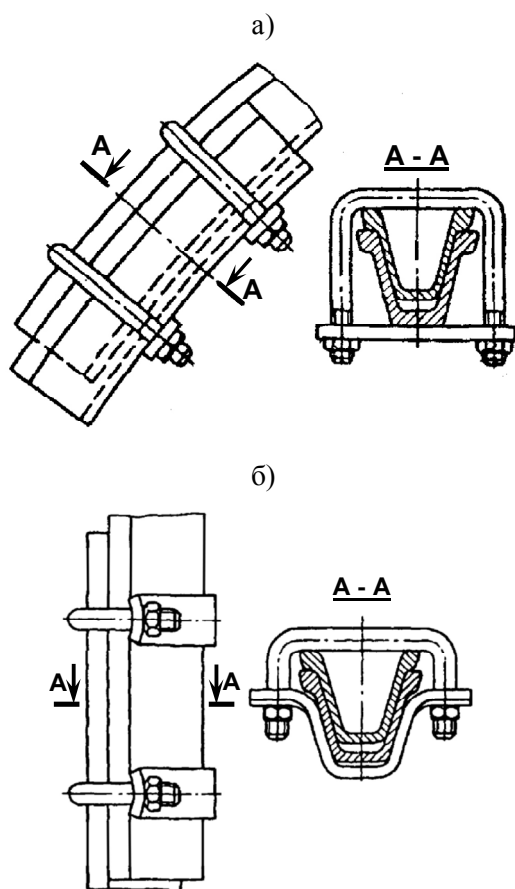


Рисунок 1 Резьбовые замковые соединения ЗПП (а) и ЗПК (б) металлических податливых крепей из спецпрофиля

**Идея работы** состояла в учёте влияния усилия затяжки гаек узлов податливости и типа специального профиля СВП на величину сопротивления замковых соединений ЗПП и ЗПК в податливом режиме работы крепей.

**Объект исследований** — узел податливости рамной крепей из спецпрофиля.

**Предмет исследований** — рабочее сопротивление замковых соединений типа ЗПП и ЗПК в податливом режиме.

**Задачи исследований** заключались в проведении экспериментальных испытаний узлов для соединения элементов податливой крепей из спецпрофиля, установлении закономерностей деформирования узлов податливости под нагрузкой и разработке математической модели для определения сопротивления узлов податливости в рабочем режиме.

**Методика проведения лабораторных испытаний узлов податливости.** Основной характеристикой металлической податливой крепей из спецпрофиля является зависимость между сопротивлением крепей в податливом и жёстком режимах работы и смещениями узлов податливости и арки (рамы) в целом. Получение такой характеристики строгими теоретическими методами наталкивается на серьёзные трудности, что вызывает необходимость в принятии гипотетических моделей и разработке приближенных методов. Проверить получаемые при этом результаты можно лишь путём непосредственных испытаний крепей, которые проводят на стендах в лабораторных условиях.

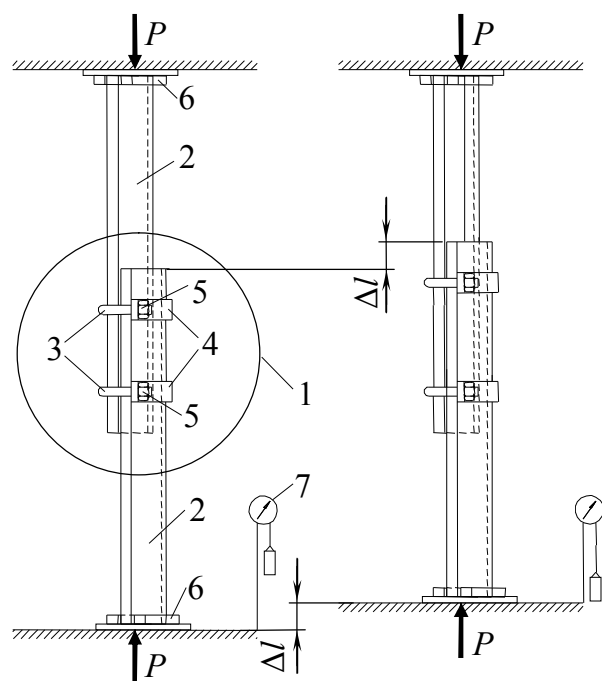
Стендовые испытания предполагают наличие оборудования [5, 6], которое имеется лишь в специализированных организациях, и изготовление крепей в натуральную величину, что требует дополнительных затрат. Поэтому экспериментальные исследования были проведены на полномасштабных образцах узлов податливости, изготовленных из натуральных деталей, которые испытывались на прессе для испытания строительных конструкций, что позволило получить искомые рабочие характеристики узлов податливости с минимальными затратами. Следует отметить, что при испытаниях криволинейный профиль арочной крепей был заменён прямолинейными отрезками, что вносит некоторые изменения в реальную схему работы узла податливой арочной крепей, но при больших радиусах закругления звеньев (верхняка и стойки) вполне допустимо.

Исследование несущей способности узлов податливости с различной величиной затяжки натяжных гаек проводилось в лабораторных условиях на прессе ИПС-500. Пресс обеспечивает усилие нагружения до 500 т. При нагружении образцов узлов податливости отсчёты брались по шкале с пределом измерения от 0 до 100 т и ценой делений 0,2 т. Погрешность измерения не превышала 1 % от величины нагрузки (со-

гласно данным тарировки пресса). Измерение перемещений в узлах податливости производилось прогибомерами 6ПАО.

Для проведения испытаний использовался специальный профиль трёх типоразмеров: СВП–22, СВП–27 и СВП–33. Образцы узлов податливости изготавливали из прямолинейных отрезков профилей длиной 1000 мм, которые соединяли с нахлёткой 400 мм крепёжными деталями узлов податливости двух видов: с прямой планкой (ЗПП) и с облегчающей фигурной планкой (ЗПК). Гайки замков затягивали с одинаковым крутящим моментом 100, 200, 300 и 400 Н·м, который контролировался с помощью динамометрического ключа предельного типа серии 690. Механизм регулирования значения крутящего момента силы, при которой происходит срабатывание предельного механизма, обеспечивает относительную погрешность до  $\pm 4\%$ .

Схема устройства для проведения испытаний узлов податливости представлена на рисунке 2.



1 — узел податливости; 2 — отрезок спецпрофиля;  
3 — скоба; 4 — планка; 5 — гайка;  
6 — опорный башмак; 7 — прогибомер

Рисунок 2 Схема испытания узлов податливости на прессе

Сущность метода для исследования рабочих характеристик узлов податливости заключалась в измерении величины продольных перемещений  $\Delta l$  в нахлётке отрезков спецпрофиля в зависимости от нагрузки  $P$ , передаваемой прессом при заданных усилиях затяжки скоб, с помощью которых регулировали трение между профилями.

Перед испытанием отрезки спецпрофилей соединяли между собой с помощью деталей испытываемого узла податливости и затягивали гайки с требуемым крутящим моментом. Собранный образец узла податливости устанавливали вертикально между опорными плитами пресса. Для надёжной и безопасной фиксации образцов на верхний и нижний торцы профилей надевали съёмные опорные башмаки. Нагрузку на образцы прикладывали плавно и фиксировали по заданным перемещениям в узлах податливости с интервалом 1 мм.

**Закономерности деформирования узлов податливости.** В качестве примера на рисунке 3 представлены результаты экспериментальных исследований сопротивления узлов податливости ЗПП и ЗПК для спецпрофиля СВП–22. Аналогичные диаграммы деформирования получены для СВП–27 и СВП–33. По мере перемещения спецпрофилей в нахлётке относительно друг друга нагрузка, воспринимаемая узлом податливости за счёт трения сопрягаемых поверхностей, возрастает, причём максимальный прирост усилия наблюдается при перемещениях до 0,2 см. Далее, при проскальзывании профилей сопротивление несколько стабилизируется, причём общая тенденция случайным образом нарушается вторичными эффектами, связанными с вдавливанием, вытяжкой, разворотом и подвижками П-образных скоб из круглых прутков, особенно для узла податливости ЗПП, что обуславливает некоторую изменчивость показателей. Сравнение графиков показало, что для всех типов спецпрофилей сопротивление узла податливости ЗПК значительно выше аналогичного показателя для типового узла, причём по мере увеличения затяжки гаек разница увеличивается.

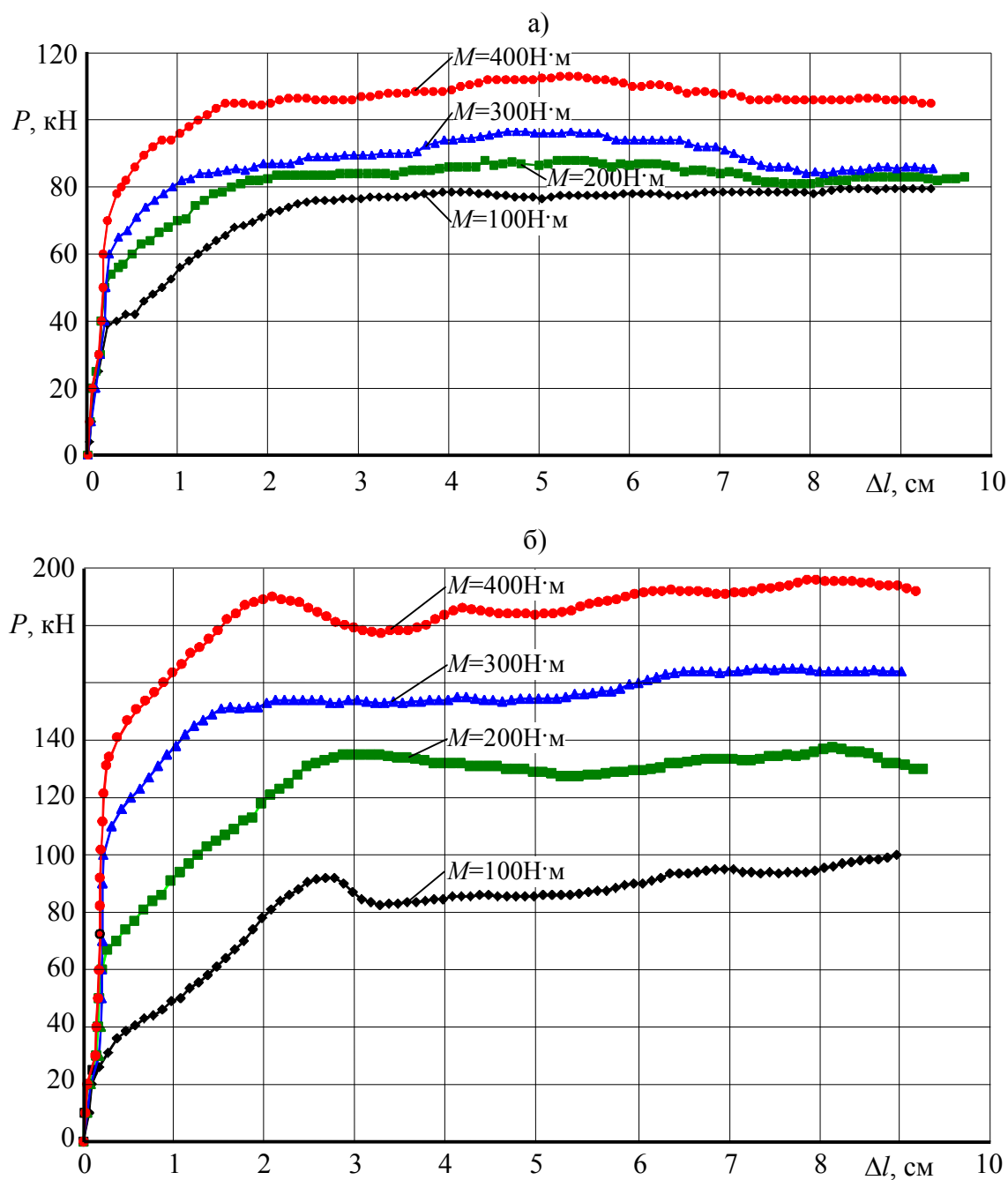


Рисунок 3 Диаграммы деформирования узлов податливости ЗПП (а) и ЗПК (б) для СВП–22 с различным усилием затяжки гаек

Минимальное сопротивление характерно для спецпрофиля СВП–22, а максимальное — для СВП–33. С ростом момента затяжки гаек сопротивление увеличивается для обоих узлов, причём для замков ЗПК в большей степени. Абсолютный максимум сопротивления наблюдается для узла податливости ЗПК и спецпрофиля

СВП–33 при усилии затяжки гаек  $400 \text{ Н}\cdot\text{м}$  и составляет  $P = 380 \text{ кН}$  при перемещениях  $9 \text{ см}$ .

Если аппроксимировать диаграммы кусочно-линейными зависимостями, представленными на рисунке 4, то на графиках можно выделить три характерных участка с различным наклоном прямых.

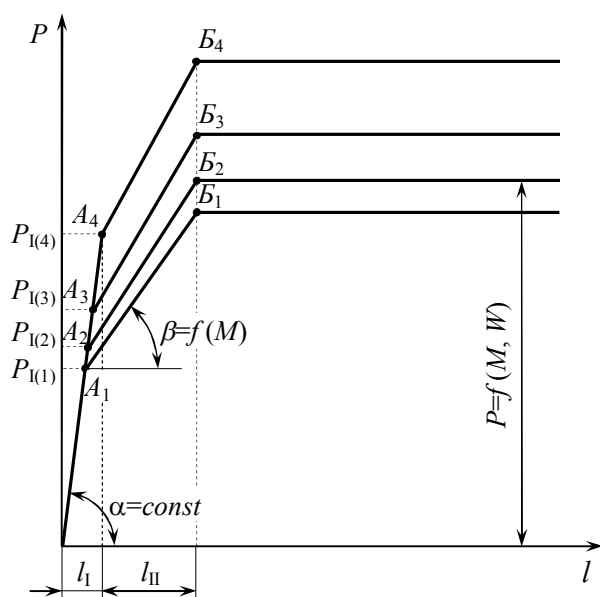


Рисунок 4 Кусочно-линейные зависимости для аппроксимации диаграммы деформирования узла податливости

Первый участок является практически линейным, он характеризует жёсткость конструкции узла в начальный момент нагружения и наблюдается до тех пор, пока действующая нагрузка не превысит трение взаимодействующих профилей. Этот участок диаграммы деформирования хорошо аппроксимируется прямой, выходящей из начала координат со средней жёсткостью для замка ЗПП — 28,9 МН/м и для замка ЗПК — 35,6 МН/м. Угол наклона прямой на этом участке мало зависит от вида замка, типа спецпрофиля и усилия затяжки гаек и может быть принят константой ( $\alpha = 88^\circ$ ). Прямая первого участка характеризуется малыми перемещениями  $l_I = 0,1\text{--}0,2$  см и ограничивается значением усилия  $P_I$  (от 22 кН до 140 кН), которое свидетельствует о начале срабатывания узла податливости. В пределах этого участка среднее квадратическое отклонение нагрузки  $\sigma_p = 3,9$  кН, а коэффициент вариации не превышает 21 %. Величина максимального усилия  $P_I$  на первом участке диаграммы в меньшей степени зависит от вида замка и типа СВП, а в большей — от момента затяжки гаек. При этом чем более возрастает момент  $M$ , тем

выше сила трения в нахлёстке профилей, что ведёт к росту усилия  $P_I$ , при котором начинаются подвижки в узле податливости.

Далее на диаграммах следует нелинейный участок перехода от жёсткого режима работы замка в податливый, где зависимость постепенно выполаживается до предельного сопротивления узла. Отрезок кусочно-линейной зависимости, аппроксимирующий этот участок, начинается с точки  $A$ , обусловленной  $P_I$ , и заканчивается в точке  $B$ , месторасположение которой ограничивается вторым пороговым значением перемещений  $l_{II}$ , приблизительно равным для СВП-22 — 2 см, СВП-27 — 3 см и СВП-33 — 4 см. Он характеризуется ограниченным интервалом перемещений (от 0,1 см до 1,7 см для замка ЗПП и от 0,2 см до 3,5 см для замка ЗПК) и углом наклона аппроксимационной прямой  $\beta = 67^\circ$  для замка ЗПП и  $\beta = 73^\circ$  для замка ЗПК. В пределах этого участка среднее квадратическое отклонение нагрузки  $\sigma_p = 6,66$  кН, а коэффициент вариации не превышает 2,6 %.

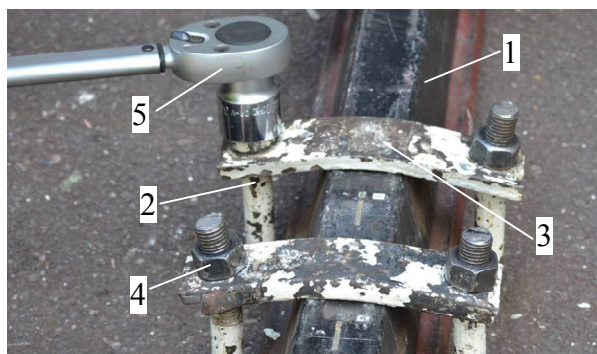
Третий участок соответствует устоявшемуся перемещению профилей в узле податливости с постоянным сопротивлением, равным его несущей способности. Идеализированные аппроксимационные зависимости на этом участке представляют собой горизонтальную прямую, соответствующую среднему значению сопротивления  $P = f(M, W)$  определённого узла податливости с заданным усилием затяжки гаек, изготовленного из того или иного профиля, при различной величине перемещения профилей в нахлёстке, тогда как реальные кривые варьируют вокруг этой прямой с коэффициентом вариации 7,7 % для замка ЗПП и 10,2 % для замка ЗПК.

Для СВП-22 наименьшее значение абсолютной величины сопротивления узлов податливости  $P$  в пределах 72,5...79,5 кН обеспечивается узлом податливости ЗПП, а наибольшее 179...196 кН соответствует замку ЗПК. Для СВП-27 минимальные пределы варьирования  $P$  соответственно составляют 71,2...94,3 кН для ЗПП, а мак-

симальные 212,3...300,1 кН для ЗПК. И, наконец, для СВП–33 минимальные пределы варьирования  $P$  равны 92,6...112,8 кН для ЗПП, а максимальные — 292,6–379 кН для ЗПК, причём, независимо от типа замка, минимальные значения сопротивления соответствуют крутящему моменту 100 Н·м.

Следует отметить, что прямая планка узла ЗПП начинала изгибаться при крутящем моменте 100 Н·м, а огибающая планка замка ЗПК начинала деформироваться при крутящем моменте 200 Н·м. Реальные деформации прямой планки типового замка податливости (ЗПП), а также П-образной скобы, зафиксированные в ходе эксперимента, демонстрируются на рисунке 5.

Приведённый рисунок подтверждает не работоспособность типового узла податливости и невозможность обеспечения с его помощью не то что повышенного, но и даже нормативного сопротивления крепи в податливом режиме работы. Следует заметить, что элементы узла податливости ЗПК также деформировались при затяжках гаек, но существенно меньше. Кроме того, испытания показали, что для узла податливости ЗПК обязательным условием является контактирование огибающей планки с фланцами профиля. Если это условие не соблюдается, то планка также существенно изгибается, при этом сопротивление узла податливости также падает.



1 — отрезок спецпрофиля; 2 — скоба;  
3 — деформированная планка;  
4 — гайка; 5 — динамометрический ключ

Рисунок 5 Общий вид узла податливости ЗПП при затяжке гаек с усилием 300 Н·м

Графическая зависимость среднего сопротивления узлов податливости ЗПП и ЗПК от усилия затяжки гаек для различных профилей приведена на рисунке 6, из которого следует, что с ростом усилия затяжки сопротивление узлов податливости возрастает практически линейно.

Сравнивая между собой замковые соединения ЗПП и ЗПК, можно отметить, что во всех случаях абсолютная величина сопротивления замка ЗПК в рабочем режиме выше, чем аналогичный показатель у замка ЗПП. При этом для СВП–22 отношение величин сопротивлений для усилия затяжки гаек 100, 200, 300 и 400 Н·м соответственно составляет 1,15, 1,56, 1,75 и 1,74, тогда как для СВП–33 это отношение соответственно равно 1,44, 1,96, 2,19 и 2,17. Следовательно, чем выше крутящий момент, тем эффективнее узел податливости ЗПК по сравнению с ЗПП.

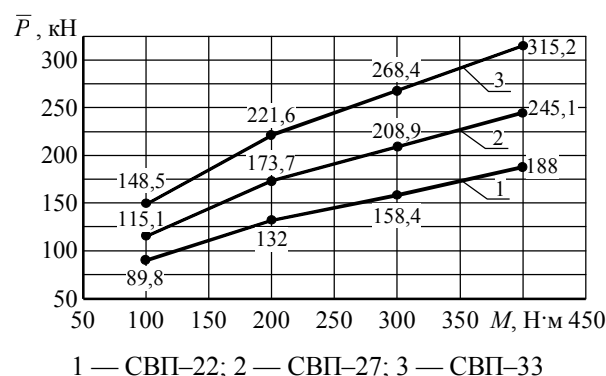
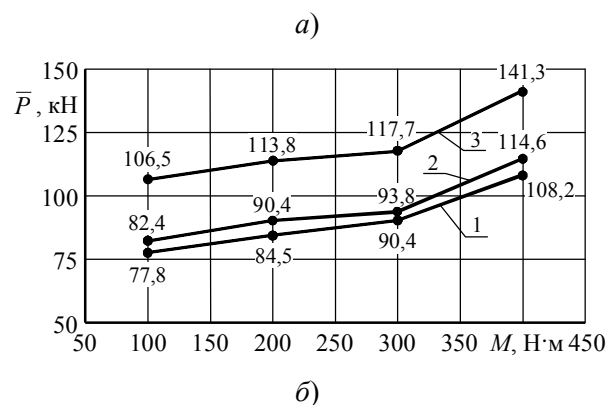


Рисунок 6 Зависимость среднего сопротивления узлов податливости ЗПП (a) и ЗПК (б) от усилия затяжки гаек для различных профилей

**Зависимости для определения сопротивления узлов податливости в рабочем режиме.** Проведённые испытания узлов податливости с замками ЗПП и ЗПК показали, что в рабочем режиме диаграммы деформирования (рис. 3) характеризуются относительно стабильной величиной их сопротивления, которое зависит от двух факторов: усилия затяжки гаек и типа спецпрофиля СВП, являющихся в данном случае управляющими параметрами крепи. Для того чтобы получить при минимальном числе опытов и одновременном гарантировании заданной точности математические зависимости сопротивления крепи в податливом режиме от управляющих факторов, использовались математические методы планирования эксперимента [7, 8].

При эксперименте объект исследования представлялся в виде модели «чёрного ящика» с двумя входными и одним выходным параметрами. В качестве выходного параметра служит сопротивление крепи в податливом режиме  $P$  (кН), а в качестве входных — предельный крутящий момент заворачивания гаек  $M$  (Н·м) и момент сопротивления СВП в плоскости изгиба  $W$  (см<sup>3</sup>).

Область определения факторного пространства для  $M$  и  $W$  установлена на основании априорной информации, при этом каждый фактор определён на двух экстремальных уровнях (верхнем и нижнем), сведения о которых приведены в таблице 1, где минимальное значение  $W$  соответствует СВП–22, максимальное — СВП–33, а промежуточное — СВП–27. Во время эксперимента узел податливости крепи под нагрузкой как система подвержен воздействию также ряда случайных неуправляемых входов. Поэтому в общем случае модель выхода имеет следующий вид:

$$y = \eta(\bar{x}) + \varepsilon(\bar{x}), \quad (1)$$

где  $\eta(\bar{x})$  — функция отклика или неслучайная функция зависимости сопротивления того или иного узла от влияющих факторов;

$\varepsilon(\bar{x})$  — ошибка опыта, распределение которой определяется значением вектора  $\bar{x}$ , а математическое ожидание  $m[\varepsilon(\bar{x})] = 0$ ;

$\bar{x}$  — вектор факторов, который изображается точкой в факторном пространстве  $x_j, j = 1, 2, \dots, k$ ; если обозначить через  $i$  номер опыта ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), то комплекс условий  $i$ -го опыта можно записать как  $\bar{x}_i = |x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}|$ , где  $x_{ij}$  — уровень  $j$ -го фактора в  $i$ -ом опыте;  $k$  — число факторов, равное в данном случае  $k = 2$ .

По полученным из опыта диаграммам оценить функцию отклика можно лишь приближённо. Значение этой функции в фиксированной точке факторного пространства равно математическому ожиданию переменной, то есть  $\eta(x) = m[y(x)]$ . Так как вид функции нам заранее неизвестен, она представлялась уравнением в виде полинома

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^n b_j x_j + \sum b_{jl} x_j x_l + \sum b_{jj} x_j^2, \quad (2)$$

( $j, l = 1, 2, \dots, k$ ),

где  $b_0, b_j, b_{jl}, b_{jj}$  — коэффициенты регрессии.

Для упрощения записи условий эксперимента масштабы по осям факторного пространства выбраны так, чтобы верхний уровень соответствовал (+1), нижний (–1), а основной (0). Преобразование натурального значения фактора  $\tilde{x}_j$  в кодированное  $x_j$  производится с помощью выражения [7]

$$x_j = (\tilde{x}_j - \tilde{x}_{j0}) / I_j, \quad (3)$$

где  $x_j$  и  $\tilde{x}_j$  — соответственно натуральное и кодированное значение  $j$ -го фактора;  $\tilde{x}_{j0}$  и  $I_j$  — натуральное значение основного уровня и интервал варьирования.

Подставляя в (3) значения входящих величин, получим переходные выражения для факторов:

$$x_1 = \frac{M - 250}{150}; \quad x_2 = \frac{W - 104,15}{29,35}. \quad (4)$$

Таблица 1

## Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование фактора и единицы измерения	Обозначение фактора	Уровни			Интервал варьирования
		нижний –1	верхний +1	основной 0	
Предельный момент затяжки гаек, Н·м	$x_1$	100	400	250	150
Момент сопротивления СВП, см <sup>3</sup>	$x_2$	75	133	104	29

Расчёт коэффициентов регрессии в уравнении (2) произведён с помощью метода наименьших квадратов в программе MathCAD путём подстановки всех значений функции отклика и влияющих факторов. Полученные математические зависимости в нормированных переменных имеют следующий вид:

– для замка ЗПП:

$$y = 93 + 15 \cdot (x_1 + x_2) + x_1 \cdot x_2 + 8 \cdot (x_1^2 + x_2^2); \quad (5)$$

– для замка ЗПК:

$$y = 199 + 65 \cdot x_1 + 48 \cdot x_2 + 17 \cdot x_1 \cdot x_2 - 11 \cdot x_1^2 - 2 \cdot x_2^2. \quad (6)$$

Проверка значимости коэффициентов регрессии в уравнениях (5) и (6) по критерию Стьюдента показала, что все они значимы.

Полученные зависимости достаточно хорошо соответствуют экспериментальным данным и могут быть использованы при определении сопротивления крепи в рабочем режиме в зависимости от усилия затяжки гаек и типа спецпрофиля, а также для построения номограммы.

### Библиографический список

1. Заславский, Ю. З. Исследование проявлений горного давления в капитальных выработках глубоких шахт Донецкого бассейна [Текст] / Ю. З. Заславский. — М. : Недра, 1966. — 180 с.
2. Заславский, Ю. З. Расчёт параметров крепи выработок глубоких шахт [Текст] / Ю. З. Заславский, А. Н. Зорин, Н. Л. Черняк. — К. : Техника, 1972. — 156 с.
3. Отраслевая инструкция по применению рамных и анкерных крепей в подготовительных выработках угольных и сланцевых шахт [Текст]. — М. : ИГД им А. А. Скочинского, 1985. — 145 с.
4. Инструкция по выбору рамных податливых крепей горных выработок [Текст]. — СПб. : ВНИМИ, 1991. — 125 с.
5. Ерофеев, Л. М. Повышение надёжности крепи горных выработок [Текст] / Л. М. Ерофеев, Л. А. Мирошникова. — М. : Недра, 1988. — 245 с.

**Выводы.** Проведённые испытания узлов податливости с замковыми соединениями ЗПП и ЗПК позволили сделать следующие выводы.

В рабочем режиме диаграммы деформирования узлов податливости характеризуются стабильной величиной сопротивления, которое зависит от двух факторов: усилия затяжки гаек и типа спецпрофиля СВП, являющихся управляющими параметрами крепи.

С ростом усилия затяжки гаек сопротивление узлов податливости возрастает практически линейно. Увеличение момента затяжки гаек в 4 раза (со 100 Н·м до 400 Н·м) позволяет повысить несущую способность замков ЗПП в рабочем режиме в 1,4 раза, замков ЗПК — в 2,1 раза.

Типовой узел податливости с прямой планкой ЗПП при моменте затяжки гаек с усилием 100 Н·м (начало прогиба планки) не обеспечивает нормативного сопротивления крепи в податливом режиме работы.

Узел податливости ЗПК более эффективен по сравнению с ЗПП и способен обеспечить величину сопротивления в пределах 90...315 кН.



6. Кириченко, В. Я. Несущая способность штрековых металлокрепей из спецпрофиля СВП [Текст] / В. Я. Кириченко // Геотехническая механика : научн. техн. сб. — Днепропетровск : ИГТМ НАН Украины, 2009. — № 83. — С. 55–65.

7. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. — М. : Наука, 1976. — 279 с.

8. Володарский, Е. П. Планирование и организация измерительного эксперимента [Текст] / Е. П. Володарский, Б. Н. Малиновский, Ю. М. Туз. — К. : Вища шк., 1987. — 280 с.

© Леонов А. А.

**Рекомендована к печати д.т.н., проф., зав. каф. СГ ДонГТУ Литвинским Г. Г.,  
директором филиала «Шахтоуправление „Луганское“»  
ГУП ЛНР «Центруголь» Чепурным Д. С.**

Статья поступила в редакцию 05.06.19.

**к.т.н. Леонов А. О.** (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР, [leonand@ya.ru](mailto:leonand@ya.ru))

#### **ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВУЗЛІВ ПІДДАТЛИВОСТІ РАМНОГО КРІПЛЕННЯ ІЗ СПЕЦПРОФІЛЮ**

Шляхом лабораторних випробувань натурних зразків на пресі ППС-500 отримано діаграми деформування вузлів піддатливості із шахтного спецпрофілю. Встановлено експериментальні регресивні моделі для визначення несучої здатності вузлів піддатливості із замками ЗПП і ЗПК в залежності від зусилля затягування гайок і типу спецпрофілю.

**Ключові слова:** підготовча виробка, рамне кріплення, вузол піддатливості, діаграма деформування, робочий опір, несуча здатність.

**PhD in Engineering Leonov A. A.** (DonSTU, Alchevsk, LPR, [leonand@ya.ru](mailto:leonand@ya.ru))

#### **LABORATORY STUDIES OF YIELDING JOINTS OF SPECIAL PROFILE FRAME SUPPORT**

By laboratory tests of full-scale specimen for the press IPS-500 there have been obtained the deformation diagrams of yielding joints of mine special profile. There have been established the experimental regression models to determine the bearing capacity of yielding joints with the locks of the ZPP and ZPK depending on the tightening force of the nuts and type of special profile.

**Key words:** development working, frame support, yielding joint, deformation diagram, working resistance, bearing capacity.