

исходит расслоение и последующее разрушение зависающей на контакте с выработанным пространством консоли пород.

На расчетной схеме рис. 3 видно, что разрушенная порода в контуре  $ABC$  частично удерживается остаточной реакцией разрушенной краевой части угольного массива, а объем пород  $AED$  удерживается на участке  $AD$  шириной  $r(x)$ . Масса пород в призме  $BCDE$ , очевидно, составляет нагрузку на крепь выработки, т. е.  $q_{кр}^n = \gamma ab \sin \psi_3$ , где  $\psi_3$  — угол обрушения;  $a$  — средняя высота обрушения пород, м;  $b$  — ширина поддерживаемого пространства, м. При угле падения пласта  $\alpha_n$   $q_{кр}^n = q_{кр}^b \cos \alpha_n$ . Величина боковой нагрузки на крепь сохраняемой выработки зависит от угла падения пласта и порядка отработки выемочных столбов и равна со стороны пласта:  $q_{кр}^b = \epsilon_y E_q \cdot 2h$ , где  $\epsilon_y$  — деформация пласта;  $E_q$  — модуль деформации пласта,  $E_q = E/R_{пл}$ ;  $E$  — модуль упругости пласта;  $R_{пл}$  — прочность пласта угля;  $2h$  — мощность пласта, м. Для определения длин  $DE$  и  $BC$  необходимо задать уравнение кривой  $AB$ . Из анализа геомеханических процессов ясно, что профиль кривой  $AB$  является функцией времени  $t$ . При  $t \rightarrow \infty$  кривая  $AB$  асимптотически приближается к прямой линии, характеризуемой углами полного сдвижения  $\psi_1, \psi_2$ , тогда можно записать:  $Z = y \operatorname{tg} \psi_3 = cy$ , где  $\psi_3$  принимает значения:  $\psi_1 = 50 - 0,25 \alpha_n$  при нисходящем порядке отработки;  $\psi_2 = 50 + 0,38 \alpha_n$  при восходящем порядке отработки. На границе зоны разрушения пласта  $y = 0$  находится начало кривой  $AB$ , т. е.  $Z = 0$ . Дифференциальный характер изменения кривой  $Z \cdot (y)$  запишем, исходя из результатов натурных наблюдений,  $dZ = A_1(dy/y)$ . Проинтегрируем и приведем  $y$  к безразмерной координате  $y/r$ :  $Z = A_1 \ln(y/r + 1)$ . Удовлетворив условию  $y = 0, Z = 0$ , получим  $Z = A_1 \ln(y/r + 1)$ . Параметр  $A_1$  является функцией времени:  $A_1 = cr \cdot [1 - \exp(-t/T)]$ , где  $c$  — коэффициент угла обрушения пород кровли,  $c = \operatorname{tg} \psi_3$ ;  $T$  — время релаксации напряжений изгиба в консольных слоях породы. Окончательно кривая разрушения  $AB$  имеет следующий вид:

$$Z = \operatorname{tg} \psi_3 r \cdot (x) \ln(y/r + 1)(1 - \exp(-t/T)). \quad (2)$$

Здесь функция  $r \cdot (x)$  находится из уравнения (1) при подстановке в  $\omega(x, y, t)$ ;  $x = x_n, y = \pm 1$  (в зависимости от порядка отработки выемочного поля). Далее из выражения (2) находят длины  $DE$  и  $BC$ :  $DE \approx Z \cdot (r) / \cos \psi_3$ ;  $BC \approx Z \cdot (r + b) / \cos \psi_3$  и  $a \approx [Z \cdot (r) + Z \cdot (r + b)] / 2 \cos \psi_3$ .

Вычисление экстремальных значений величин  $Z \cdot (y)$  реализуется на основе использования вышеприведенных аналитических соотношений (таблица).

Итак, сдвигение и разрушение краевой части пласта и пород кровли в сохраняемой выработке не прекращается в течение 120 сут и более. Экспериментально установлено: критическая величина сжатия пласта 24 мм составляет 0,012 % мощности пласта; критическая величина смещения кровли на 60 мм составляет 0,03 % мощности пласта.

УДК 622.28:622—113.2

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОТИВООТЖИМНЫХ УСТРОЙСТВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ

Кандидат технических наук АНТОНОВ Ю. А., кандидат технических наук БУЯЛИЧ Г. Д.,  
доктор технических наук АЛЕКСАНДРОВ Б. А.

■ применение противоотжимных устройств не улучшает состояние кровли в бесстоечном пространстве очистного забоя, не уменьшает вывалообразование кровли в призабойной зоне и не уменьшает процесс

отжима угля. Они только удерживают щитом уже отжатый уголь в забое. А устройства для крепления забоя (УКЗ) взаимодействуют с кровлей, передавая на нее через забойную консоль секции крепи дополнительную реакцию и снижая за счет этого интенсивность отжима.

На кафедре горных машин и комплексов Кузбасского государственного технического университета разработаны УКЗ-1 и УКЗ-2 [1, 2], реализующие принцип взаимного удержания забоя и кровли. Это позволяет совместно с креплением забоя обеспечить дополнительную реакцию на забойных консолях секций механизированной крепи и повысить их несущую способность. В качестве опорной поверхности используется поверхность забоя. Рассмотрим общую картину распределения сопротивления по перекрытию крепи в зависимости от силовых, кинематических и геометрических параметров устройств. Воспользовавшись методом И. А. Симвулиди [3], основанном на решении дифференциального уравнения четвертого порядка упругой линии балки, рассмотрим верхняя секция крепи как балку, лежащую на упругом основании:

$$EJ(d^4y/dx^4) + Q_x = P_x, \quad (1)$$

где  $EJ$  — жесткость балки (верхняка),  $\text{Н} \cdot \text{м}^2$ ;  $y$  — вертикальное перемещение нейтральной оси балки,  $\text{м}$ ;  $Q_x$  — распределенная реакция со стороны основания (кровли),  $\text{Н/м}$ ;  $P_x$  — заданная активная нагрузка,  $\text{Н/м}$ .

Грунт основания под балкой (породы кровли над верхняком) рассматривается как сплошная однородная упругая среда бесконечной мощности, характеризуемая модулем деформации  $E_0$  и коэффициентом Пуассона  $\mu$ .

Балка (верхняк) рассматривается как тонкий упругий брус, деформирующийся только по длине, т. е. учитывается только упругая деформация оси бруса. При этом не учитываются поперечные деформации по высоте сечения и трение между балкой и грунтом.

Для получения более простого и удобного решения исходного уравнения (1) поставлены условия, чтобы упругая линия прогнувшейся балки и просевшая под ней поверхность грунта приблизительно совпадали. Поэтому реактивное давление грунта представлено в виде четырехчленного степенного ряда с четырьмя неизвестными параметрами:

$$Q_x = a_0 + 2a_1L^{-1}(x - L/2) + 4a_2L^{-2}(x - L/2)^2 + 8a_3L^{-3}(x - L/2)^3, \quad (2)$$

где  $L$  — длина балки,  $\text{м}$ ;  $a_0, a_1, a_2, a_3$  — неизвестные параметры, величины которых зависят от жесткости балки, ее длины, модуля деформации упругого основания, характера нагрузки и ее расположения,  $\text{Н/м}$ .

Для определения этих параметров поставлены следующие условия контактности балки с основанием:

равенство прогибов балки  $y$  и грунта  $v$  на левом конце и в середине балки  $y|_{x=0} = v|_{x=0}$ ;  $y|_{x=0,5L} = v|_{x=0,5L}$ ;

равенство площадей, образованных ординатами обеих линий деформации,  $\int_0^L y(x)dx = \int_0^L v(x)dx$ ;

равенство третьих производных обеих функций прогибов в середине балки  $d^3y/dx^3|_{x=0,5L} = d^3v/dx^3|_{x=0,5L}$ .

Эти условия контактности дополнены двумя условиями равновесия балки  $\sum Y = 0$ ;  $\sum M_c = 0$  и двумя граничными условиями  $d^2y/dx^2|_{x=0} = 0$ ;  $d^2y/dx^2|_{x=L} = 0$ .

Кроме того, при совместном решении задачи с шарнирно соединенными балками добавляется условие сопряженности, заключающееся в равенстве реактивных давлений грунта в местах условного отсечения одной балки от другой.

В результате решения уравнений, составленных на основе вышеперечисленных условий, получены общие расчетные формулы в простой форме для любой нагрузки, приложенной к балке.

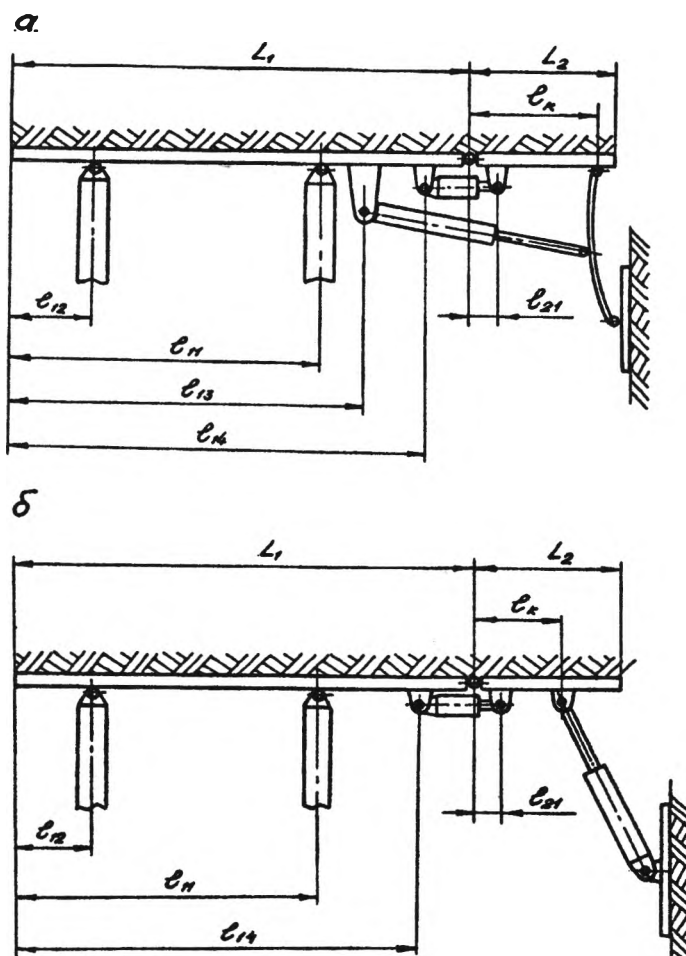


Рис. 1. Схемы взаимодействия с кровлей верхняка секции крепи с УКЗ-1 (а) и УКЗ-2 (б)

Для рассмотрения взаимодействия механизированной крепи с кровлей рассмотрим верхняк секции крепи, опирающийся на две гидростойки и состоящий из перекрытия, шарнирно соединенного с ним козырька, поджимаемого гидропатроном, и устройства для крепления забоя. Это наиболее универсальная схема верхняка, которая путем различной комбинации и исключения перечисленных элементов может быть приведена к любой реальной конструкции. При этом представляем верхняк как шарнирную балку, лежащую на упругом основании и нагруженную реакциями гидростоек, гидропатрона козырька и реакцией на забойной консоли от устройства для крепления забоя.

Схемы взаимодействия с кровлей верхняка механизированной крепи, оснащенной устройствами для крепления забоя, приведены на рис. 1.

Для нахождения решения уравнения расчленим верхняк в шарнире на две балки, при этом действие шарнира заменяем поперечными силами  $Y$ , а действие гидротрона управления козырьком изгибающим моментом  $M_r$ . Кроме того, для упрощения расчетов полагаем, что каждая из балок имеет постоянное поперечное сечение. Расчетные схемы для определения

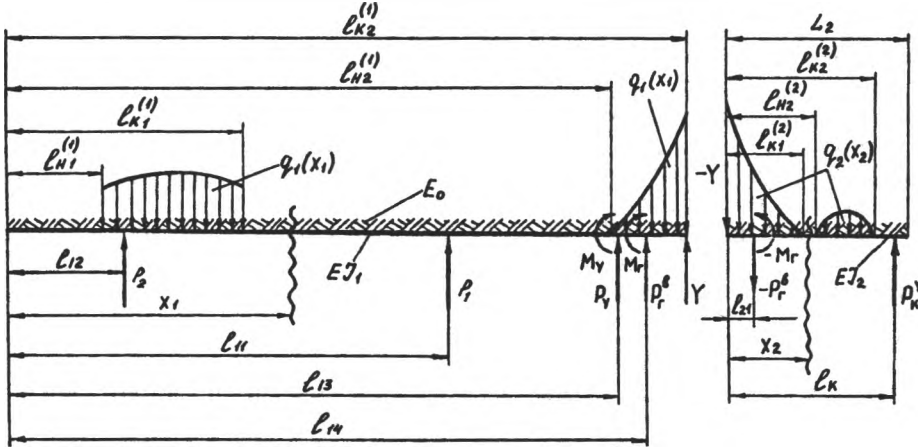


Рис. 2. Межитерационная расчетная схема определения эпюров реактивных давлений кровли на верхняк с УКЗ-1

реактивных давлений кровли на верхняк с разными типами устройств для крепления забоя представлены на рис. 2 и 3.

Для схем, приведенных на рис. 1, 2 и 3, приняты следующие обозначения:  $L_1$ ,  $L_2$  — длина балки соответственно перекрытия и козырька, м;  $l_{11}$ ,  $l_{12}$ ,  $l_{13}$ ,  $l_{14}$  — расстояние от завального конца перекрытия соответственно до сосредоточенных нагрузок и моментов  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_y$ ,  $M_y$ ,  $P_r^e$ ,  $M_r$ ,

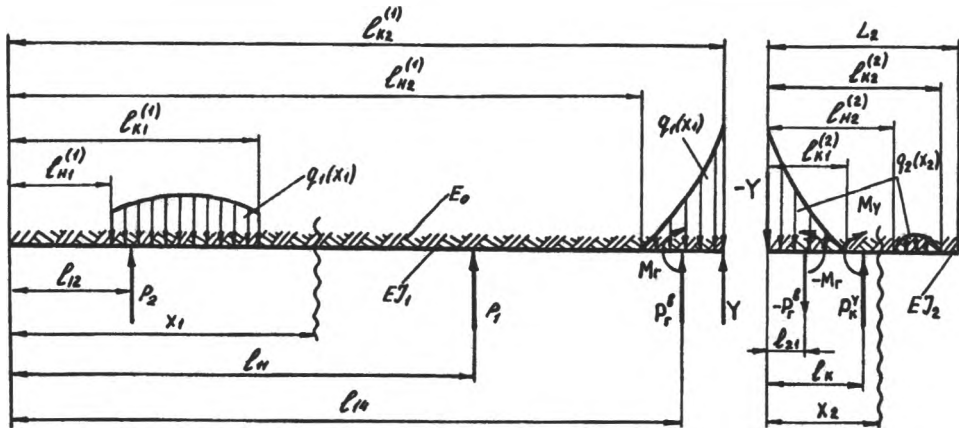


Рис. 3. Межитерационная расчетная схема определения эпюров реактивных давлений кровли на верхняк с УКЗ-2

приложенных к перекрытию, м;  $l_{21}$ ,  $l_k$  — расстояние от завального конца козырька соответственно до сосредоточенных нагрузок и моментов  $P_r^e$ ,  $M_r$ ,  $P_k$ ,  $M_y$ , приложенных к козырьку, м;  $x_n$  — текущая координата  $n$ -й балки относительно ее завального конца, м;  $q_1(x_1)$  — распределенная нагрузка, действующая на перекрытие, Н/м;  $q_2(x_2)$  — распределенная нагрузка, действующая на козырек, Н/м;  $P_1$ ,  $P_2$  — соответственно реакции забойной и завальной стоек, Н;  $P_r^e$  — вертикальная составляющая

усилия гидропатрона на перекрытии и козырьке,  $H$ ;  $P_k$  — вертикальная реакция на козырьке, создаваемая устройством для крепления забоя,  $H$ ;  $P_y$  — вертикальная реакция на перекрытии от усилия домкрата устройства УКЗ-1,  $H$ ;  $M_y$  — изгибающий момент на верхняке от действия устройства для крепления забоя,  $H \cdot м$ ;  $M_r$  — изгибающий момент на верхняке от действия гидропатрона,  $H \cdot м$ ;  $l_{ni}^n, l_{ki}^n$  — расстояние от завального конца  $n$ -й балки ( $n = 1$  — принадлежность к перекрытию,  $n = 2$  — принадлежность к козырьку) до начала и конца  $i$ -й распределенной нагрузки,  $м$ ;  $EJ_n$  — средняя жесткость  $n$ -й балки,  $H \cdot м^2$ ;  $E_0$  — модуль упругости первого рода породы кровли,  $Па$ .

Полученные расчеты схемы дают возможность каждую из полученных отдельных балок рассмотреть как простую балку конечной длины, лежащую на упругом основании.

В соответствии с выражением (2) получаем уравнение, описывающее характер распределения реактивных давлений кровли на перекрытие ( $n = 1$ ) и козырек ( $n = 2$ ),

$$Q_n(x_n) = a_0^{(n)} + a_1^{(n)} (2x_n/L_n - 1) + a_2^{(n)} (2x_n/L_n - 1)^2 + a_3^{(n)} (2x_n/L_n - 1)^3. \quad (3)$$

Практически во всех случаях взаимодействия крепи с боковыми породами сопротивление крепи не только неравномерно распределено по ширине поддерживаемого пространства, но и контакт кровли с верхняком происходит не по всей его длине. Нами проанализированы различные схемы нагружения верхняка и рассчитаны реактивные давления кровли. Анализ полученных эпюр показал, что во всех случаях нагружения они имеют отрицательные значения реактивных давлений кровли. Наличие отрицательных зон объясняется тем, что эпюр реактивных давлений описывается гладкой непрерывной функцией (3) и указывает на потерю контакта в этих зонах верхняка с кровлей.

Поскольку сцепление между верхняком и кровлей практически отсутствует, то появление отрицательных зон реактивных давлений искажает реальную картину распределения этих давлений на верхняке. Данное явление следует отнести к недостатку метода, который можно устранить, рассчитывая эпюры последовательными приближениями и реализуя на ЭВМ. Сущность этого метода заключается в следующем [4]: после расчета эпюра реактивных давлений  $Q(x)$  определяют границы каждой его отрицательной зоны  $l_n$  и  $l_k$  и к этим участкам прикладывают распределенную нагрузку  $q(x)$ , равную по величине реактивным давлениям  $Q(x)$ , но противоположно направленную. После этого рассчитывают новый эпюр  $Q(x)$ , снова находят его отрицательные области и вновь ведут расчеты эпюра  $Q(x)$ . Расчет ведут до тех пор, пока разность величин отхода верхняка от кровли по расчету между соседними итерациями не достигнет заданной точности  $\epsilon$ . Так как  $q(x)$  и  $Q(x)$  равны по величине и противоположно направлены, то они взаимно уничтожаются, внутри границ  $l_n$  и  $l_k$  можно принять  $Q(x) = 0$ . Таким образом, верхняк оказывается нагруженным только положительно направленными реактивными давлениями кровли  $Q(x)$ , что не противоречит реальному процессу контактного взаимодействия.

Расчеты реактивных давлений по изложенному выше методу, отражающие влияние силовых и геометрических параметров устройств для крепления забоя, выполнены применительно к крепи М130 при различных вариантах нагружения верхняка.

При расчете эпюр реактивных давлений кровли приняты следующие исходные данные: верхняк взаимодействует с алевролитом слабой устойчивости, имеющим модуль упругости  $E_0 = 3,25 \cdot 10^{10}$  Па и коэффициент Пуассона  $\mu = 0,28$ , средние жесткости перекрытия и козырька приняты соответственно  $EJ_1 = 1,08 \cdot 10^8$  Н  $\cdot$  м<sup>2</sup> и  $EJ_2 = 0,6 \cdot 10^8$  Н  $\cdot$  м<sup>2</sup>,

при этом показатели гибкости для перекрытия и козырька соответственно равны  $\alpha_1 = 22827$  и  $\alpha_2 = 1296$ .

Математическое моделирование взаимодействия верхняка с кровлей, расчет реактивных давлений и эпюров для серийной секции крепи и для секции крепи, оснащенной УКЗ-1 и УКЗ-2, производились при следующих условиях: варьировалось сопротивление забойной консоли  $P_k^y$  при неизменной величине усилия гидропатрона и при неизменном положении точки приложения реакции от устройства на консоли (козырьке); варьировалось положение точки приложения реакции от устройства  $l_k$  на консоли при неизменной величине усилия гидропатрона и максимальном сопротивлении консоли  $P_k^y$ ; варьировалось усилие гидропатрона  $P_r$  при максимальном сопротивлении консоли  $P_k^y$  и неизменном положении точки приложения реакции от устройства на консоли.

Для каждого из этих случаев получено семейство эпюров с использованием УКЗ-1 и УКЗ-2. На рис. 4 приведены наиболее характерные из них. Проанализируем результаты моделирования с точки зрения распределения сопротивления крепи по ширине поддерживаемого пространства (по длине верхняка).

Рациональным будет такое распределение, которое обеспечивает наибольшую длину контакта верхняка с кровлей и сопротивление забойной консоли, соизмеримое со средним сопротивлением крепи, а также возможно меньшее значение реактивного давления над завальной консолью, что уменьшает выдавливание пород непосредственной кровли в выработанное пространство, приводящее к ухудшению контактирования. С учетом изложенного и должен выбираться наиболее рациональный эпюр распределения реактивных давлений и параметры устройств, обеспечивающих такое распределение.

Эпюр реактивных давлений крепи на верхняке серийной крепи (эпюр 1 на рис. 4) построен при рабочем сопротивлении обеих гидростоек ( $P_1 = P_2 = 1570$  кН) и гидропатрона ( $P_r = 1000$  кН).

Распределение реактивных давлений на верхняке крайне неравномерно. На перекрытии имеются два участка и один участок на козырьке, которые не контактируют с кровлей. Причем в зоне расположения гидропатрона участок отрыва верхняка от кровли составляет примерно 1,3 м. Сопротивление забойной консоли при низком его значении также неравномерно распределено по ее длине и изменяется от 0 до 1840 кН/м. В средней части перекрытия реактивные давления составляют порядка 3000 кН/м, в завальной же его части давление достигает 6300 кН/м. В целом эпюр имеет тенденцию резкого роста давлений от забойной части к завальной и является неблагоприятным для взаимодействия верхняка с кровлей.

Моделирование при постепенном увеличении сопротивления забойной консоли УКЗ-1 до  $P_k^y = 450$  кН и УКЗ-2 до  $P_k^y = 400$  кН показало, что оба устройства позволяют изменить форму эпюра реактивных давлений по сравнению с серийной секцией. УКЗ-2 позволяет более равномерно

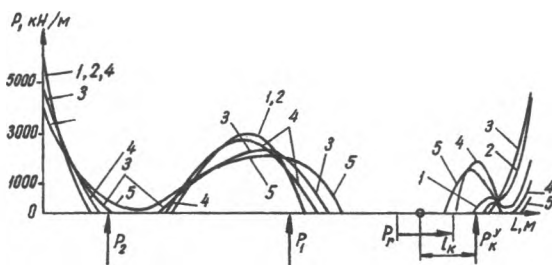


Рис. 4. Эпюры распределения сопротивлений  $P$  по длине верхняка крепи М130:

- 1 — серийная секция; 2 —  $P_k^y = 225$  кН,  $l_k = 0,8$  м,  $P_r = 1000$  кН; 3 —  $P_k^y = 450$  кН,  $l_k = 0,8$  м,  $P_r = 500$  кН; 4 —  $P_k^y = 400$  кН,  $l_k = 0,4$  м,  $P_r = 1000$  кН; 5 —  $P_k^y = 400$  кН,  $l_k = 0,4$  м,  $P_r = 500$  кН

распределить сопротивление консоли и на большей его длине, чем УКЗ-1. Однако последнее позволяет получить меньшую величину коэффициента положения равнодействующей сопротивления  $K_R$ . Так, для серийной крепи коэффициент  $K_R = 0,696$ . При использовании УКЗ-1 коэффициент  $K_R = 0,616$ , это соответствует приближению равнодействующей к забою на 0,32 м, что положительно сказывается на взаимодействии верхняка с кровлей. Коэффициент  $K_R$  вычисляется по формуле  $K_R = LL^{-1}[l_1 + (P_2 l_2 - P_k^y l_3) (P_1 + P_2 + P_k^y)^{-1}]$ , где  $P_1$  и  $P_2$  — соответственно реакции забойной и завальной гидростоек, кН;  $P_k^y$  — вертикальная реакция на забойной консоли, создаваемая устройством для крепления забоя, кН;  $L$  — общая длина верхняка, м;  $l_1$  — расстояние от забоя до передней стойки, м;  $l_2$  — расстояние между стойками, м;  $l_3$  — расстояние между вертикальной реакцией  $P_k^y$  и передней стойкой, м.

Расчеты показали, что использование устройств для крепления забоя, благоприятно изменяя форму эпюра над консолью, практически не изменяет эпюр над перекрытием, поэтому целесообразно проанализировать влияние места приложения  $l_k$  усилия  $P_k^y$ , создаваемого устройством, на форму эпюра. Для дальнейшего моделирования приняты максимальные значения усилий, создаваемых устройствами на консоли (450 кН для УКЗ-1 и 400 кН для УКЗ-2). При постоянном значении усилий варьировалось место их приложения (величина  $l_k$  на рис. 1).

Возможности конструктивного переноса точки приложения вертикального усилия для УКЗ-1 ограничены. А приближение равнодействующей сопротивления крепи к забою будет наибольшим, если усилие  $P_k^y$  приложено на забойном конце козырька. Поэтому величина  $l_k$  для УКЗ-1 принята равной 0,8 м.

Установлено, что, перемещая точку приложения усилия от устройства в сторону шарнира соединения козырька с перекрытием, можно увеличить длину контакта верхняка с кровлей и снизить реактивные давления на завальной части перекрытия, высокие значения которых могут привести к раздавливанию пород кровли. Отметим, что приложение усилия  $P_k^y$  в центре козырька УКЗ-2 позволяет более равномерно распределить эпюр по его длине (хотя максимальные реактивные давления и меньше, чем для УКЗ-1). Поэтому с учетом конструктивных соображений для дальнейших расчетов в УКЗ-2 принято расстояние  $l_k = 0,4$  м. В этом случае козырек и перекрытие контактируют с кровлей на большей длине, чем на эпюре для УКЗ-1, а общая длина контакта верхняка больше на 0,2 м.

Однако для обоих типов устройств зона отсутствия контакта верхняка с кровлей остается значительной. Целесообразно рассмотреть, какое влияние на контактирование оказывает усилие гидропатрона. Известно, что увеличение реакции гидроруляемой консоли за счет увеличения числа гидропатронов и давления в них приводит к нагружению передних стоек и уменьшению усилия, прилагаемого ими к кровле. Величина  $A$  снижения этого усилия определяется по формуле, приведенной в [5]. Так, для крепи М130 при давлении в гидропатроне 50 МПа (усилие гидропатрона  $P_r = 1000$  кН) величина сопротивления консоли  $P_k = 152$  кН и  $A = 352,8$  кН. Если учесть, что в условиях трудноуправляемых кровель величина  $P_k$  должна быть порядка 350 кН, то усилие, передаваемое передней стойкой, уменьшится уже на величину  $A = 813$  кН (более чем в два раза). Это приведет к ухудшению контактирования верхняка с кровлей (вследствие отрыва от нее зоны расположения гидропатрона), перемещению равнодействующей сопротивления к завалу и ухудшению состояния кровли.

Избежать этого можно, используя для увеличения реакции забойной консоли не гидропатрон, а разработанные устройства для крепления забоя. Более того, при наличии таких устройств усилие гидропатрона может быть даже снижено.

Уменьшение усилия гидропатрона приводит к перераспределению сопротивления крепи по длине верхняка, при этом увеличивается длина его контакта с кровлей. В качестве предпочтительного эпюра для УКЗ-1 рекомендуется эпюр 3, полученный при усилии гидропатрона  $P_r = 500$  кН (рис. 4). Сравнение его с эпюром 1 показывает, что длина контактирования верхняка с кровлей увеличилась на 0,56 м, а реакция на забойном конце козырька возрастает в 2,7 раза и обеспечивает более равномерное распределение сопротивления по перекрытию крепи. Для УКЗ-2 также рекомендуется усилие гидропатрона  $P_r = 500$  кН, что позволяет увеличить длину контактирования верхняка с кровлей на 0,83 м (эпюр 5 на рис. 4) по сравнению с эпюром для серийной крепи.

По результатам анализа расчетных эпюров и с учетом конструктивных особенностей устройств применительно к крепи М130, были приняты следующие параметры для УКЗ-1:  $P_k^y = 450$  кН,  $l_k = 0,8$  м,  $P_r = 500$  кН; для УКЗ-2:  $P_k^y = 400$  кН,  $l_k = 0,4$  м,  $P_r = 500$  кН.

Таким образом, к достоинствам УКЗ-1 в сравнении с УКЗ-2 следует отнести: более высокое сопротивление консоли и его долю, создаваемую устройством  $P_k^y$ ; обеспечение меньшего значения коэффициента положения равнодействующей сопротивления крепи и большего приближения равнодействующей к забою. Это позволяет рассматривать УКЗ-1 как дополнительную стойку у забоя. Достоинствами УКЗ-2 является обеспечение контактирования с кровлей забойной консоли и в целом верхняка на большей длине и, следовательно, более равномерное распределение сопротивления.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. с. 8833486 СССР, МКИ Е 21 Д 23/04. Устройство для крепления забоя/А. Н. Коршунов, Б. А. Александров, Ю. А. Антонов и др.— Оpubл. 23.11.81. Бюл. № 43.
2. А. с. 1067221 СССР, МКИ Е 21 Д 23/04. Устройство для крепления забоя/А. Н. Коршунов, Б. А. Александров, Ю. А. Антонов и др.— Оpubл. 15.01.84. Бюл. № 2.
3. Симвулиди И. А. Расчет инженерных конструкций на упругом основании: Учебн. пособие для строит. вузов/4-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. школа, 1978.— 490 с.
4. Буялич Г. Д. Исследование направлений повышения работоспособности механизированной крепи поддерживающего типа в условиях трудноуправляемых кровель Кузбасса: Дис. . . . канд. техн. наук.— Кемерово, 1983.— 329 с.
5. Докукин А. В., Коровкин Ю. А., Яковлев Н. И. Механизированные крепи и их развитие.— М.: Недра, 1984.— 288 с.



ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

# ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

5

2000



## СОДЕРЖАНИЕ

Курехин В. В. Кузбасскому государственному техническому университету 50 лет 1

### ● ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Шаламанов В. А., Штумпф Г. Г. Исследование прочностных свойств горных пород при многократном замораживании и оттаивании . . . . .	9
Простов С. М., Гуцал М. В., Шаймуратов В. Х. Определение геометрических параметров обводненных неустойчивых зон методами электроразведки . . . . .	12
Шевченко Л. А. Расчет производительности скважин по фильтрационным характеристикам угольного пласта . . . . .	15
Кнуренко Л. М. Современная геодинамика угольных месторождений Кузнецкого бассейна и их выбросоопасность . . . . .	20
Дырдин В. В., Гуменный С. А., Янина Т. И. Делитель светового сигнала для системы непрерывного контроля напряженного состояния массива горных пород . . . . .	23
Бирюков А. В., Ташкинов А. С. Вероятностные аспекты изучения геоматериалов . . . . .	27

### ■ РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Егошин В. В., Егоров П. В., Рыжков Ю. А., Набоков А. И. Новое направление разработки наклонных и крутых пластов . . . . .	31
Егоров П. В., Бобер Е. А. Основные итоги учебно-научной деятельности кафедры РМПИ за 50 лет . . . . .	35
Проноза В. Г., Назаров И. В. Формирование технологических схем перевалки взорванных пород с помощью оптимизационного алгоритма . . . . .	38
Шиканов А. И., Зюзин Е. А. Определение параметров обрушения пород основной кровли . . . . .	49
Игнатов Е. В. Исследование процесса формирования зон разрушения и смещения пород кровли и краевой части пласта . . . . .	52
Антонов Ю. А., Буялич Г. Д., Александров Б. А. Влияние параметров противотжимных устройств на распределение сопротивления механизированной крепи . . . . .	56

### ■ СТРОИТЕЛЬСТВО ШАХТ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Скрылев П. А. Направленное перемещение крепей в условиях разработки крутых пластов угля столбами по падению . . . . .	64
Першин В. В., Наседкин А. В. Расчет производительности погрузочных машин при проходке многопутевых горных выработок околоствольных дворов . . . . .	66

### ■ ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Шундулиди А. И., Удачина М. В. Основы применения программно-целевого метода при разработке и сопровождении региональных программ развития Кузбасса . . . . .	71
Вылегжанин В. Н., Григорьев А. В., Ивлев И. А. Интенсивность и концентрация горных работ — факторы, обеспечивающие конкурентоспособность угледобычи . . . . .	73

### ■ УРОВЗРЫВНОЕ ДЕЛО

Паначев И. А., Бирюков А. В. Управление качеством взрывной подготовки пород . . . . .	78
Катанов Б. А. Стенды для исследования бурового инструмента . . . . .	83

## РУДИЧНЫЙ ТРАНСПОРТ

Нестеров В. И., Вернер В. Н., Соколова Е. К., Соколов Д. Ю. Движение частиц материала в незамкнутом кожухе шнекового транспортера . . . . .	90
Захаров А. Ю. Обоснование параметров магнитов в устройствах поддержания ленты конвейера в месте загрузки . . . . .	95

## МЕХАНИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ. ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

Маметьев Л. Е., Ананьев А. Н., Любимов О. В. Оценка сопротивления вращения в опорно-центрирующих узлах бурошнековых машин . . . . .	99
Рындин В. П. Интегральный способ определения параметров ударных импульсов в штанге бурильной машины . . . . .	102
Кобылянский М. Т., Иванов В. В. Исследование динамической составляющей силы сопротивления при извлечении бурового инструмента из скважины магнитным ловителем . . . . .	105
Воронов Ю. Е. Методология оптимального проектирования карьерного бурового оборудования . . . . .	108
Якунин М. К., Якунин Р. М. О причинах снижения удельной подачи при увеличении частоты вращения бурового инструмента . . . . .	114
Паначев И. А., Бирюков А. В., Насонов М. Ю., Беленко М. В. Трещинообразование в металлоконструкциях шагающих экскаваторов . . . . .	117

## ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Ешин Е. К. Управление многодвигательными электроприводами горных машин . . . . .	122
Захарова А. Г., Разгильдеев Г. И. Характер нагрузок и потери в электрических сетях разрезов . . . . .	128
Каширских В. Г., Медведев А. Е. Совершенствование автоматического контроля и защиты электроприводов карьерных экскаваторов . . . . .	132
Полетаев В. А. Обеспечение точности выходных энергетических показателей взрывозащищенных асинхронных двигателей . . . . .	136
К сведению авторов . . . . .	139



## УЧРЕДИТЕЛИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

## ИЗДАТЕЛЬ

УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. Е. Троп (главный редактор),  
А. В. Бирюков, В. А. Гордеев, И. В. Дементьев, Б. А. Картозия,  
Ю. А. Кашников, С. С. Квон, В. З. Козин, В. Н. Корнилков,  
А. И. Косолапов, Э. С. Лапин, В. С. Литвиненко, Д. Е. Махио,  
В. Н. Попов, Л. А. Пучков, В. И. Самусь, К. Ф. Сапицкий,  
Л. А. Сорокин (зам. главного редактора),  
В. Е. Стровский, В. С. Хохряков, В. В. Хронин, В. Л. Шкуратник

---

Ответственный секретарь редакции . . . . .	Р. К. Бродягина
Редактор . . . . .	С. М. Кошелева
Корректор . . . . .	В. В. Носова
Технический редактор . . . . .	Н. Д. Чубарова

---

Сдано в набор 01.06.2000. Подп. в печать 07.08.2000.  
Формат 70 × 108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. газетная. Печать офсетная.  
12,6 усл. печ. л. 13,3 уч.-изд. л.  
Тираж 600. Заказ № 222.

Свидетельство о регистрации № 1077 от 07.12.90.

Редакция «Изв. вузов. Горный журнал»,  
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, тел. 22-65-59,  
код Екатеринбурга 343-2

ГИПП «Уральский рабочий»,  
620219, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 13.