

4. Средний начальный распор увеличился на 32%, что улучшило взаимодействие крепи с боковыми породами.

5. Применение устройств повышает показатели надежности и ресурс элементов гидросистемы и металлоконструкции крепи.

6. Наличие гидродаров в гидросистеме крепи "Пиома" вызывает необходимость специального исследования работы гидросистем крепей зарубежного производства и определения их фактической надежности.

УДК 622.285

Г. Д. Буялич

#### ОЦЕНКА КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОПОРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРЕПИ С БОКОВЫМИ ПОРОДАМИ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Описан метод расчета контактного взаимодействия опорных поверхностей крепи с боковыми породами

Распределение сопротивления крепи по ширине призабойного пространства является одним из основных факторов, оказывающих влияние на процесс взаимодействия ее с боковыми породами, от которого в большой степени зависит устойчивость непосредственной кровли в призабойной зоне, величина отжима угля из забоя, а также локальное разрушение пород кровли над верхняком, приводящее к неблагоприятным схемам взаимодействия крепи с основной кровлей [1].

На стадии проектирования с достаточной степенью точности распределение контактных напряжений в боковых породах количественно и качественно можно определить, рассмотрев опорные элементы крепи как балки, лежащие на упругом основании. Для решения этой задачи можно воспользоваться методом И. А. Сивилуиди, применяемым в строительной механике [2].

Этот метод основан на решении дифференциального уравнения четвертой степени упругой линии балки

$$EJ \frac{d^4 z}{dx^4} + P_x = \psi_x, \quad (1)$$

где  $EJ$  - жесткость балки (опорного элемента),  $H \cdot m^2$ ;  
 $Z$  - вертикальное перемещение нейтральной оси балки, м;  
 $P_x$  - распределенная реакция со стороны породы,  $H/m$ ;  
 $\Psi_x$  - заданная активная нагрузка,  $H/m$ .

Боковые породы г. д. опорными элементами рассматриваются как сплошные однородные упругие среды бесконечной мощности, характеризующиеся модулем деформации  $E_c$  и коэффициентом Пуассона  $\mu$ . При этом используется плоская задача теории упругости (плоская деформация).

Опорные элементы крепи рассматриваются 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 брусом и породой.

Решение дифференциального уравнения (1) находится из условия, что упругая линия прогнувшегося опорного элемента приблизительно совпадает с деформированной поверхностью породы. При этом реактивное давление породы на опорный элемент представляется в виде степенного ряда

$$P_x = \sum_{i=0}^n \alpha_i \left[ \frac{2}{L} \left( x - \frac{L}{2} \right) \right]^i, \quad (2)$$

где  $L$  - длина балки, м;

$\alpha_i$  - неизвестные параметры, величины которых зависят от жесткости балки, ее длины, модуля деформации боковых пород, характера нагрузки и ее расположения,  $H/m$ .

Коэффициенты  $\alpha_i$  в выражении (2) определяются из условий контактности опорных элементов с боковыми породами, равновесия и граничных условий.

Кроме того, при совместном решении шарнирно-соединенных опорных элементов добавляются приближенные условия сопряженности, заключающиеся в равенстве реактивных давлений породы в местах мысленного отсечения одной части от другой.

На основе вышеперечисленных условий И.А.Симвулиди получены общие расчетные формулы для определения контактных давлений упругого основания при любой нагрузке, расположенной на балке. Им же показано, что для инженерных расчетов в выражении (2) вполне достаточно ограничиться первыми четырьмя членами. Увеличение же степени полинома не приводит к существенному повышению

точности решения, однако при этом резко возрастает объем вычислений и сложность расчетных формул.

При определении контактного взаимодействия секции механизированной крепи с боковыми породами необходимо рассматривать ее как совокупность балок, лежащих на упругом основании и нагруженных реакциями гидростоек и гидропатрона козырька (рис. 1). Если опорный элемент представляет из себя шарнирно-сопряженную балку (например, верхняк), то в этом случае для нахождения решения уравнения (1) он расчленяется в шарнире на две балки и действие шарнира заменяется поперечными силами  $Y$ , а вместо гидропатрона управления козырьком прикладываются изгибающие моменты  $M_r$  в соответствующих местах. Кроме того, на данном этапе проектирования можно принять, что каждая из балок имеет постоянное поперечное сечение.

Анализ эпюр реактивных давлений, рассчитанных по методике И.А.Симвулиди, показывает, что многие из них имеют отрицательные области. Наиболее выражено этот эффект проявляется вблизи шарнира соединения перекрытия с гидравлически управляемым козырьком. Данное явление объясняется тем, что полученные зависимости записываются гладкой непрерывной функцией (2) невысокого порядка и указывает на потерю контакта в этих местах опорных элементов с боковыми породами.

Поскольку сцепление между верхняком и кровлей практически отсутствует, то появление отрицательных областей реактивных давлений противоречит реальному процессу взаимодействия крепи с боковыми породами и искажает картину распределения этих давлений на верхняке. Данное явление следует отнести к недостаткам применения метода И.А.Симвулиди, которые снижают его эффективность и не устраняются при существенном снижении показателей гибкости перекрытия, козырька и оснований.

Однако на стадии проектирования секции крепи, когда контактное взаимодействие опорных элементов с боковыми породами необходимо оценить лишь приближенно, указанный недостаток можно существенно уменьшить, прикладывая в местах отставаний опорных элементов от породы фиктивную распределенную нагрузку, величина которой равна  $P_x$ , но противоположно направлена.

Алгоритм расчета реактивных давлений по уточненному методу

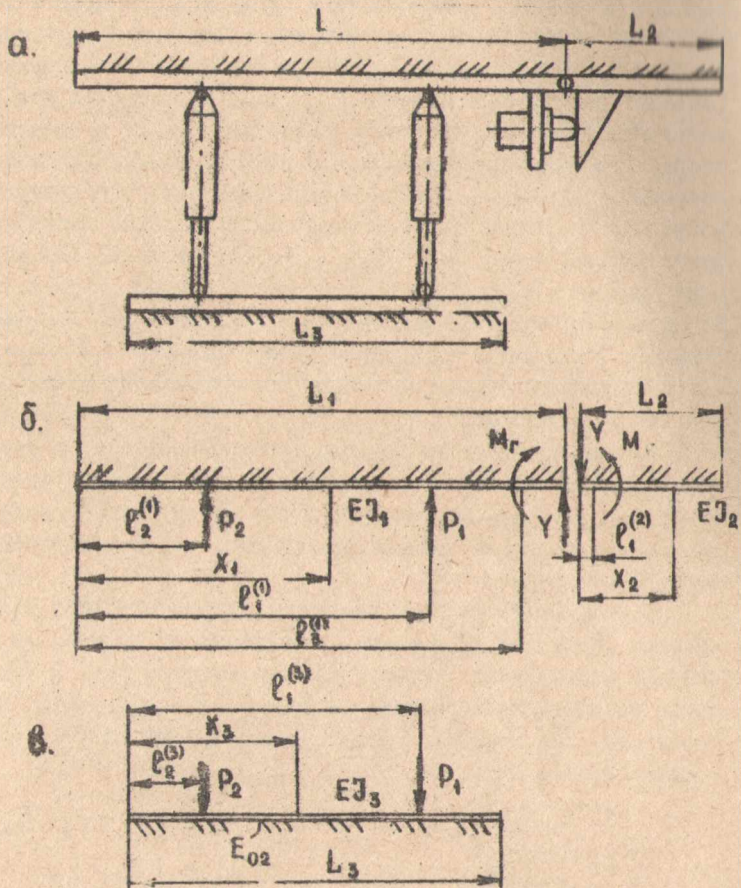


Рис. ... Схема взаимодействия секции механизированной крепи с боковыми породами (а) и расчетные схемы ее опорных элементов: верхняка (б) и основания (в)

пояснен на рис. 2 и заключается в следующем. На первом этапе фиктивную нагрузку на  $N$ -ом опорном элементе  $Q_{X_n}(X_n)$  принимают равной нулю. Затем по расчетным формулам И. А. Симвулиди определяют реактивные давления  $P_{X_n}(X_n)$  и, в случае наличия отрицательных областей, вычисляют начальные  $l_{нип}$  и конечные  $l_{кин}$  координаты границ, приравнивая к нулю выражение (2) и решая полученное линейное алгебраическое уравнение относительно неизвестной  $X_n$ . После этого в полученных границах прикладывают фиктивную нагрузку  $Q_{X_n}(X_n) = P_{X_n}(X_n)$  и повторяют расчет, заново вычисляя  $P_{X_n}(X_n)$  и границы отставаний опорного элемента от породы по новой расчетной схеме. Для шарнирно сопряженного опорного элемента заново определяют реакцию в шарнире. Пример итерационной расчетной схемы определения уточненной эпюры реактивных давлений кровли на верхняк приведен на рис. 3.

Расчет проводят до тех пор, пока относительное приращение суммарной фиктивной нагрузки между двумя соседними итерациями не будет превышать заданную точность. В случае расхождения итерационного процесса расчет прерывается по максимальному количеству повторений.

В результате расчета оказывается, что в местах отставаний опорных элементов от породы к ним приложены равные, но противоположно направленные распределенные нагрузки  $Q_{X_n}$  и  $P_{X_n}$ , которые взаимно уничтожаются и которые можно отбросить. При этом результирующее уравнение реактивных давлений на  $N$ -й опорный элемент будет иметь вид

$$P_{X_n} = \begin{cases} P_{X_n} & \text{при } 0 < X_n < l_{нип} \text{ и } l_{кин} < X_n < l_{нип} \\ 0 & \text{при } l_{ник} \leq X_n \leq l_{кин} \end{cases} \quad (3)$$

Данный метод итерационного расчета эпюр реактивных давлений пород на опорные элементы крепи позволяет существенно повысить точность результата и получить эпюру  $P_n$ , близкую к реальной.

В качестве критерия оценки контактного взаимодействия опорного элемента можно принять степень неравномерности распределения реактивных давлений  $P_{X_n}$  по его длине, которую возможно оценить коэффициентом вариации эпюры

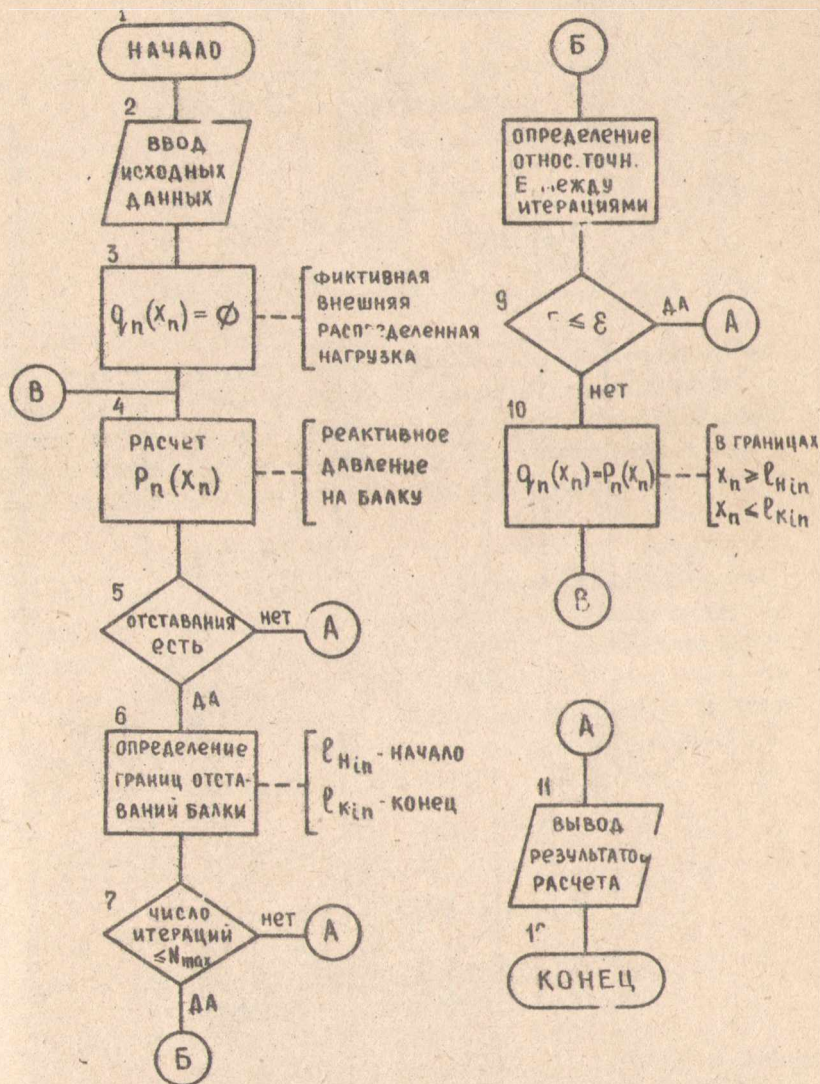


Рис.2. Алгоритм уточненного расчета реактивных давлений

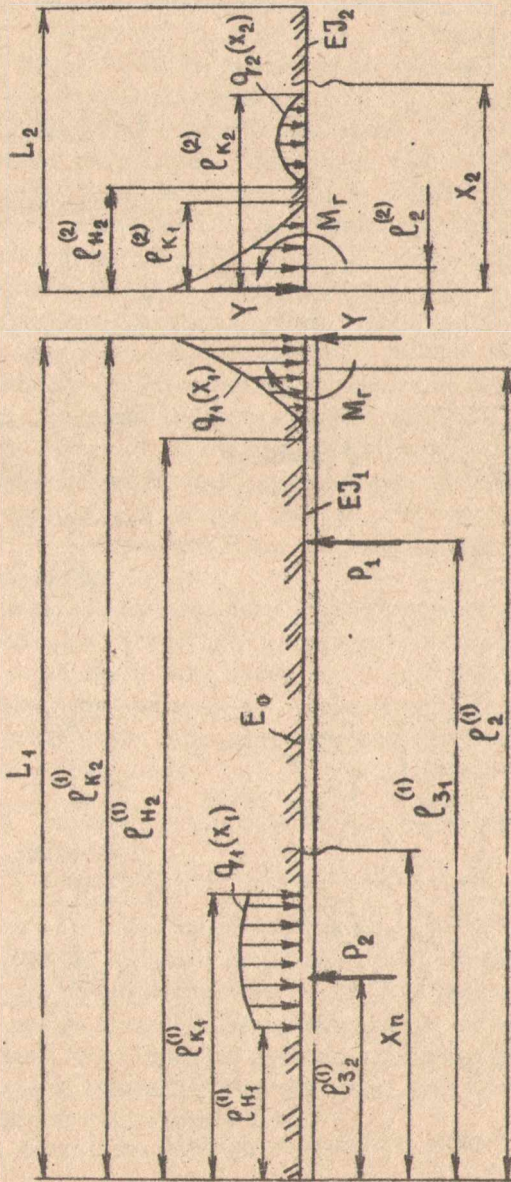


Рис. 3. Пример итерационной расчетной схемы определения уточненной связи реактивных давлений кровли на верхних

$$K_v = \frac{\sqrt{D_x}}{m_x}, \quad (4)$$

где  $m_x$  и  $D_x$  - математическое ожидание и дисперсия реактивных давлений на опорном элементе.

$$m_x = \frac{1}{L} \int_0^L P_x dx; \quad (5)$$

$$\sigma_x = \frac{1}{L} \int_0^L (P_x - m_x)^2 dx. \quad (6)$$

Рассмотренный в статье подход еще на стадии проектирования позволяет оценить эффективность конструкции в целом, а также произвести выбор наиболее рациональных геометрических и силовых параметров крепи с точки зрения наилучшего контактного взаимодействия ее опорных элементов с боковыми породами.

1. Коршунов А.Н., Буялич Г.Д. Результаты исследований взаимодействия крепи поддерживающе-оградительного типа с трудноуправляемыми кровлями //Механизация очистных и проходческих работ: Сб.науч.тр. /Кузбас.политехн.ин-т. - Кемерово, 1985. - С.41-44.

2. Симвулиди И.А. Расчет инженерных конструкций на упругом основании: Учеб.пособие для строит.вузов. - 4-е изд.,перераб. и доп. - М.: Высш.школа, 1978. - 480 с.

УДК 622.284.54-822:681.2

А.Н.Коршунов, А.С.Фролов

#### СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОСИСТЕМ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ

В работе приводится обзор и анализ конструктивных индикаторов давления, применяемых в механизированных крепях, а также описание конструкций, разработанных сотрудниками кафедры



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ И ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
КОМИТЕТ ПО ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

**КУЗБАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

50-летию Кемеровской  
области посвящается

## **МЕХАНИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ**

Сборник научных трудов

Кемерово 1992

Министерство науки, высшей школы и технической политики  
Российской Федерации

Комитет по высшей школе

КУЗБАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

50-летию Кемеровской  
области посвящается

МЕХАНИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Сборник научных трудов

Кемерово 1992

ДК 65.011.54

Механизация горных работ: Сб. науч. тр. /Редкол.: А.Н. Коршунов и др.; Кузбас. политехн. ин-т. - Кемерово, 1992. - 132 с.  
ISBN 5 - 230 - 18883 - 9

В статьях сборника изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований горных машин и механизмов, выполненных в ряде лабораторий Кузбасского политехнического института.

Сборник подготовлен кафедрой горных машин и комплексов Кузбасского политехнического института и рекомендуется научным работникам, проектировщикам и производственникам, занимающимся разработкой и эксплуатацией очистной, подготовительной и буровой техники.

Предисловие представлено статьей д-ра техн. наук, профессора М.С. Сафохиной.

Библиогр. 48 назв. Ил. 55. Табл. 8.

Редакционная коллегия: А.Н. Коршунов (отв. ред.), Б.А. Александров, В.Н. Вернер (отв. секретарь), Н.М. Скорняков (зам. отв. ред.).

Рецензенты: Главный научный сотрудник Института угля СОРАН, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР В.С. Горбунов; главный конструктор проекта КузНИИ, канд. техн. наук Г.А. Дашковский.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Кузбасского политехнического института.

ISBN 5 - 230 - 18883 - 9

© Кузбасский политехнический институт, 1992

СОДЕРЖАНИЕ

Сафохин М.С. Кемеровской области - 50 лет . . . . .	3
Александров Б.А., Буялич Г.Д. Результаты исследований динамического взаимодействия крепи "Пиома" с трубнообрушаемой кровлей в шахте "Польсаевская" . . . . .	5
Александров Б.А., Журавлев Р.П., Демидов В.И. Эксплуатация системы автоматизированного распора на крепи "Пиома" . . . . .	8
Буялич Г.Д. Оценка контактного взаимодействия опорных поверхностей крепи с боксвыми породами на стадии проектирования . . . . .	14
Коршунов А.Н., Фролов А.С. Средства контроля технического состояния гидросистемы механизированных крепей . . . . .	21
Черданцев Н.В., Черданцев С.В., Якунин М.К. Деформированное состояние гидроцилиндра при динамическом нагружении поршня . . . . .	30
Хорешок А.А. Экспериментальные исследования процесса разрушения угля различными режущими инструментами . . . . .	39
Кузнецов В.В., Полкунов Ю.Г. Определение нагрузок на асимметричном дисковом режущем инструменте при разрушении горных пород . . . . .	45
Антонов Ю.А., Вернер В.Н., Хорешок А.А. Рабочий орган комбайна с кассетными резцедержателями в кутковой части . . . . .	47
Вернер В.И. Расчет количества непогруженного угля при зачистном ходе узкозахватного комбайна . . . . .	51
Нестеров В.И., Полкунов Ю.Г., Соколов Е.К., Прейс Е.В. Прогнозирование сортности продуктов разрушения дисковыми инструментами . . . . .	56
Прейс Е.В. Влияние угла напластования на прочностные характеристики угля . . . . .	61
Сафохин М.С. О направлении совершенствования буровой техники на шахтах и разрезах . . . . .	65
Богомолов И.Д., Цехин А.М. вопросу бурения скважин в угольных пластах . . . . .	71

- Соколова Е.К., Богомолов И.Д. Моделирование устройств для бурения скважин с поперечным сечением некруглой формы . . . 78
- Скорняков Н.М. Показатели комплексной оценки технического уровня буровых станков . . . . . 83
- Ермолаев В.С., Логунов С.Н., Скорняков Н.М. Лабораторные и промышленные испытания бурового станка Б45-120 . . . . . 87
- Маметьев Л.Е. Прогноз грунтовых условий при эксплуатации шнековых машин горизонтального бурения . . . . . 92
- Маметьев Л.Е. Параметры технологической схемы и оборудования для двухэтапного процесса бурения горизонтальных скважин-переходов . . . . . 99
- Маметьев Л.Е., Ананьев А.Н., Карпенко С.М. Влияние наружных поверхностей барабанных расширителей горизонтальных скважин на крутящий момент . . . . . 105
- Катанов Б.А. Новые конструкции шнековых буровых штанг . . 109
- Воронов Ю.Е. О возможности и перспективах создания универсальных станков вращательного бурения . . . . . 114
- Латышевко М.П., Алферов В.Д. Определение максимального давления в смазочном слое подшипника качения с твердой смазкой для горного оборудования . . . . . 117
- Короткевич В.С. Определение коэффициента трения в подшипниках качения горнотранспортного оборудования . . . . . 123
- Кротков О.В. Формирование волны деформации смазочного слоя подшипников качения горных машин . . . . . 126

Св. план 1992, поз. 1206

МЕХАНИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Редактор Э.М.Савина

---

Подписан в печать 03.08.92 .Формат 60x 84/16.

Бумага оберточная. Печать офсетная. Уч. изд. . . 8,00. Тираж 300.

Заказ 533 . Цена 10 р.

Кузбасский политехнический институт.

650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28

Типография Кузбасского политехнического института.

650027, Кемерово, ул. Красноармейская, 115