

152

61

КУЗБАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Аспирант В. В. АБРАМОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК В ЭЛЕМЕНТАХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ ДЛЯ ПЛАСТОВ НАКЛОННОГО ПАДЕНИЯ КУЗНЕЦКОГО БАССЕЙНА

Специальность 05.172—горные машины

(Диссертация написана на русском языке)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Кемерово 1972

Работа выполнена в научно-исследовательской лаборатории кафедры горных машин и комплексов Кузбасского политехнического института и на шахтах комбината «Кузбассуголь».

Научный руководитель канд. техн. наук доцент А. Н. Коршунов.

Официальные оппоненты доктор техн. наук профессор Г. И. Грицко, канд. техн. наук Б. А. Фролов.

Ведущее предприятие комбинат «Кузбассуголь».

Автореферат разослан 16 февраля 1972 года.

Защита диссертации состоится 16 марта 1972 г. на заседании совета Кузбасского политехнического института (г. Кемерово-26, ул. Весенняя, 28).

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью, просим направлять в адрес совета института.

Ученый секретарь совета
доцент, канд. техн. наук

М. К. ЦЕХИН

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Р С Ф С Р

Кузбасский политехнический институт

A 12

На правах рукописи
Аспирант В.В.Абрамов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК
В ЭЛЕМЕНТАХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ ДЛЯ ПЛАСТОВ
НАКЛОННОГО ПАДЕНИЯ КУЗНЕЦКОГО БАССЕЙНА

Специальность 05.172 - горные машины
Диссертация написана на русском языке

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

3714 содн

Кемерово 1972

В В Е Д Е Н И Е

Благодаря по-седневному вниманию Коммунистической партии Советского Союза угольная промышленность страны за последние годы продвинулась далеко вперед по пути технического прогресса. Так, Директивами XXII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971+1975 годы предусматривается "... довести добычу угля в 1975 году до 6854695 млн.тонн. Завершить в основном перевооружение предприятий на основе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, а также переход на узкосахватную выемку на шахтах, повысить к концу пятилетки удельный вес добычи угля на пластах пологого и наклонного падения с применением выемочных комплексов и механизированных крепей не менее чем до 60 процентов общей добычи его. Повысить производительность труда в угольной промышленности примерно в 1,4 раза". Esta большая задача может быть решена только при тесном содружестве производственников, конструкторов и ученых.

В настоящее время угольная промышленность страны располагает целым рядом мощных механизированных комплексов, внедрение которых позволило значительно улучшить технико-экономические показатели отрасли. Так, в 1970 г. в комбинате "Кузбассуголь" семь типов механизированных комплексов выдали выше 12 млн.тонн угля, при этом рост нагрузки на указанные забои составил 12%. Однако за этот же период средний рост нагрузки на забой составил только 7%. В значительной степени это является результатом того, что почти все существующие механизированные комплексы предназначены для работы на пластах пологого падения. Разработка же наклонных пластов, осуществляемая длинными столбами по простиранию с возведением деревянной крепи, крайне неэффективна. Этим объясняется снижение долевого участия наклонных пластов в общей добыче угля, имеющее место в последние времена.

Одной из тенденций последнего времени является создание механизированных крепей для наклонных пластов средней мощности, работающих по падению пласта. Однако решение этой важной задачи невозможно без проведения широких исследований по целому ряду вопросов, и в первую очередь, по влиянию кинематики крепи на

распределение усилий среди элементов секции.

Данные, полученные при промышленных испытаниях опытных образцов межанизированных крепей на пластах наклонного падения и эксплуатации механизированных крепей на пластах пологого падения, свидетельствуют о том, что кинематика существующих крепей обладает серьезными недостатками. На пластах с неустойчивыми и слабыми почвами массовый характер носит явление погружения носка основания секции в породы гачвы, в результате чего гидростойка секции крепи не выходит на расчетное сопротивление, теряется эффект предварительного распора и фактическая характеристика системы "крепь - боковые породы" резко отличается от характеристики гидростойки.

Кроме того имеют место деформации элементов шарнирного четырехзвенника у крепей ограждающего-поддерживающего типа, имеющих механизм компенсации отхода козырька от груди забоя в виде четырехзвенника Чебышева, а также поломки шарнирных соединений при уменьшении раздвижности крепи и поломки оснований. Все это говорит о том, что ныне существующая кинематика крепей нуждается в серьезной доработке.

Задачами исследований являются изучение закономерностей перераспределения нагрузок в элементах механизированных крепей в условиях наклонного падения, разработка методики расчета усилий в элементах секции механизированной крепи и методики расчета оптимальных параметров секции с точки зрения ее максимальной устойчивости.

В основу диссертационной работы положены материалы исследований, проводившихся при непосредственном участии автора в 1968-1971 гг. в научно-исследовательской лаборатории комплексной механизации разработки наклонных и крутых пластов Кузбасса Кузбасского политехнического института и на шахтах комбината "Кузбассуголь".

Результаты исследований были доложены на техническом совете института Сибгипрогормаш, на техническом совещании Кемеровского отделения проектно-конструкторского и научно-исследовательского института КузНИИ, на техническом совете Киселевского машиностроительного завода им. И.С.Черных, на второй научно-технической конференции молодых ученых и специалистов горной промышленности Кузбасса, на научно-технической конференции профессорско-

преподавательского состава "Ученые Кузбасского политехнического института к 100-летию со дня рождения В.И.Чунина".

Работа состоит из 5 глав, содержит 218 страниц машинописного текста, 5 таблиц, 80 рисунков, список литературы и приложения.

ГЛАВА I. Обзор механизации крепления на наклонных пластах Кузбасса и ее исследований

В этой главе проанализирован уровень добычи угля из очистных забоев в Кузнецком бассейне и определены основные тенденции улучшения технико-экономических показателей добычи угля из пластов наклонного падения, обобщен опыт создания механизированных крепей для пластов наклонного падения и проанализированы направления работ по конструированию крепей для данных условий, сделан анализ исследований механизированных крепей для пластов наклонного падения, проводившихся в лабораторных условиях на моделях в бункерах и на эквивалентных материалах, а также в шахтных условиях.

Следует отметить, что в области исследования механизированных крепей проведено много работ, основными из которых являются труды Н.А.Чинакала, К.А.Ардашева, В.Л.Попова, Г.Н.Кузнецова, С.Т.Кузнецова, Г.И.Ягодкина, В.Ф.Трумбачева, Н.И.Линденау, П.І.Ковачевича, А.К.Коврижина, С.И.Запреева, Н.М.Садыкова и других авторов.

Тем не менее, анализ материалов по исследованию механизированных крепей свидетельствует о еще недостаточной изученности процессов перераспределения нагрузок в элементах механизированных крепей .., в частности, механизированных крепей для пластов наклонного падения. Отсюда вытекает необходимость проведения исследований процессов перераспределения нагрузок в элементах механизированных крепей для пластов наклонного падения.

ГЛАВА II. Методика экспериментальных исследований процесса перераспределения нагрузок в элементах механизированных крепей

Комплексный метод исследований, принятый в настоящей работе,

содержит как экспериментальные исследования в лабораторных и производственных условиях, так и аналитические исследования.

Программа лабораторных исследований предусматривает три основных этапа:

1. Определение величин нагрузок в элементах крепи в зависимости от угла падения пласта (масштаб моделирования 1:50).

2. Выявление закономерностей перераспределения нагрузок в системе элементов крепи в зависимости от конструкции и кинематики крепи (масштаб моделирования 1:10).

3. Исследование закономерностей перераспределения нагрузок в элементах крепи в зависимости от элементов производственного процесса (масштаб моделирования 1:10).

На всех трёх этапах был принят метод исследования моделей крепей на стендах с эквивалентными материалами, основоположником которого является проф. Г.Н.Кузнецов. Исследования на третьем этапе проводились на крупногабаритном стенде при помощи гидрофицированных моделей крепей, выполненных в масштабе 1:10.

При изготовлении моделей крепей была разработана методика расчета элементов моделей, позволяющая учесть их жесткость, что является весьма важным при работе из эквивалентных материалах.

Величины нагрузок измерялись методом тензометрирования. В качестве преобразователей использовались датчики омического сопротивления. Измерения производились автоматическими самоизящими приборами АИД-2, ТШ-09М3 и ЭПД-120, перестроенными на тензометрию, а также индикаторами часового типа.

Шахтные исследования проводились в лаве № 55 пласта Кемеровского шахты "Промышленская", а также на южном крыле пласта шахты "Южная" комбината "Кузбассуголь".

Программой шахтных исследований предусматривалось изучение закономерностей перераспределения нагрузок в элементах секции крепи ограждаально-поддерживающего типа при ее работе по падению пласта в зависимости от угла падения пласта, элементов производственного процесса и времени после передвижки.

Для проведения шахтных исследований была оборудована измерительная секция крепи ОМКТм и две измерительных секции крепи ИСН-2. В шарнирных соединениях измерительных секций были установлены тензометрические пальцы. По основаниям и

перекрытиям секций располагались измерительные устройства для замера величины контактных давлений. Кроме того, на секциях были установлены самописцы просадок СП-65 и самописцы давлений М-66Л для регистрации просадок гидростойки и давлений в поршневой полости ее. Регистрация усилий в элементах крепей производилась прибором ИЦ-2, который подключался через коммутатор, состоящий из галетных переключателей.

Обработка опытных данных производилась методами математической статистики. С целью выявления зависимости между исследуемыми параметрами и обнаружения этой связи применен метод корреляционного анализа.

ГЛАВА III. Результаты лабораторных исследований процесса формирования нагрузок в системах элементов механизированных крепей для пластов наклонного падения

В данной главе изложены результаты лабораторных исследований, касающиеся передраспределения нагрузок в элементах механизированных крепей в зависимости от угла падения пласта, конструкции и кинематики секции и элементов производственного процесса.

Результаты исследований позволили установить, что:

1. При всех углах падения пласта наиболее нагруженной является передняя часть основания, нагрузки на которую в 1,5-2,0 раза превышают нагрузки, действующие на заднюю часть. Характер нагружения передней части основания определяется в основном нагружением стойки секции.

2. Из несущих элементов наиболее нагруженным является гидростойка, которая воспринимает 65,0-70,0% нагрузки секции. Вертикальный четырехзвенник несет значительно меньшую нагрузку по сравнению с гидростойкой. Нагрузка на нем определяется в основном величиной давления обрушенных пород кровли, действующих на заднюю часть ограждающего перегородки.

3. Наибольшие нагрузки на элементы крепи отмечаются при работе ее на пластах с углом падения $30+35^{\circ}$. Распор гидравлической стойки и выемка угля приводят также к значительному росту нагрузок в элементах секции.

4. Определяющее влияние на характер распределения нагрузок по основанию секции оказывают кинематические и конструктивные параметры секции. Путем подбора оптимальных параметров кинематики крепи можно активно влиять на процесс формирования нагрузок в элементах секции и тем самым в конечном счете значительно повысить устойчивость механизированной крепи при работе на пластах наклонного падения.

Рассматривая закономерности процесса формирования нагрузок в системе элементов механизированной крепи, необходимо остановиться на особенностях перераспределения контактных нагрузок по основанию секции при различных кинематических параметрах крепи.

Так, отклонение верхнего шарнира гидростойки назад вызывает перераспределение контактных нагрузок по основанию крепи, в результате чего устойчивость секции значительно снижается (рис. I). Причем максимум контактных давлений по мере отклонения верхнего шарнира гидростойки назад смещается ближе к переднему концу основания, т.е. запас устойчивости секции уменьшается. На распределение контактных нагрузок по основанию секции значительное влияние оказывает также изменение других кинематических параметров. Большое значение имеет также конструктивная схема и тип крепи.

При исследовании гидрофицированной модели крепи ОМКТм на стенде с эквивалентными материалами (масштаб моделирования 1:10) полностью подтвердились закономерности перераспределения нагрузок в элементах секции крепи, а также было установлено влияние элементов производственного процесса на перераспределение нагрузок в секции крепи. Результаты исследований на данном этапе исследования показывают, что выемка угля, передвижка крепи и распор гидравлической стойки вызывают перераспределение нагрузок в элементах секции, характеризующиеся в целом увеличением нагрузки на секцию.

ГЛАВА IV. Результаты промышленных исследований механизированных крепей при работе по газению пластов

Эта глава включает в себя анализ работоспособности механизированных крепей ОМКТм и КСН-2 в условиях наклонного падения пластов, а также результаты исследований перераспределения нагрузок в

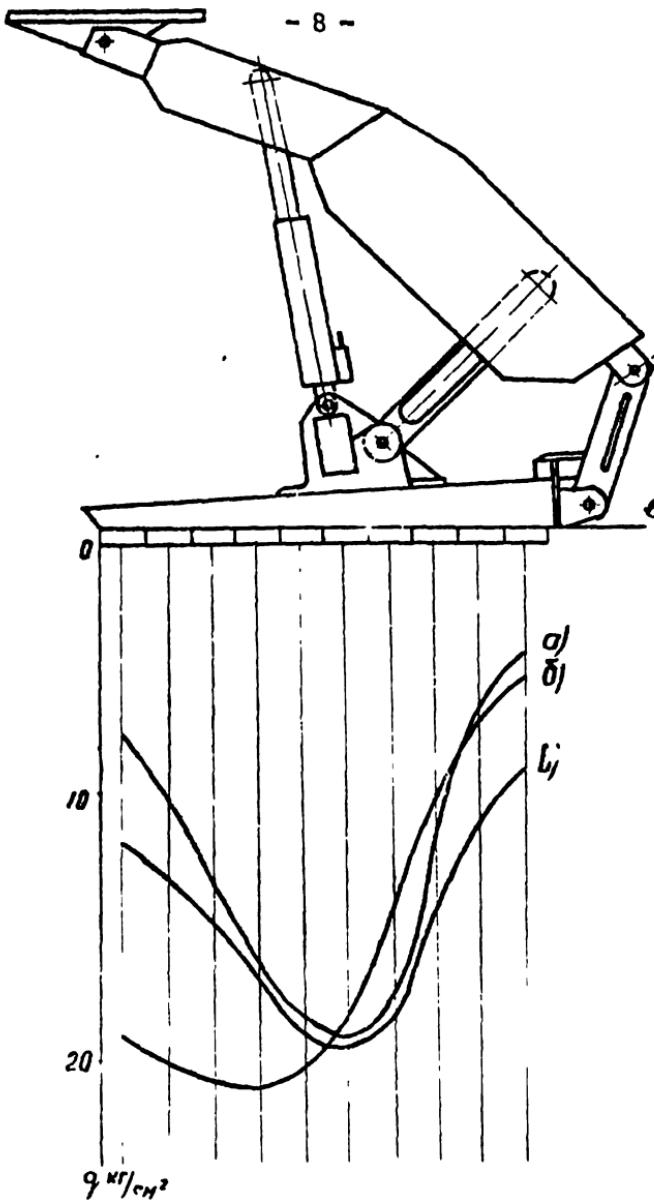


Рис. I. Влияние положения гидростойки на перераспределение нагрузок по основанию секции:

- a) нормальное положение;
b) при смещении верхнего шарнира назад на 700 мм;
в) при смещении верхнего шарнира назад на 400 мм.

элементах крепи в зависимости от угла падения пласта и элементов производственного процесса, которые полностью подтверждают выявленные на стадии лабораторных исследований основные закономерности процесса перераспределения усилий в элементах механизированной крепи.

Результаты исследований позволили установить, что:

1. Поскольку в настоящее время для наклонных пластов средней мощности не существует ни одной серийной механизированной крепи, в ряде случаев возможно применение крепей ограждающего-поддерживающего типа при отработке пластов столбами по падению.

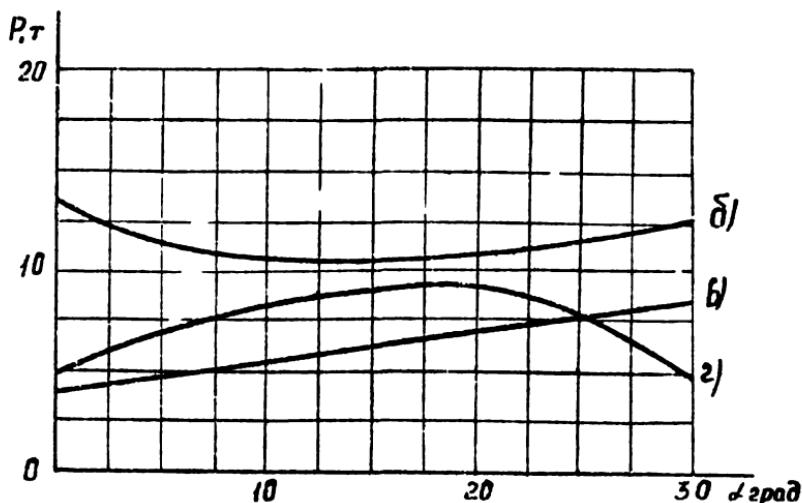
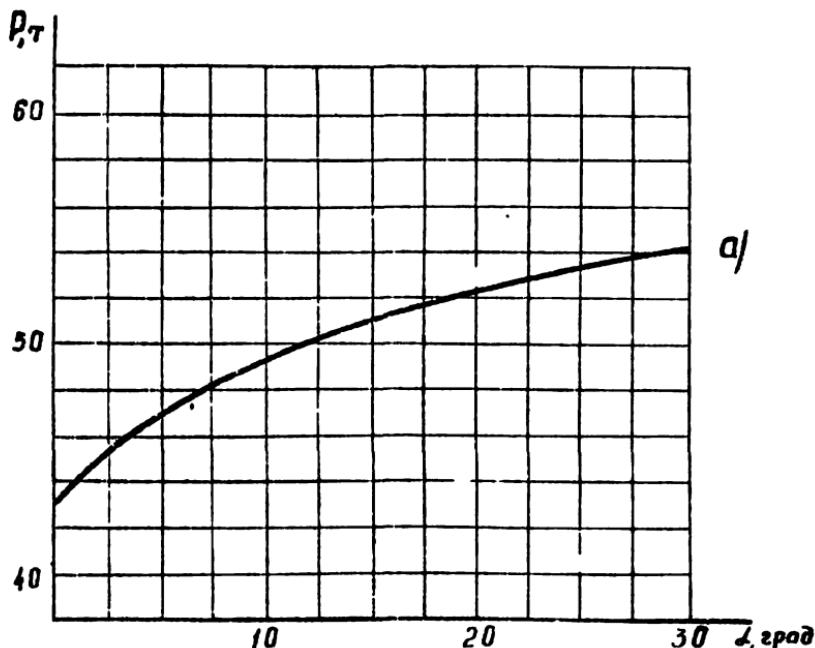
2. Максимальные нагрузки на элементы крепей были зафиксированы при углах падения пласта, близких к 30° , т.е. в тех случаях, когда ограждающее перекрытие расположено наиболее полого по отношению к горизонту и нормальная составляющая веса обрушенных пород по своему значению приближается к равнодействующей.

3. При остановке комплекса наиболее интенсивный рост нагрузок в элементах крепи происходит в течение первых четырех часов, в последующем усилия возрастают незначительно. Распор стойки и выемка угля приводят к значительному росту нагрузок в элементах крепи. Срабатывание предохранительного клапана вызывает резкое снижение нагрузки во всех элементах крепи.

4. При испытаниях крепей ОМКТм и КСН-2 был выявлен ряд недостатков этого типа крепи, которые свидетельствуют о необходимости совершенствования кинематики секции с точки зрения устойчивости.

Рассматривая закономерности перераспределения нагрузок в секции крепи в зависимости от угла падения пласта, необходимо отметить, что с увеличением угла падения пласта нагрузка на секцию возрастает, хотя в рычагах имеет место снижение нагрузки до угла падения пласта $10+13^{\circ}$. Затем нагрузка также возрастает и достигает максимальных значений при углах падения пласта, близких к 30° (рис. 2).

На гидростойке максимум нагрузок отмечается при угле падения пласта 30° . На носок основания с увеличением угла падения пласта нагрузка возрастает. Также с увеличением угла падения пласта увеличиваются изгибающие усилия, передающиеся на траверсу от бокового подпора пород завала.



ис. 2. Переопределение нагрузок на элементы крепи в зависимости от угла падения пласта:

- а) на стойку; в) на носок основания;
б) на рычаги; г) на траверсы.

Формирование нагрузок на элементы секции крепи в основном заканчивается через восемь часов после передвижки, однако уже через четыре часа после передвижки секции величины нагрузок достигают 80-85% от максимальных. За четыре последующих часа усилия возрастают еще на 10,0%. В дальнейшем отмечается незначительный прирост нагрузки.

Значительное увеличение нагрузки на элементы секции крепи, возникающее при проходе комбайна мимо измерительной секции, приводило порой к погружению переднего конца основания в породы почвы. Снятие распора гидростойки и срабатывание предохранительного клапана приводят к резкому снижению величин нагрузок во всех элементах крепи, особенно на передний конец основания.

ГЛАВА У. Анализ результатов исследований процесса перераспределения нагрузок

Глава содержит наряду с анализом закономерностей перераспределения нагрузок в элементах крепи методику расчета усилий в элементах секций крепей наклонного падения и методику расчета оптимальных параметров крепи, а также расчет экономической эффективности применения механизированных комплексов на пластах наклонного падения.

Анализ закономерностей, выявленных в ходе экспериментальных исследований, позволил разработать методику расчета усилий в элементах секций крепей для пластов наклонного падения, основанную на методе расчета стержневых систем, разбивая их на трехшарнирные арки. Предлагаемая методика позволяет учесть:

1. Совместную работу крепи и вмещающих пород;
2. Внутренние перераспределения усилий от взаимодействия элементов крепи;
3. Влияние составляющих усилий в стержнях секции на перераспределение нагрузок.

Основное внимание при расчете уделяется сооружению исходной расчетной схемы. Схема нагружения секции механизированной крепи изображена на рис. 3.

На следующем этапе схема секции механизированной крепи разбивается на трехшарнирные арки (рис. 4). Количество трехшарнирных арок выбирается в зависимости от того, какие усилия необходимо определить.

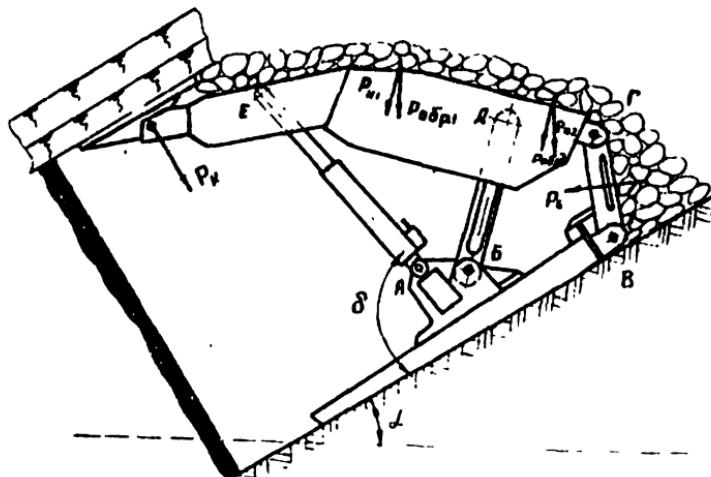


Рис. 3. Схема нагружения секции механизированной крепи.

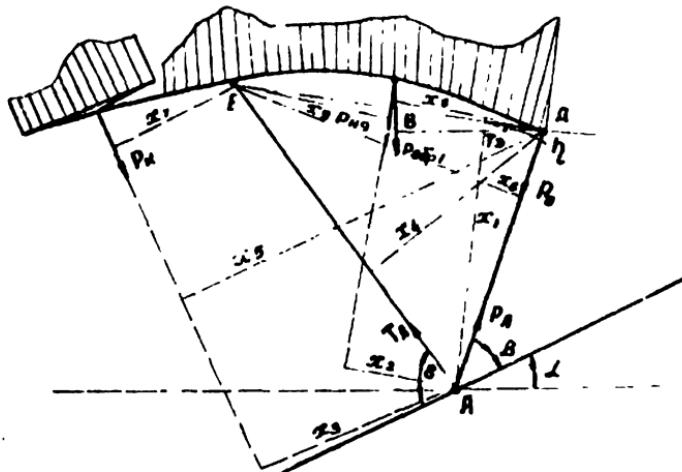


Рис. 4. Расчетная схема трехшарнирной арки АЕД.

Затем определяются реакции пятовых шарниров трехшарнирных арок. Для арки, изображенной на рис. 4, это будет реакция шарнира D:

$$T_D = \frac{P_{H,1} \cdot X_2 + P_{K} \cdot X_3}{X_1} \quad (1)$$

и реакция пятового шарнира A:

$$T_A = \frac{P_K \cdot X_5 + P_{H,1} \cdot X_6}{X_4}. \quad (2)$$

После этого определяются реакции ключевых шарниров трехшарнирных арок. Составляющие реакций пятовых и ключевых шарниров представляют собой усилия в стержнях секции. Для выбранной арки необходимо определить составляющую P_D , которую можно найти, составив выражение изгибающего момента для сечения шарнира E:

$$P_D = \frac{P_K \cdot X_7 - P_{H,1} \cdot X_8}{X_6}. \quad (3)$$

Приравняв нуль сумму проекций всех сил на горизонталь, определим усилие P_A . В данном случае это будет нагрузка на гидростойку:

$$P_A = \frac{T_A \cos(\delta - \alpha) + P_{H,1} \sin \theta + T_D \cos \eta + \frac{P_K \cdot X_7 - P_{H,1} \cdot X_8 \cos(\alpha + \beta)}{X_6}}{\cos(\alpha + \beta)}. \quad (4)$$

Затем, используя найденные усилия, определяются нагрузки в перекрытии и основании секции.

Разработанная методика расчета нагрузок в элементах секции крепи хорошо согласуется с опытными данными, полученными в процессе экспериментальных исследований.

Одним из разделов выполненной работы является разработка методики расчета оптимальных параметров секции крепи с точки зрения ее максимальной устойчивости, которая базируется на матричных методах расчетов, позволяющих применять для расчета электронные цифровые вычислительные машины.

Программа автоматизированного расчета оптимальных параметров секции механизированной крепи ограждителя и поддерживавшего типа составлялась с использованием стандартной программы расчета стержневых систем СИ-5 применительно к машине "МИСК-22".

Таким образом, подсчитав усилия, действующие в элементах крепи, а затем подобрав оптимальные параметры секции, можно существенно повысить устойчивость вновь разрабатываемых конструкций механизированных крепей.

Заключение и общие выводы

В диссертации проделана следующая работа:

1. Проанализирован уровень добычи угля из очистных забоев в Кузнецком бассейне и определены основные тенденции улучшения технико-экономических показателей добычи угля из пластов наклонного падения.

2. Обобщен опыт создания механизированных крепей для пластов наклонного падения и проанализированы направления работ по конструированию механизированных крепей для данных условий.

3. Проанализированы результаты исследований механизированных крепей для пластов наклонного падения, проведившиеся на моделях в бункерах и на эквивалентных материалах в лабораторных условиях, а также в шахтных условиях.

4. Разработана методика исследования процесса перераспределения нагрузок в элементах механизированных крепей с применением непосредственных измерений исследуемых величин в лабораторных условиях и на производстве. Разработаны соответствующие измерительные системы и элементы.

5. Исследовано влияние угла наклона пласта на процесс перераспределения нагрузок на элементы секции механизированной крепи.

6. Установлена возможность применения крепи ограждительно-поддерживающего типа на пластах наклонного падения.

7. Исследовано влияние элементов производственного цикла на процесс перераспределения нагрузок на элементы механизированной крепи при работе по падению пласта.

8. Установлено определяющее влияние на характер распределения контактных нагрузок по основанию крепи кинематических

и конструктивных параметров секции и возможность повышения устойчивости крепи за счетомением этими параметрами.

9. Разработана методика расчета усилий в элементах секции крепи ограждающего-поддерживающего типа, работающей по падению пласта, позволяющая учитывать совместную работу крепи и вмещающих пород, а также внутренние перераспределения усилий от взаимодействия элементов крепи.

10. Разработана методика расчета оптимальных параметров секции крепи, основывающаяся на матричных методах расчетов, позволяющих использовать для расчета электронные машины, и учитывающая все разнообразие нагрузок, действующих на крепь в реальных условиях.

11. Произведен расчет экономической эффективности применения механизированного комплекса на пластах наклонного падения.

Разработка указанных вопросов позволяет сделать следующие выводы:

1. Рост добычи угля и повышение основных технико-экономических показателей при ведении очистных работ на пластах наклонного падения возможен только при внедрении в производство комплексов на базе механизированных крепей.

2. До настоящего времени не существует ни одной серийной механизированной крепи, предназначенной для работы в условиях наклонных пластов, которая бы успешно прошла испытания в шахтных условиях Кузбасса и была рекомендована для серийного производства. Ещедрение в угольной промышленности Кузнецкого бассейна комплекса КМ-87ДН не решает поставленной задачи ввиду малого диапазона вынимаемой мощности.

3. Создание работоспособных механизированных крепей для пластов наклонного падения сдерживается отсутствием научно-обоснованных методик расчета, что объясняется недостаточным объемом проведенных научно-исследовательских работ, в частности, по изучению процесса перераспределения нагрузок в элементах крепей.

4. Необходимым этапом в исследовании механизированных крепей в лабораторных и шахтных условиях должно являться изучение влияния кинематики секции на процесс перераспределения нагрузок в элементах крепи.

5. Наибольшие нагрузки на элементы крепи в процессе исследований зафиксированы при углах падения пласта, близких к 30° , т.е. в тех случаях, когда ограждительное перекрытие расположено наиболее полого по отношению к горизонту и нормальная составляющая веса обрушенных пород, действующих на перекрытие, по своему значению приближается к равнодействующей.

6. Наклонные пласты являются более тяжелой зоной для работы механизированных крепей по сравнению с пластами пологого падения.

7. При остановке комплекса наиболее интенсивный рост нагрузок в элементах крепи происходит в течение первых четырех часов, в последующем усилия возрастают незначительно. Распор стойки и выемка угля приводят к значительному росту нагрузок в элементах крепи.

8. Определяющее влияние на характер перераспределения нагрузок в элементах крепи оказывают кинематические и конструктивные параметры секции. Путем подбора оптимальных параметров крепи можно активно влиять на процесс перераспределения нагрузок в элементах секции и тем самым значительно повысить устойчивость крепи при работе на пластах наклонного падения.

9. Разработанная методика расчета усилий в элементах секции крепи позволяет учесть совместную работу крепи и имеющихся пород, а также внутренние перераспределения усилий от взаимодействия элементов секции.

10. Предложенная методика расчета оптимальных параметров секции, основанная на матричных методах расчетов, дает возможность на стадии проектирования машинными методами подбирать оптимальные параметры элементов крепи с точки зрения ее устойчивости.

11. Ограниченно-поддерживающий тип крепи целесообразно принять за основной при разработке конструкции механизированных крепей, работающих по падению пласта. Особое внимание при этом следует обратить на разработку кинематики крепи, оптимальной во всех отношениях, и в первую очередь с точки зрения устойчивости.

12. Применение очистных механизированных комплексов на пластах наклонного падения позволит существенно повысить технико-экономические показатели работы очистных забоев.

Основные положения диссертации изложены в следующих работах автора:

1. О классификации систем перераспределения нагрузок механизированных крепей. Сб. научных трудов КузПИ № 32, Кемерово, 1970 (соавторы Д.Д.Глазов, Б.А.Александров).
2. О классификации ограждительных элементов механизированных крепей. Сб. научных трудов КузПИ № 14, Кемерово, 1969 (соавторы А.Н.Коршунов, Д.Д.Глазов).
3. О классификации опорных элементов механизированных крепей. Сб. научных трудов КузПИ № 21, Кемерово, 1970 (соавторы А.Н.Коршунов и другие).
4. Методика исследования крепи ОМКТи при работе по падению пласта. Сб. научных трудов КузПИ № 14, Кемерово, 1969 (соавторы А.Н.Коршунов и другие).
5. Моделирование механизированных крепей с учетом жесткости элементов при исследовании на стендах с эквивалентными материалами. Сб. научных трудов КузПИ № 32, Кемерово, 1971 (соавторы А.Н.Коршунов, В.А.Кнуренко).
6. Методика исследования взаимодействия крепи ОМКТи с обрушенными породами на пласте наклонного падения. Со. научных трудов КузПИ № 32, Кемерово, 1971 (соавторы Н.В.Кошман и другие).
7. Исследование перераспределения нагрузок в четырехзвеннике механизированной крепи ОМКТи при взаимодействии с обрушенными породами в условиях наклонного падения. Со. II конференции молодых ученых и специалистов горной промышленности Кузбасса, Кемерово, 1971 (соавтор Д.Д.Глазов).
8. Влияние угла падения пласта на распределение нагрузок по перекрытию механизированной крепи ОМКТи. Сб. научных трудов КузПИ № 21, Кемерово, 1970 (соавторы А.Н.Коршунов и другие).
9. Некоторые результаты шахтных исследований процесса взаимодействия с почвой основания механизированной крепи ОМКТи. Сб. научных трудов КузПИ № 21, Кемерово, 1970 (соавторы А.Н.Коршунов и другие).
10. Влияние элементов производственного процесса на распределение нагрузок по перекрытию крепи ОМКТи при работе по падению пласта. Сб. научных трудов КузПИ № 21, Кемерово, 1970 (соавторы Д.Д.Глазов, А.Н.Коршунов и другие).

II. Некоторые закономерности кинематики крепей с выдвижением козырька в зависимости от раздвижности секции. Сб. научных трудов КузПИ № 32, Кемерово, 1971 (соавтор В.А.Кнуренко).

I2. Приложение методов теории графов к исследованию кинематики механизированных крепей. Сб. научных трудов КузПИ № 32, Кемерово, 1971 (соавторы А.Н.Коршунов, А.Б.Логов).

I3. Методика расчета распределения усилий в элементах секций крепей наклонного падения. Сб. научных трудов КузПИ № 32, Кемерово, 1971 (соавторы А.Н.Коршунов, Е.Г.Медведев).

I4. К вопросу взаимодействия механизированной крепи с почвой. Сб. научных трудов КузПИ, № 32, Кемерово, 1971 (соавторы В.А.Александров, А.Н.Коршунов и другие).

I5. К вопросу расчета контактных нагрузок по основанию механизированной крепи. Сб. научных трудов КузПИ, № 32, Кемерово, 1971 (соавторы Б.А.Александров, А.Н.Коршунов, В.Л.Кнуренко).

I6. Моделирование жесткости элементов механизированных крепей. Сб. научных трудов КузПИ, № 32, Кемерово, 1971 (соавторы В.А.Федченко, А.Н. Александров).

Ответственный редактор
доцент, кандидат технических наук А.Н.Коршунов

Подписано к печати 11.2.72г., 1 п.л.

ОП 00 733, заказ 176, тираж 160

Кемерово, тип. КузПИ