

6
А-52

**АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА**

На правах рукописи

Горный инженер
ЛЕЛЕКО АНАТОЛИЙ ИОСИФОВИЧ

**АНАЛИЗ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ
ВЫРАБОТОК, ПРОЙДЕННЫХ В СЛАБЫХ ПОРОДАХ,
И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ**

(на примере Кызыл-Кийского месторождения)

Специальность 05.15.02. Подземная разработка
и эксплуатация угольных, рудных и нерудных месторождений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Алма-Ата 1972

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА

На правах рукописи

Горный инженер

ЛЕЛЕКО АНАТОЛИЙ ИОСИФОВИЧ

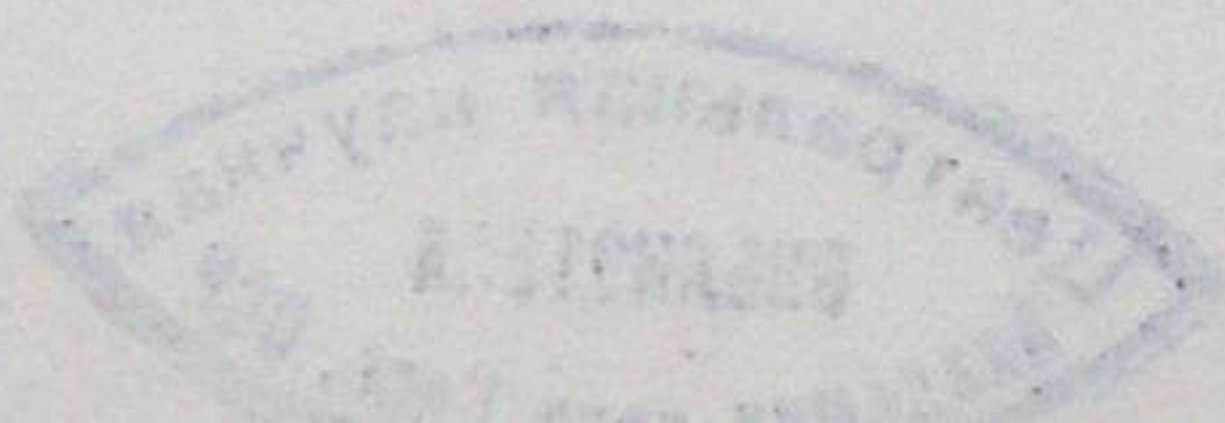
АНАЛИЗ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ
ВЫРАБОТОК, ПРОЙДЕННЫХ В СЛАБЫХ ПОРО-
ДАХ, И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ

(на примере Кызыл-Кийского месторождения)

Специальность 05.15.02. Подземная разработка и
эксплуатация угольных, рудных и нерудных месторожде-
ний

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Алма-Ата 1973г.



622.555
А 52
Диссертационная работа выполнялась в Институте физики и механики горных пород АН Киргизской ССР и на шахтах рудоуправления „Кзыл-Кийское”

Научные руководители - профессор, доктор технических наук, академик АН Киргизской ССР
С.Г. АВЕРШИН,
кандидат технических наук
К.П. ШКУРИНА

Официальные оппоненты: профессор, доктор технических наук
В.Т. ГЛУШКО,
кандидат технических наук
С.Г. ЖУКОВА

Ведущее предприятие: комбинат "Карагандауголь"

Автореферат разослан " _____ 1973 г.

Защита диссертации состоится " _____ 197 г.
в 14 часов на заседании Ученого Совета Института горного дела АН Казахской ССР. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института.

* Просим принять участие в работе Совета или прислать свой отзыв в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, на имя ученого секретаря по адресу: 48100, г. Алма-Ата, проспект Ленина, дом 63, Институт горного дела АН Казахской ССР.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА
кандидат технических наук

А.М. Ткаченко

В В Е Д Е Н И Е

Киргизская ССР занимает первое место в Средней Азии по разведенным запасам угля (48,3% среднеазиатских запасов). Перспективные запасы угля на территории республики оцениваются в 27 млрд.т.

В топливно-энергетическом балансе республики ископаемый уголь играет ведущую роль, на его долю приходится 50% энергетических ресурсов Киргизии.

Из сказанного видно, что перспективы развития угольной промышленности Киргизии велики. Однако пласты месторождений имеют сложное строение и состоят из 3-15 угольных пачек, разделенных между собой породными слоями мощностью от нескольких миллиметров до 1м и в отдельных случаях до 1,5-2,0м, зачастую пласты обводнены, вмещающие породы неустойчивы, трещиноваты, имеют геологические нарушения. Угли весьма разнообразны по петрографическому строению, химическому составу и технологическим свойствам.

Себестоимость одной тонны угля, добытого подземным способом, колеблется от 10 до 15 рублей. Из-за высокой себестоимости угля многие предприятия получают дотацию.

Анализ показывает, что одна из главных причин высокой стоимости 1т полезного ископаемого - большие затраты на крепление и поддержание горных выработок. Объясняется это, в частности, недостаточной изученностью горно-геологических условий для выбора рациональной технологии проходки и крепления выработок.

Физико-механические и реологические свойства пород на шах-

тах почти не исследованы. Поэтому производственные опираются на очень скромные и зачастую не соответствующие конкретным условиям сведения о свойствах пород, окружающих пласт.

Вследствие того, что на стадии проектирования выработки свойства пород не известны, нередко выработки оказываются в очень тяжелых условиях в весьма слабых породах и под большим давлением. На поддержание таких выработок затрачиваются огромные средства. Часто в ходе эксплуатации приходится изменять схему подготовки шахтных полей, место заложения выработок, бросая при этом выработки, пройденные по первоначальной схеме.

Повышение эффективности горных работ и снижение себестоимости угля в значительной степени зависит от состояния горных выработок и трудоемкости их поддержания. Увеличение межремонтного срока службы выработок невозможно без знания физико-механических и реологических свойств.

Практика эксплуатации месторождений Киргизии показывает, что деформации пород в выработках достигают больших величин и происходят с разрушением, а коэффициент перекрепления выработок часто близок к 1.

Данная работа направлена на исследование деформационных свойств горных пород, окружающих выработку, при работе системы "крепь-массив" и на разработку инженерных методов прогноза устойчивости выработок. Исследования проведены в выработках не подверженных влиянию очистных работ.

Результаты работ обсуждались на технических советах комбината "Среднеуголь" и рудоуправления Кызыл-Кийского, в Институте физики и механики горных пород АН Киргизской ССР и были оценены положительно. Часть рекомендаций по креплению внедрена в производство, часть успешно прошла опытно-промышленную проверку

и принята к внедрению на 1974 год.

Диссертация состоит из пяти глав, введения и заключения, представленных на 120 страницах машинописного текста, содержит 45 рисунков, 14 таблиц, список литературы из 130 наименований и 2-х приложений.

ГЛАВА I

В главе рассмотрены современные теории о горном давлении, которые подразделяются на два этапа: а) теории горного давления, использующие инженерные методы расчета и б) теории, исследующие поля напряжений и процессов в горных породах возле выработки с использованием строгих решений механики сплошных сред, упругих изотропных и анизотропных сред, упруго-вязко-пластичных и упруго-наследственных изотропных сред. Нами рассмотрены наиболее характерные работы указанных теорий: М.М.Протоdjяконова, В.Д.Слесарева, П.М.Цимбаревича, Р.Фенера, А.Лабаса, К.В.Руппенейта, Ю.М.Либермана, Ж.С.Ержанова, В.Т.Глушко, Ю.З.Заславского и др.

Анализ исследований показал, что качественная картина проявлений горного давления в выработках в основном установлена, что же касается количественных зависимостей и учета в расчетных методах влияющих на проявление горного давления факторов (глубины, обводненности, физико-механических и реологических свойств, трещиноватости пород, способа проходки и т.п.), то здесь встречается много трудностей. Теоретические работы объясняют происходящие в массиве горных пород явления условно и идеализированно, опускают влияние многих важных природных факторов, перечисленных выше. Теоретические расчеты во многих расходятся с действительной обстановкой и не учитывают, как правило, больших деформаций, характерных для слабых пород. Кроме того, аналитический аппарат

механики горных пород довольно сложен и часто недоступен инженеру производственнику.

Обзор существующих методов прогнозирования устойчивости выработок, проведенный нами, также не удовлетворяет производственников т.к. для прогнозирования (метод Московского горного Института) в каждом конкретном случае требуется тщательное изучение поведения огромного количества выработок на каждом конкретном месторождении, а это влечет за собой годы кропотливых исследований, которые затем должны быть обобщены. На этом обобщении с помощью вероятностно-статистического метода ищется уже ожидаемая в конкретных условиях величина смещения. Расчет величин смещений кровли и почвы производится с помощью уравнений множественной регрессии для разных вариантов горно-технических условий по выборочным данным. Авторы метода берут в качестве основной величины величину смещений контура, выработок, именно она является величиной, суммирующей множество влияющих на устойчивость факторов. Однако предварительный объем исследований огромен, исполнители должны быть высококвалифицированными специалистами, для обработки данных необходимо применение ЭВМ высокого класса, типа Минск-22. Все это не обеспечивает необходимой экспрессности для производственника при решении производственных вопросов, связанных с поддержанием выработок.

ГЛАВА II

Обзор теоретических работ и методов прогнозирования устойчивости выработок свидетельствует о том, что для решения важнейших задач по поддержанию горизонтальных горных выработок в сложных условиях месторождений Киргизии где имеют место большие деформации происходящие с разрушением, мы еще не располагаем

доступными для производственника методами как теоретическими, так и инженерными, которые обеспечивали бы с достаточной степенью точности прогнозирование ожидаемых смещений и позволяли бы принимать своевременно меры, способствующие снижению затрат на поддержание выработок.

В связи с этим намечены следующие основные задачи исследований:

1. Изучить физико-механические, реологические и петрографические свойства основных вмещающих пород Кызыл-Кийского месторождения.

2. Изучить и обобщить первичные документы предприятия: книги замеров, журналы учета прохождения и перекрепления выработок, паспорта нор и расценки крепления и ведения буровзрывных работ, планы горных работ с подробным нанесением вида крепи и количества случаев ее замены, геологическую документацию натуральных наблюдений.

3) Исследовать деформационные свойства массива непосредственно в выработках при совместной работе системы "крепь-массив" с различными видами крепи.

4) Разработать инженерный метод прогнозирования устойчивости выработок с учетом паспортов крепления на основе кратковременных измерений конвергенций стенок выработок.

Мы приходим к выводу, что для решения чисто инженерных вопросов необходимо устанавливать полуэмпирические закономерности, основанные на большом количестве натуральных наблюдений.

Методика исследований принята следующая: деформационные свойства пород и совместная работа системы "крепь-массив" нами изучались с помощью лабораторных и натуральных экспериментов, причем основными являлись натурные исследования.

Заложено 25 замерных наблюдательных станций с глубинными (от I до I2м) и контурными реперами. Конструкция глубинных реперов применялась двух типов: клинно-щелевые составные штанги и специально разработанные нами пятиканальный самописец и глубинные репера. Замеры производились в первом случае с помощью стойки СУИ-2 или рулетки ВНИМИ, во втором случае прибор сам обеспечивал непрерывную запись смещений глубинных реперов.

В местах установки станций брались пробы пород, готовились на базе ИФМиП АН Киргизской ССР образцы и испытывались их физико-механические и реологические свойства. Кроме того готовились шлифы и описывались петрографические свойства пород.

Определяющей величиной для выбора параметров крепи и прогнозирования устойчивости выработок нами принята конвергенция стенок выработок, как величина вбирающая в себя всю совокупность влияющих на устойчивость выработки факторов.

ГЛАВА III

Исследование и анализ уже имеющихся данных по физико-механическим свойствам пород показали, что их прочность на одноосное сжатие колеблется от 509,6 до 3920 н/см² и лишь некоторые нехарактерные для большинства выработок породы типа известняков и песчаников имеют прочность от 4900 до 13867 н/см². В настоящее время величина временного сопротивления на сжатие берется в качестве основного показателя их физико-механических свойств. Однако, следует помнить, что физико-механические свойства горных пород являются функцией их состава и строения.

Для иллюстрации области исследования прочностных свойств рассмотрены лишь минеральный состав и тип цемента некоторых исследуемых пород. Показана тесная взаимосвязь между физико-меха-

ническими свойствами пород и их составом и строением. Для этого приведено петрографическое описание пород, для которых определялись физико-механические свойства. В результате исследований установлено, что минеральный состав цемента оказывает влияние на прочность. Цемент глинистый будет значительно слабее карбонатного или тем более, кварцево-кремнистого.

Резюмируя вышеизложенное, можно сказать, что имея петрографическое описание шлифов, можно иметь ориентировочное представление о прочностных свойствах пород и наоборот.

Исследование ползучести образцов, свидетельствуют о том, что учет реологических свойств при решении задач по креплению и поддержанию выработок с целью повышения их устойчивости является обязательным. Установлена тесная качественная взаимосвязь между физико-механическими, реологическими и петрографическими свойствами для пород Кызыл-Кийского месторождения.

ГЛАВА IV

В главе на основании многолетних наблюдений и анализа документации шахт приведены технико-экономические показатели поддержания горных выработок различными видами крепи, дан анализ влияния способа проходки его направления и места заложения выработки. Кроме того, глава содержит методику и результаты специальных исследований, которые проводились автором с 1965 года. Исследования позволили выявить: а) характер проявления неустановившегося горного давления при принятой технологии проведения и крепления горных выработок; б) характер проявления реологических свойств; в) наиболее целесообразные формы сечения выработки и вид крепи.

Проведенный анализ данных показал, что смещение боков кров-

ди и почвы выработки происходит неравномерно — с восстающей стороны оно больше, чем с падающей. Наибольшая величина смещения боковых пород наблюдалась за первые 10–15 суток после проведения выработки. Например, смещение части выработки по восстанию пласта за весь срок непрерывных наблюдений (27 суток) составило 24 мм, из которых на долю первых 10 суток пришлось 18 мм. На глубине 2 м смещение составляет 80%, на глубине 4 м — 54%, на глубине 6 м — 37%, на глубине 8 м — 20% и на глубине 10 м — 8% от смещений контура выработки (сравнение приведено только для 27 суток по станции № 1). Сближение кровли и почвы превосходит сближение боков. За 27 суток оно составляет 45 мм (общее), из которых 20 мм приходится на первые 10 суток. Опускание кровли происходит более интенсивно, чем поднятие почвы: за первые 10 суток кровля опустилась на 20 мм, а почва поднялась на 14 мм. В течение последующих четырех месяцев наблюдалась стабилизация смещений контура, скорости смещений упали до 0,7 мм/сут.

В условиях шахт Киргизии иногда смещение почвы превосходит смещение кровли (пучение), например, замеры по пяти станциям на 3-м откаточном штреке шахты № 4, Кызыл-Кийского месторождения.

Зона смещений (неупругих деформаций) распространяется на глубину не сразу после проведения выработки, а с течением времени. Однако, в слабых породах указанных месторождений даже на расстоянии 12 м от контура выработки за 3 года наблюдений не удалось зафиксировать окончания процесса смещения. Это свидетельствует о том, что в слабых породах процесс смещений массива вокруг выработки распространяется на большую глубину, что осложняет поддержание выработок. Зона разрушенных пород распространяется на глубину до 1 м.

В процессе проведения специальных исследований на I-м промышленном штреке 15 лавы шахты им. Ленинского комсомола подтвердилось мнение о том, что на устойчивость выработок влияние оказывает форма сечения и вид крепи. I-й промштрек был разбит

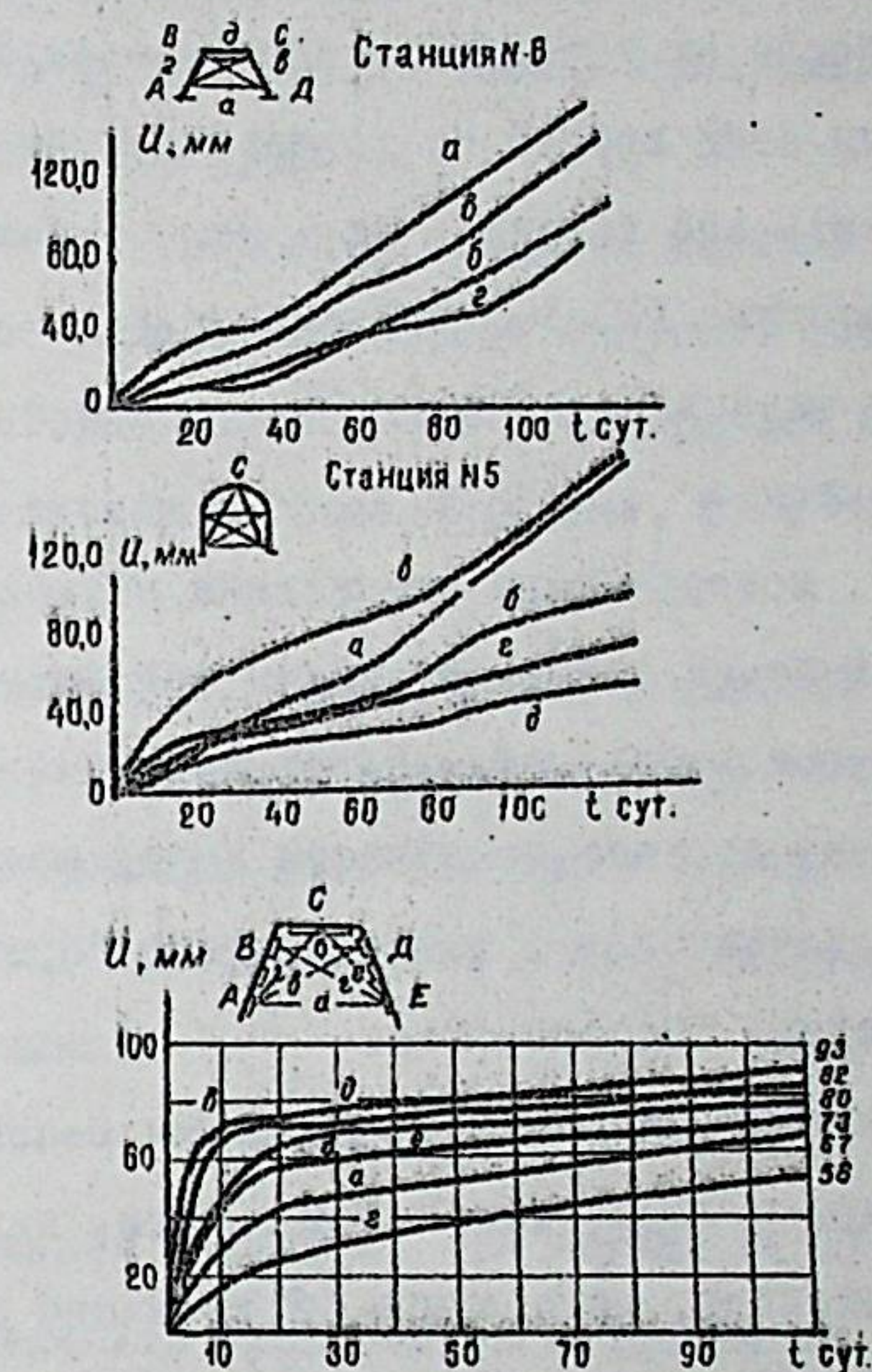


Рис. I. Графики замеров смещений контурных реперов и элементов крепи по станциям

на 3 участка, рис. I, и которые были закреплены деревянной крепью сплошную, металлической крепью АП-7 и металлической штанговой крепью. Данные исследований свидетельствуют о том, что крепи деревянная и металлическая АП-7 работают идентично. До 20 суток происходит интенсивное смещение элементов крепей, затем процесс стабилизируется (скорость смещений очень мала) и, начиная с 50–60 суток, величина смещений резко возрастает. Разница отмеча-

ются лишь в величинах смещений одних и тех же элементов крепи, что объясняется различной несущей способностью, конструкцией и формой сечения.

Полученные данные свидетельствуют о том, что оба вида крепи через 50 суток после их установки полностью включаются в работу, причем реакции этих крепей не достаточно, чтобы сдерживать массив и приостановить его течение. За 4 месяца наблюдений смещение на контуре достигло 140-360 мм. Важную роль на дальнейшее поведение крепи оказывает качество забутовки пространства между крепью и массивом.

на станции № 7, которая была закреплена металлическими штангами характер смещений элементов крепи совершенно иной. В течение первых 10 суток здесь наблюдалось интенсивное смещение пород и крепи, а затем процесс ползучести пород почти полностью стабилизировался. Следовательно, такая система "крепь-массив" обладает большой несущей способностью.

Значительное влияние на величину смещения оказывает скорость и способ проходки выработок, в частности, взрывные работы. Если принять, например, на станции №2 величины смещений за 10 суток за 100%, то обложение за счет влияния взрывных работ составляет в боках 60%, а в кровле - почти 78%, а обложение за счет неустановившегося горного давления соответственно 40 и 22%. Практически влияние взрыва перестает сказываться, когда забой удаляется от станции на 17-25 м. Этот факт важно учитывать при определении времени установки крепи в процессе проведения выработки.

Зачастую наблюдается следующее: если крепи постоянные, устанавливаются сразу за проходкой, то они быстро, через 1-3 ме-

сяца, выходят из строя. Объясняется это тем, что их податливость не соответствует смещениям пород в первые 10-20 суток, а несущая способность недостаточна для восприятия развивающегося давления. Затяжки крепи ломались через 8-12 суток, а деревянные рамы через 15-25 суток. Металлическая штанговая и смешанная крепи работают гораздо лучше.

Что касается скоростей смещения элементов крепи, то здесь происходит следующее. Наибольшая скорость смещения у тех элементов крепи, которые расположены с восстающей стороны и с боков выработки. Величины скоростей разные, т.к. крепи наблюдались разные.

Особо следует остановиться на штанговой крепи, только у этой крепи все ее элементы смещаются практически равномерно и с постоянной скоростью. Лишь некоторое превышение скорости смещения по величине происходит тех штанг, которые расположены со стороны восстания.

ГЛАВА V.

Исследования показали, что изучая целый ряд вопросов горного дела, касающихся крепления и поддержания горных выработок, мы постоянно сталкиваемся с величиной конвергенции (относительное перемещение двух противоположных точек на контуре выработки). Эта величина несет в себе все многообразие влияющих в данный момент факторов, она и должна быть положена в основу разработки инженерных методов прогнозирования устойчивости выработок. Одним из способов прогнозирования смещений стенок горных выработок с учетом паспортов крепления на основе кратковременных наблюдений конвергенций их стенок предложен нами в данной работе. Сущность его заключается в следующем.

Горный инженер после установки крепи (временной или постоянной) может ставить вблизи забоя простейшие замерные наблюдательные станции (контурные) и производить измерения конвергенций намеченных точек, т.е. относительных сближений боков и кровли — почвы выработки в течение непродолжительного времени, а затем строить графики зависимости конвергенций от времени, скоростей конвергенций от самих конвергенций и по определенному алгоритму их обрабатывать.

Результаты обработки этих графиков позволят прогнозировать дальнейший ход конвергенций во времени и принять соответствующее решение — оставить имеющуюся крепь на данном участке на весь срок службы (на какой-то период), заменить ее другим видом крепи или докрепить.

Для обработки графиков и возможности дальнейшего прогнозирования хода конвергенций разработан простой алгоритм вычислений применительно к малой электронной вычислительной машине "Проминь-2" (марка машины принципиального значения не имеет).

Принцип метода заключается в следующем.

Экспериментальные графики конвергенций (рис.2) представляют собой неубывающие функции времени t , ограниченные сверху по крайней мере размером a поперечного сечения выработки, так как конвергенция стенок выработок не может превысить своего максимального значения a для незакрепленной выработки в случае полного "заплыwania" ее породами.

Кроме того, для хорошо закрепленных устойчивых выработок графики конвергенций ограничены сверху гораздо меньшим, предельным значением конвергенций $K_{кр} \ll a$, которое может быть достигнуто лишь в самом конце срока службы выработки.

Это значение конвергенций стенок выработки определяется и задается самими производителями либо как максимально допустимое значение $K_{max}^{(доп)}$ конвергенции элементов выбранного вида и типа крепи с определенным запасом податливости (конструктивной), либо как максимальное допустимое значение конвергенций $K_{max}^{(доп)}$ самих породных стенок выработок (т.е. для породы) за весь срок службы выработки T_c .

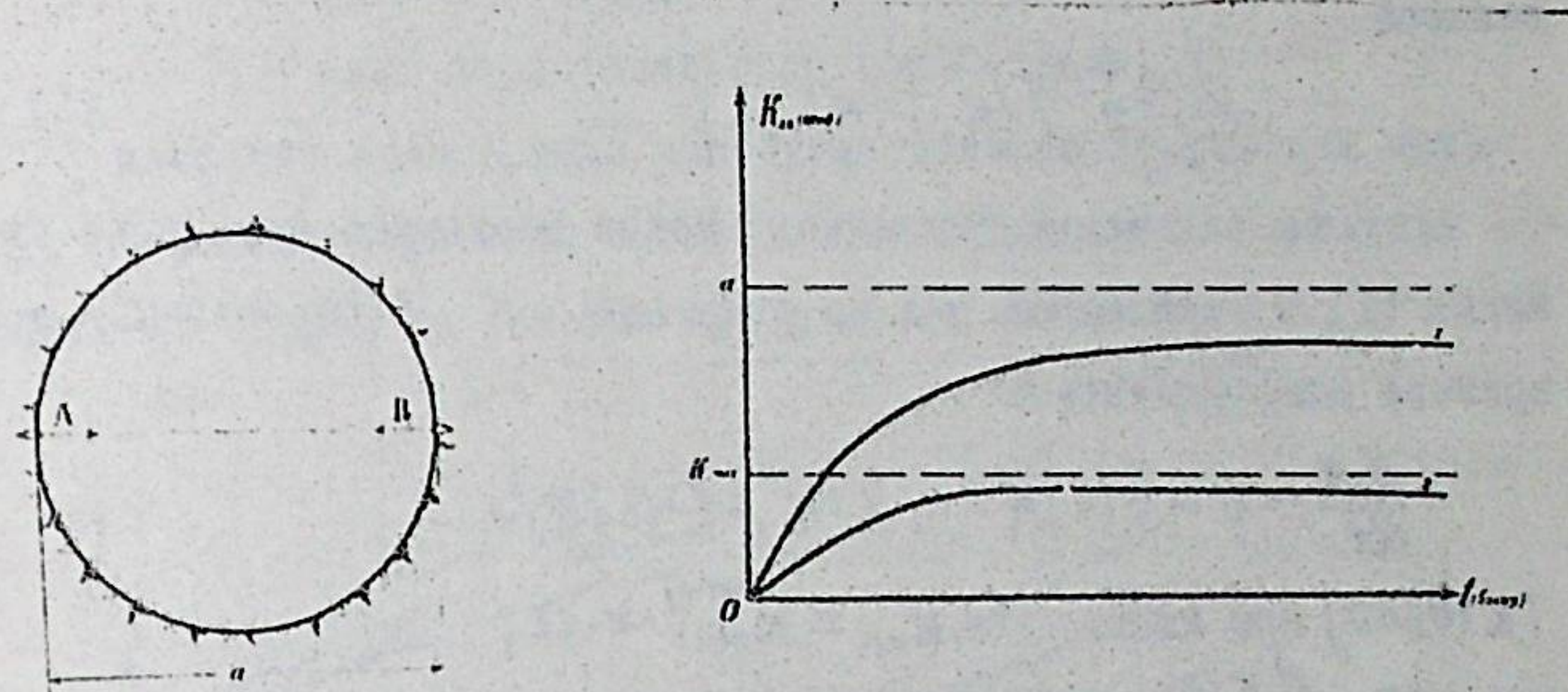


Рис.2. Качественная картина и сравнение хода конвергенций стенок незакрепленной (1) и закрепленной (2) выработок с течением времени t где a — размер поперечного сечения выработки (для круглой — диаметр); K_{AB} — относительное перемещение сближения (конвергенция) двух точек A и B контура выработки; K_{max} — некоторое предельно допустимое максимальное значение конвергенции стенок закрепленной выработки.

Этот факт — ограниченность конвергенций $K(t)$ во времени ($0 \leq K(t) \leq K_{кр} \leq K_{max}^{(доп)} \leq a$) облегчает дальнейший ход рассуждений. Весь процесс роста конвергенций рассматривается как дифференциальный в ходе которого скорость роста конвергенций $\frac{dK}{dt}$ связана некоторой функциональной зависимостью с самой величиной конвергенций $K(t)$ и временем t от начала срока службы выработки.

Следовательно, для того, чтобы описать любые графики конвергенций стенок выработки, необходимо наиболее общее составить уравнение, связывающее скорость роста конвергенций с величиной самой конвергенции $K(t)$ величиной тормозящей силы отпора крепи $P[K(t)]$ и временем t . Коэффициенты этого дифференциального уравнения включают параметры и характеристики паспорта крепления выработки, что очень важно для инженера-производственника.

$$\frac{dK}{dt} = F[K, P(K), t] \quad (1)$$

На основании сказанного можно разложить правую часть уравнения (1) в сходящийся ряд по степеням K с переменными во времени коэффициентами

$$\frac{dK}{dt} = V + B(t)K + C(t)K^2 + E(t)K^3 + \dots; \quad (2)$$

$[K(0)=0]$ при любых $0 \leq K_{кр} \leq K_{max}^{(кон)} \ll a$, где $V = \frac{dK(0)}{dt}$ положительна и представляет начальную скорость роста конвергенции при $t = 0$, а коэффициенты $B(t)$, $C(t)$, $E(t)$ и т.д. являются переменными, изменяющимися с течением времени t .

Вследствие того, что конвергенция стенок выработки за весь срок службы составляют малую часть от первоначального размера выработки, правая часть уравнения (2) ограничена как минимум линейным членом $B(t)K$ или (для большей точности) квадратичным членом $C(t)K^2$ и как максимум - кубичным членом $E(t)K^3$.

Для вычисления коэффициентов уравнения (2) и корректирования прогнозов дальнейшего хода конвергенций с течением времени по кратковременным наблюдениям составлен алгоритм вычислений, по которому осуществляется прогноз.

Предложенный экспресс-метод дает возможность учитывать (и выбирать наиболее подходящий) паспорт крепления. Величина силы отпора крепи связана с конвергенцией $K(t)$ стенок выработки в первом приближении формулой,

$$P(K) = n \cdot P_0 \approx n \cdot \alpha \cdot K + n \cdot P_0, \quad (3)$$

где n - число рам (или колец) на I пог.м выработки;
 α - жесткость рамы;
 P_0 - сила первоначального отпора рамы.

В качестве иллюстрации непосредственного применения метода мы приводим результаты проведенных наблюдений, результаты обработки их на ЭВМ по готовой программе и выводы, рис.3.

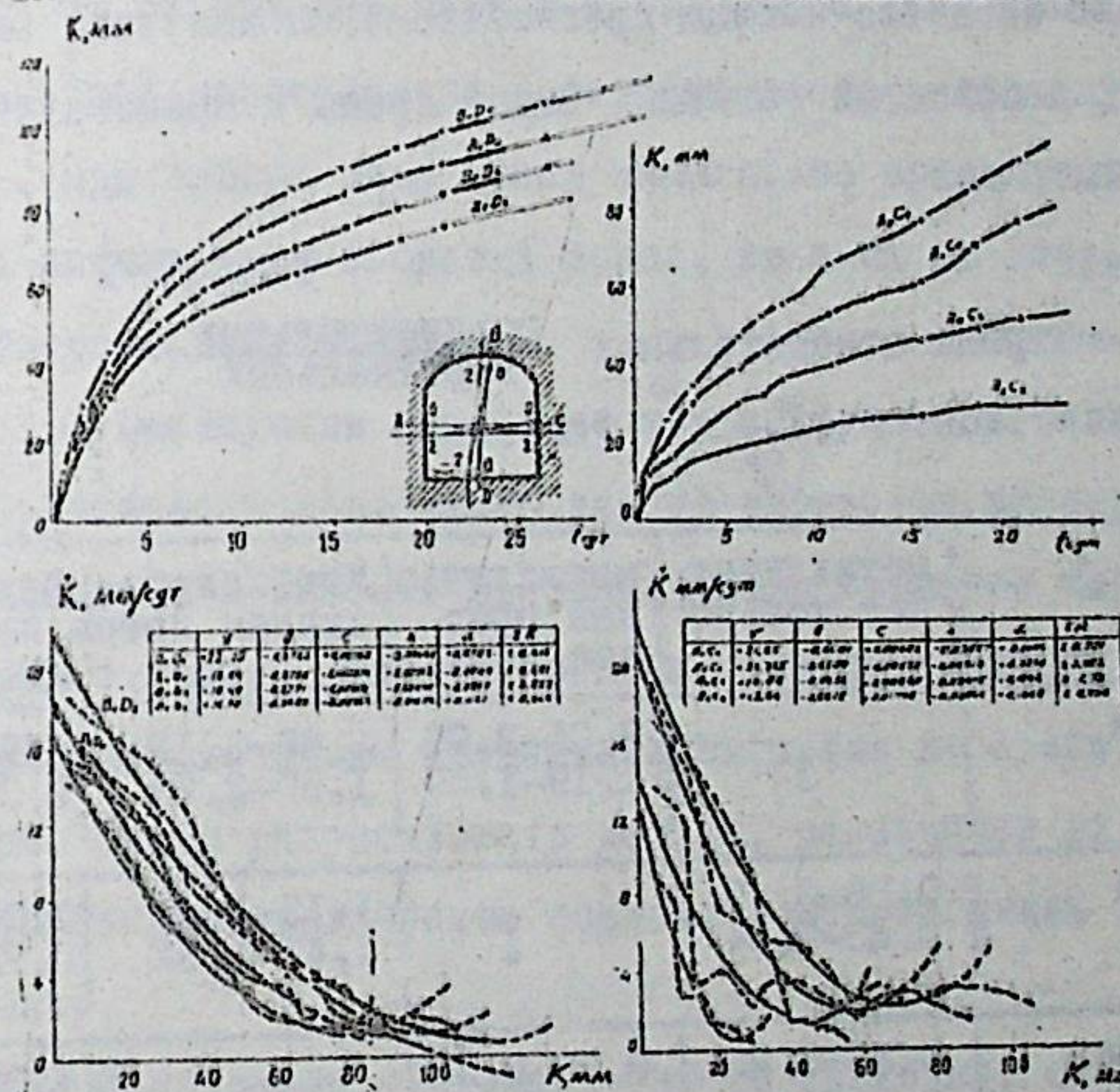
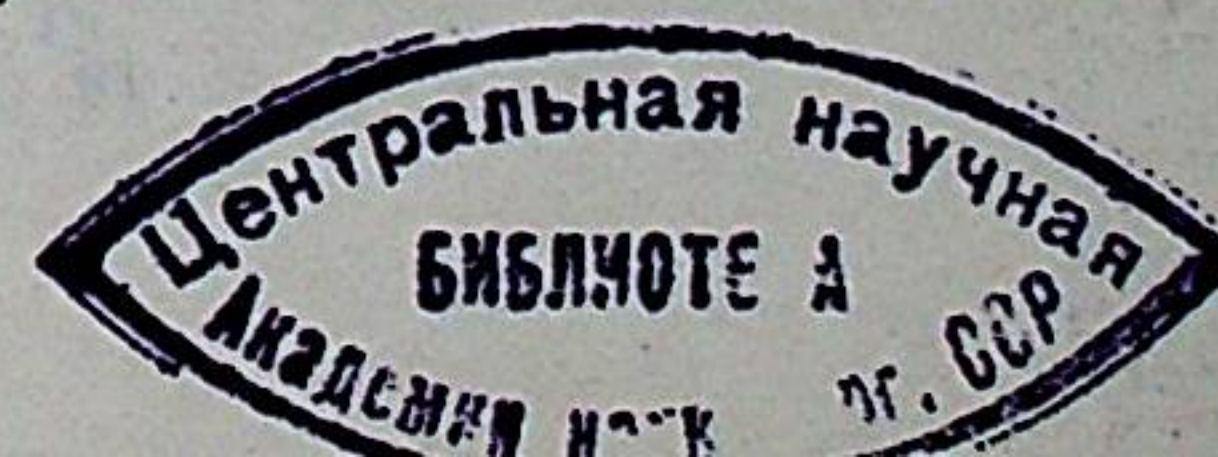


Рис.3. Графики измеренных конвергенций и графики зависимости скоростей конвергенций от самих конвергенций



Графики $K-t$ это непосредственно замеренные вертикальные и горизонтальные смещения контуров выработки в течение 10-15 суток. Графики $K-K$ - графики скоростей конвергенций от самих конвергенций, замеренные и теоретические. Они представляют собой графическое изображение дифференциального уравнения (2). Здесь же дана таблица с искомыми коэффициентами. Как видим, сходимость теоретических и экспериментальных кривых хорошая.

Внедрение экспресс-метода на шахтах Кызыл-Кийского рудоуправления дало хорошие результаты. Для производственников разработана подробная инструкция пользования данным методом прогнозирования смещений стенок выработок.

С помощью экспресс-метода прогнозирования получены величины относительных жесткостей основных видов крепи и представлены в виде таблицы-матрицы:

Таблица I

Таблица-матрица относительных горизонтальных жесткостей ($\chi_{ij} = \frac{\chi_i}{\chi_j}$) крепей вертикальных

$j \backslash i$	металлическое кольцо	металлическая арочная АП-9	Комбинированная крепь	Деревянная трапециевидная крепь
Металлическое кольцо	I	2.05-2.75 1.19-1.59	2.86-3.12 1.67-2.23	3.20-3.60 2.34-2.52
Металлическая арочная АП-9	0.36-0.48 0.63-0.84	I	1.13-1.42 1.41-1.62	1.31-1.55 0.72-1.90
Комбинированная крепь	0.32-0.35 0.45-0.60	0.70-0.88 0.61-0.71	I	1.09-1.16 1.06-1.33
Деревянная трапециевидная	0.27-0.31 0.39-0.42	0.64-0.76 0.52-0.58	0.86-0.91 0.75-0.94	I

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для месторождений Киргизии характерны сложные геологические и горно-технические условия эксплуатации. Вмещающие породы слабые $\sigma_{сст} = 509,6-3136 \text{ н/см}^2$, трещиноватые, зачастую обводненные и в большинстве своем весьма склоны к пластическим деформациям во времени из-за малой прочности и наличия глинистого цемента.

2. Смещения контуров горной выработки являются следствием, упругих деформаций и деформаций ползучести. Для вмещающих пород месторождения деформационные процессы протекают в основном с нарушением сплошности, т.е. с разрушением. Зона распространения неупругих деформаций горных пород более 12м, причем характер смещения пород незатухающий в течение всего срока службы выработки.

3. При выборе вида крепи необходимо ориентироваться не только на прочностные свойства пород, но и на их петрографические и деформационные свойства.

4. Существующим аналитическим аппаратом механики горных пород практически невозможно учесть множество влияющих факторов одновременно и описать деформационные процессы пород вокруг выработок с учетом фактора времени, которые дали бы возможность предсказать величины смещений и нагрузки на крепь с целью ее выбора. Нужно разрабатывать методы, основанные на экспериментально-феноменологическом подходе к происходящим в выработках явлениям.

5. Необходимо учитывать способ проходки, ориентировку выработки по отношению к трещиноватости и кливажу пород и возможности различных видов крепи. Установлено, что за счет влияния буровзрывных работ смещение пород увеличивается на 28-30%.

6. Штанговое крепление в известных условиях его применения должно находить все более широкое распространение. Использование этого вида крепи значительно снижает затраты на проведение, крепление и поддержание выработок. При выборе типа штанг следует учитывать свойства пород и фактор времени. В выработках с непродолжительным сроком службы наиболее рационально применение деревянных штанг, а в выработках со сроком службы более I года — металлических. Штанговое крепление с выбранными параметрами нужно устанавливать немедленно после проведения выработки. При установке штанг отклонение от паспорта крепления и отставание крепления от забоя недопустимы. Длина штанг должна быть не менее I,8м.

7. Выработки с пучащей почвой целесообразно крепить кольцевой податливой крепью из спецпрофиля СВП-17 или СВП-27. В весьма слабых породах по всему периметру это крепление усиливается штангами.

Указанные сочетания конструкции крепей хорошо зарекомендовали себя с экономической и технической точек зрения в породах весьма слабых и склонных к активному пучению на шахтах Кызыл-Кийского месторождения.

8. Предложен инженерный метод прогнозирования устойчивости выработок, в основу которого положена интегральная величина конвергенции их стенок, суммирующая весь комплекс причин и факторов ползучести пород. Он позволяет выбирать типы крепей. Метод успешно прошел опытно-промышленную проверку на шахтах Кызыл-Кийского месторождения и в 1973 году внедрен в производство. Снижение стоимости поддержания в выработках, закрепленных с использованием экопресс-метода составило I74 тыс. руб. в год.

9. С помощью экопресс-метода прогнозирования впервые получены величины относительных жесткостей основных видов крепи и представлены в виде таблиц-матриц.

10. Разработанный метод прогнозирования устойчивости выработок на основе кратковременных замеров конвергенций стенок выработок может быть распространен и на условия других угольных месторождений Киргизии и страны в целом.

II. Проведенные исследования и полученные выводы позволяют наметить основные задачи дальнейших исследований с целью изыскания более прогрессивных способов поддержания и прогнозирования устойчивости горных выработок.

Материалы диссертации докладывались автором на технических советах рудоуправления "Кызыл-Кийского" (1965-73гг.), комбината "Киргизуголь" (1967-70гг.) и комбината "Средауголь" (1971-73гг.), на научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.И.Ленина (Фрунзе, 1970г.), на семинаре по исследованию горного давления и способов охраны капитальных и подготовительных выработок (Новосибирск, 1970г.), Ученом Совете Института физики и механики горных пород АН Киргизской ССР (Фрунзе, 1973г.).

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. К вопросу поддержания горных выработок на угольных месторождениях Киргизии, КиргизИНТИ, 1973 (соавторы Таскаев В.В., Шкурина К.П.).

2. Способ прогнозирования смещений стенок горных выработок КиргизИНТИ, 1973 (соавторы Шкурина К.П., Груздев В.Н.).

3. Влияние способа проходки и места заложения на устойчивость выработок Кызыл-Кийского месторождения. В сб. "Исследования по физике и механике горных пород" Из-во "Илим", 1972

4. Экономическая зависимость добычи угля от состояния, ремонта и проведения горных выработок на угольных шахтах Киргизии. Тезисы докладов республиканской научной конференции по добыче и использованию углей Киргизии, 1971.

5. Самопишущий прибор, глубинные репера к нему и методика измерений смещений пород вокруг выработки. Информлисток № 6 (668) КиргизИНТИ, Фрунзе, 1971 (соавторы: Молотников В.Я., Шкурина К.П.).

ПОДПИСАНО В ПЕЧАТЬ 21/ХІ 1973 Г. ФОРМАТ БУМАГИ
60×90/16. ОБЪЕМ 1,6 П. Л. Д—03879. ЗАКАЗ 2991.
ТИРАЖ 200 ЭКЗ.

Г. ФРУНЗЕ, ТИП. УН КИРГИЗ. ССР
УЛ. ПУШКИНА, 144