

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНАЯ АКАДЕМИЯ УКРАИНЫ

На правах рукописи

КРАВЧЕНКО
Анатолий Васильевич

УДК 622.281.5

**ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
КРЕПЕЙ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК
НА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТАХ
СО СЛАБОМЕТАМОРФИЗОВАННЫМИ
ВМЕЩАЮЩИМИ ПОРОДАМИ**
(на примере шахт Западного Донбасса)

Специальность: 05.15.02 — «Подземная разработка месторождений
полезных ископаемых»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ДНЕПРОПЕТРОВСК
1994

46 31394

Работа выполнена в Государственной горной академии Украины и производственном объединении «Павлоградуголь»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор

КОЛОКОЛОВ О. В.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор

ПИНЬКОВСКИЙ Г. С.

кандидат технических наук

КИРИЧЕНКО В. Я.

Ведущая организация — производственное объединение «Красноармейскуголь»

Защита состоится 27 декабря 1994 г. в 14³⁰ часов на заседании специализированного совета Д 03.06.02 при Государственной горной академии наук Украины (320600, г. Днепропетровск, пр. К. Маркса, 19)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственной горной академии Украины.

Автореферат разослан «26» ноября 1994 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат технических наук

В. В. ХАРЧЕНКО

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00755953 (Y)

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

Актуальность темы. Сложная ситуация с энергообеспечением Украины заставляет уделять повышенное внимание развитию угледобывающей промышленности, в первую очередь шахт Донецкого угольного бассейна, в том числе шахт Западного Донбасса. В Западном Донбассе широко применяется погоризонтный способ подготовки шахтного поля, при котором магистральные штреки обслуживают как бремсберговый, так и уклонный участки поля. Срок службы этих выработок составляет десятки лет, для их охраны повсеместно применяется схема «целик—целик», не обеспечивающая длительной устойчивости магистральных штреков. Стоимость поддержания горных выработок весьма велика. Так, в 1990 г. затраты на ремонт магистральных штреков по шахтам ПО «Павлоградуголь» составили около 4 млн. руб. (в дореформенных ценах).

Магистральные штреки шахт Западного Донбасса закреплены в основном крепью КМП-АЗ. Опыт эксплуатации показал, что через 4—6 лет эти штреки на глубоких шахтах — имени Героев космоса и «Западно-Донбасская» пришли в негодность. Многократный ремонт штреков — подрывка и перекрепление приводят к тому, что затраты на поддержание выработок в несколько раз превышают первоначальную стоимость их сооружения.

Перекрепление на арочную крепь открытого типа положительных результатов не дает, поскольку процесс пучения пород почвы не прекращается. Применение же кольцевых крепей на шахтах «Павлоградская», «Благодатная», имени Героев космоса носило случайный характер, причем эти крепи были разных размеров и конструкций. Как следствие, оценка эффективности применения кольцевых крепей была неоднозначной из-за высоких затрат трудовых и материальных ресурсов. Научно обоснованных рекомендаций по конструированию и применению кольцевых крепей в специфических условиях шахт Западного Донбасса не было.

Таким образом, обоснование рациональных параметров крепления магистральных штреков, проводимых на пластах со слабо-метаморфизованными боковыми породами — актуальная научная и народнохозяйственная задача.

В 1990 г. руководством шахты «Западно-Донбасская», после анализа и обобщения опыта применения кольцевых крепей на отдельных участках этой шахты, было принято решение о перекреплении магистральных штреков на кольцевые податливые крепи из профиля СВП. Несколько позже на шахте имени Героев космоса была разработана технология проходки с установкой кольцевой крепи непосредственно в забое.

Работа выполнена в период многолетней производственной деятельности автора в комбинате «Днепрошахтострой» (1973—

1990 гг.) и ПО «Павлоградуголь» (1990—1994 гг.) по решению практических задач охраны магистральных горных выработок шахт Западного Донбасса.

Диссертационная работа полностью соответствует «Основам стратегии развития угольной промышленности Украины на период до 2005 года» (Госуглепром Украины, Киев, 1992 г.), в которых предусмотрено «...максимальное улучшение состояния и использования промышленного потенциала шахтного фонда», «...повышение экологических показателей работы угольных предприятий и отраслей в целом, снижение потребления энергии, сбережение всех видов ресурсов».

Цель работы — обоснование рациональных параметров крепей для магистральных горных выработок при отработке угольных пластов со слабометаморфизованными вмещающими породами.

Методы исследования. В работе использован комплексный метод, включающий инструментальные измерения в шахтных условиях и в ходе стендовых испытаний, аналитические методы с применением современной вычислительной техники и инженерных расчетов.

Идея работы заключается в использовании закономерностей деформации магистральных выработок в периоды действия первичного и опорного давления для обоснования рациональных параметров крепей для условий слабых вмещающих пород.

Научные положения, выносимые на защиту и их новизна:

— вертикальная конвергенция в магистральных горных выработках, закрепленных кольцевыми податливыми крепями в условиях слабометаморфизованных пород в 3—4 раза меньше, чем в подобных выработках, закрепленных открытыми крепями в период действия первичного горного давления и в 2—3 раза меньше в период действия опорного давления;

— вертикальная конвергенция в выработках, закрепленных кольцевой податливой крепью из профиля СВП существенно (до 10%) увеличивается при наличии балластного слоя, что основывается на аналитическом решении и на данных шахтных наблюдений. Это позволяет точно оценивать величину вертикальной конвергенции в подобных выработках;

— разработаны методики определения параметров кольцевой крепи из профиля СВП и двутавра, отличающиеся возможностью точного определения диаметра крепи по известным параметрам дуг, составляющих кольцо, в том числе дуг разной длины;

— установлена впервые закономерность изменения диаметра податливой кольцевой крепи из профиля СВП в зависимости от смещений в замках крепи, что позволяет точно определять положение ограничителей в узлах податливости кольцевой крепи при переводе ее в жесткий режим работы в зоне опорного давления;

— разработан на уровне изобретения способ подготовки и отра-

ботки шахтного поля, отличающийся параметрами расположения магистральных штреков в зонах разгрузки, позволяющий дополнительно добывать значительное количество угля и обеспечивающий безремонтное поддержание магистральных штреков.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается: комплексностью и достаточным объемом шахтных инструментальных наблюдений деформации выработок (32 выработки и более 6 тысяч измерений), удовлетворительной сходимостью результатов теоретических исследований, стендовых и шахтных измерений (погрешность не превышала 20%), применением в практических разработках апробированных решений, положительными результатами опытно-промышленных проверок и внедрения.

Научное значение работы: установлена закономерность взаимодействия крепи с вмещающим массивом в выработках, закрепленных кольцевой податливой крепью из профиля СВП при плоскопоперечной форме ее деформирования; впервые определены соотношения между диаметром кольцевой крепи и величинами смещений в замках податливости, на основе чего разработан способ охраны магистральной выработки закрепленной кольцевой крепью от вредного влияния очистных работ; установлено явление опережающего деформирования балластного слоя в выработках, закрепленных кольцевой податливой крепью из профиля СВП.

Практическое значение работы заключается в следующем:

— разработана крепь из профиля СВП, позволяющая эффективно крепить магистральные горные выработки в условиях слабо-метаморфизованных пород;

— обоснованы параметры крепи КМПК и предложен унифицированный типоразмерный ряд сечений выработок с ее применением;

— разработан способ подготовки и отработки шахтного поля, заключающийся в расположении магистральных штреков в зонах разгрузки согласно рекомендуемым рациональным параметрам.

Реализация результатов работы. Разработаны «Технические условия (ТУ 12.0178351.011-93) на крепи КМПК-4(II)», которые используются при эксплуатации шахт имени Героев космоса и «Западно-Донбасская». Предложенный унифицированный типоразмерный ряд сечения горных выработок реализуется на этих шахтах. Предложенной крепью закреплено более 11000 м на шахтах Западного Донбасса. Экономический эффект за 1990—1993 гг. составил 5825073000 крб. (в ценах на конец 1993 г.). На шахте имени Сташкова при отработке пласта С₆ применен способ подготовки и отработки шахтного поля по патенту Украины № 1970.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались на Всесоюзном научно-техническом совещании «Технология и механизация крепления подготовительных и нарезных вырабо-

ток» (г. Кривой Рог, 1991 г.), на научно-практической конференции «Проблемы крепления и поддержания горных выработок на шахтах Западного Донбасса» (г. Павлоград, 1992 г.), на научных семинарах кафедры подземной разработки месторождений Государственной горной академии Украины (г. Днепропетровск, 1990—1994 гг.)

Публикации. Основные результаты исследований изложены в 9 печатных работах, в том числе в 4 изобретениях.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, содержит 106 страниц машинописного текста, 13 таблиц, 48 рисунков, список использованной литературы из 97 наименований, 4-х приложений.

Автор благодарит сотрудников ГГАУ, ДГТУ, НИИОМШСа, ИГТМ НАНУ за консультации, и работников шахт ПО «Павлоградуголь» за помощь во внедрении результатов работы. Автор считает своим долгом выразить особую благодарность кандидату технических наук Халимендику Ю. М. за консультации и помощь при проведении шахтных экспериментов и внедрении результатов работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В настоящее время на шахтах Западного Донбасса повсеместно применяется погоризонтная подготовка шахтных полей с проведением главных магистральных штреков, от которых дальнейшая подготовка столбов ведется выемочными штреками, столбы обрабатывают, как правило по восстанию и (реже) по падению пласта. Подобная подготовка и обработка шахтных полей предполагает большую протяженность магистральных выработок, длительный срок их эксплуатации и необходимость эффективной охраны.

В то же время одной из особенностей Западного Донбасса, существенно влияющей на развитие горных работ, является интенсивное пучение пород почвы горных выработок, особенно в периоды действия первичного и опорного горного давления, т. е. во время сооружения выработок и во время ведения очистных работ.

Большая протяженность магистральных штреков и весьма интенсивное (100 и более мм/сутки) пучение пород почвы выработок, закрепленных в основном креплениями открытого типа КМП-АЗ, вынуждает ежегодно перекреплять более пяти километров выработок. Особенно большие объемы ремонта характерны для шахт имени Героев космоса и «Западно-Донбасской». Для этих шахт показатель $\theta = \frac{\gamma H}{\sigma_{сж}}$ достигает значения 0,5 и более, что свидетельствует о весьма сложных горно-геологических условиях поддержания магистральных выработок.

Важность решения вопроса поддержания магистральных выработок и различие точек зрения по решению этой проблемы нашли отражение в работах Барановского В. И., Заславского Ю. З., Зборщика М. П., Зорина А. И., Либермана Ю. М., Парчевского Л. Я., Черняка И. Л., Назимко В. В., Селезня А. И. и др.

Применительно к условиям Западного Донбасса следует отметить результаты исследований Колоколова О. В., Максимова А. П., Пиньковского Г. С., Пирского А. А., Усаченко Б. М., Выгодина М. А., Гришко Н. Т., Головчанского И. Е., Евтушенко В. В., Кириченко В. Я., Кононенко В. К., Мартюшева В. С., Стовника С. Н., Стыцина В. И., Халимендика Ю. М., Шмиголя А. В. и др.

Исследования, проведенные в последнее время НИМИ, ИГТМ НАНУ, ДГТУ, «Днепрогипрошахт», ГГАУ, НИИОМШС, свидетельствуют о важности поставленного вопроса и подтверждают необходимость научного поиска в направлении совершенствования конструкций крепей магистральных горных выработок и технологии их сооружения, поскольку традиционные арочные крепи открытого типа себя исчерпали.

Учитывая вышеизложенное, сформированы цель, идея работы и поставлены следующие задачи:

- исследовать устойчивость магистральных горных выработок с разными видами крепей и разной технологией сооружения, в том числе в зоне влияния очистных работ;

- изучить механизм взаимодействия крепей замкнутого (кольцевого) типа с вмещающими породами;

- разработать методы определения рациональных параметров кольцевых крепей;

- унифицировать кольцевые крепи из профиля СВП;

- обосновать рациональную область применения кольцевых крепей из профиля СВП;

- разработать способ подготовки и отработки шахтного поля, позволяющий создать эффективные условия поддержания магистральных выработок.

Для решения поставленных задач были выполнены лабораторные (стендовые) и шахтные исследования, включающие заложение наблюдательных станций и проведение инструментальных наблюдений.

При проведении шахтных инструментальных наблюдений были использованы методические разработки по изучению проявлений горного давления НИМИ, ДонУГИ, ИГТМ НАН Украины, а также Днепропетровского горного института и ИГД имени А. А. Скочинского.

Крепление магистральных выработок кольцевыми крепями в Западном Донбассе ведется как при проходке (преимущественно комбайновой, причем крепь устанавливается непосредственно перед комбайном), так и при перекреплении выработок.

Поэтому объекты исследований условно можно разделить на две группы:

— выработки, закрепленные при проходке;

— выработки, закрепленные при ремонте (перекреплении).

Площадь сечения в свету составляла от 11,2 м² до 16,7 м². Глубина заложения магистральных горных выработок изменялась от 370 м до 585 м. Большинство изучаемых горных выработок было пройдено комбайновым способом, крепление осуществлялось крепями КМП-АЗ, КШПУ, КМПК-4(II). Материал крепления — спецпрофиль СВП-22, 27, 33. Общее количество наблюдательных станций — более 100, из которых пять станций были заложены в максимальном приближении к проходческому забою (комбайновая проходка — комбайн 4ПП-2).

Данные наблюдений по этим станциям, зависимость вертикальной конвергенции от времени в период действия первичного горного давления (сооружение выработки) приведены на рис. 1а.

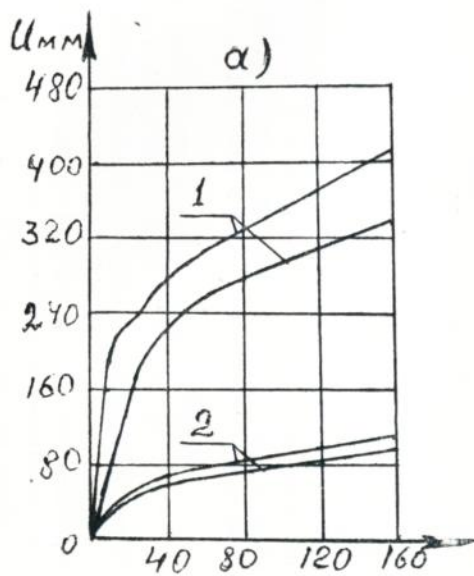
Одной из первых попыток применения кольцевых податливых крепей в условиях глубоких шахт Западного Донбасса было перекрепление 50-и метров Западного магистрального откаточного штрека гор. 480 м шахты «Западно-Донбасская». На этом участке были заложены станции СН 1100, СН 1103, СН 1113, СН 1121, СН 1131 контурного типа, кроме того была заложена станция СН 1160 на участке, примыкающем к кольцевой крепи, но закрепленном открытой крепью типа КМП-АЗ.

Указанный участок подвергается влиянию лавы 812. На рис. 1б приведены графики изменения вертикальной конвергенции выработок, закрепленных кольцевой крепью (СН 1121 и СН 1131) и выработки, закрепленной открытой арочной крепью (СН 1160) в период действия опорного давления (влияния лавы 812).

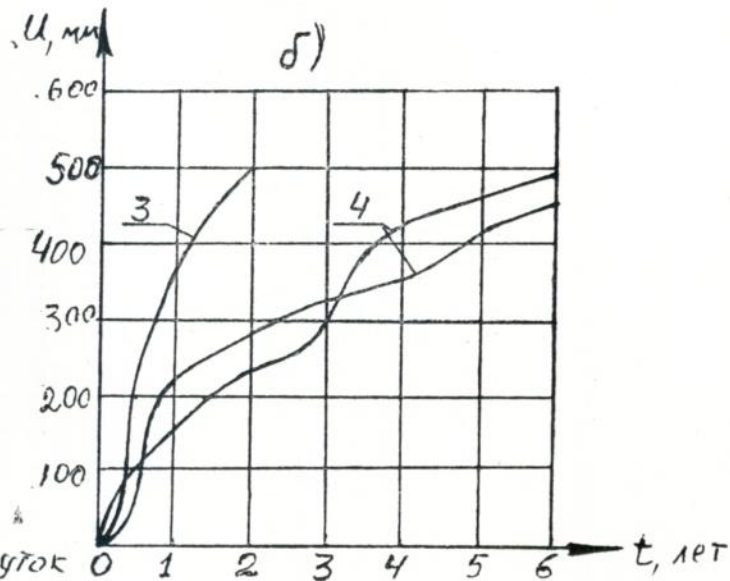
В работе проанализирована схема деформирования пород вокруг выработки, предложенная В. Я. Кириченко применительно к выработкам закрепленных кольцевыми крепями. Показано, что наличие отпора по периметру выработки существенно влияет на схему деформации вмещающих пород. Деформация слоев, прилегающих к выработке, имеет более плавный характер, чем объясняется полное отсутствие резких деформаций верхняков кольцевых крепей, характерных для открытых крепей. Кольцевая податливая крепь обладает большой приспособляемостью к смещениям окружающих выработку пород. Указанные особенности работы выработок, закрепленных кольцевыми крепями, а также анализ рис. 1а и 1б и других данных, приведенных в работе, позволяют сформулировать следующее научное положение:

— установлено, что конвергенция в магистральных горных выработках, закрепленных кольцевой (замкнутой) крепью в условиях слабометаморфизованных пород в 3—4 раза меньше чем в подобных выработках закрепленных открытыми крепями в период

Сближение кровли с почвой в зависимости от времени для разных конструкций крепи выработок в зоне влияния первичного (а) и опорного (б) горного давления



1 — открытые крепи
2 — кольцевые крепи



3 — открытые крепи
4 — кольцевые крепи

действия первичного горного давления, и в 2—3 раза меньше в период действия опорного давления.

В работе приведены схемы деформирования податливых крепей из профиля СВП открытого типа и кольцевых податливых крепей из профиля СВП.

Величины вертикальной (Н) и горизонтальной (В) конвергенции для податливых крепей открытого типа определяются из выражений:

$$\left. \begin{aligned} H &= P + V + \Delta S_n + \Delta H \\ B &= 2\Delta S_b + \Delta B \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где: Р — величина пучения почвы, мм; V — величина внедрения стоек, мм; ΔS_n — вертикальные составляющие смещения в замках, мм; ΔH — деформация (прогиб) верхняка, обусловленная влиянием случайных факторов (точечный контакт крепи, дефекты металла и т. д.), мм; ΔS_b — горизонтальные составляющие смещения в замках, мм; ΔB — деформация стойки, мм.

Применительно к кольцевой податливой крепи, вследствие отсутствия открытой почвы $P=0$ и $V=0$; т. е., прирост конвергенции, исключая величины ΔH и ΔB , носящих случайный характер осуществляется в основном за счет смещений в замках. Уравнения, описывающие вертикальную и горизонтальную конвергенцию приобретают вид:

$$\left. \begin{aligned} H &= 2\Delta S_n + \Delta H \\ B &= 2\Delta S_b + \Delta B \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Анализ систем (1) и (2) позволяет наметить пути снижения конвергенции выработок, закрепленных разными типами крепей.

Для изучения величины отпора кольцевых крепей, а также для оценки узлов податливости разных конструкций, были проведены стендовые (лабораторные) испытания кольцевых крепей в институте НИИОМШ (г. Харьков). Испытания подтвердили наличие существенного отпора кольцевых крепей (порядка 1 МПа).

При изучении работы податливых кольцевых крепей в шахтных условиях обнаружена особенность, позволяющая представить систему (2) в несколько измененном виде, а именно:

$$\left. \begin{aligned} H &= 2\Delta S_n + \Delta H + \delta \\ B &= 2\Delta S_b + \Delta B \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где δ — составляющая, вызванная наличием опережающей деформации балластного слоя, который имеется практически во всех выработках, закрепленных кольцевой податливой крепью из СВП. Во время работы кольцевых податливых крепей объем балластного слоя, выполненного из сыпучих (щебень или порода), практически не изменяется. Размеры же крепи в свету более или менее

равномерно уменьшаются. Элементы крепи и изменение ее размеров при условии равномерного сжатия изображены на рис. 2.

Изменение размеров кольцевой крепи, имеющей балластный слой

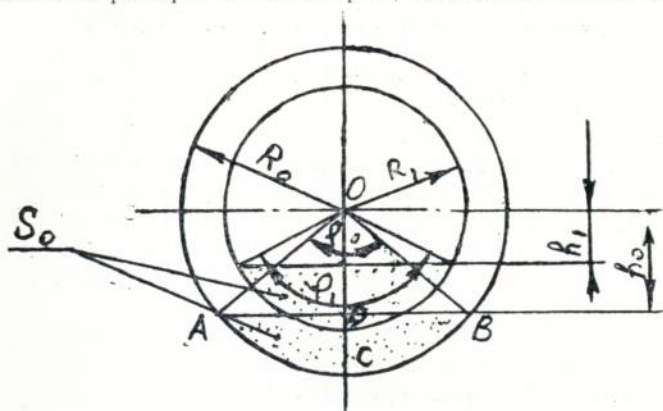


Рис. 2

Из рисунка следует, что занимаемая балластным слоем площадь есть площадь сегмента, ограниченного хордой АДВ и дугой АСВ, причем R_0 — величина начального значения радиуса сечения крепи в свету. Очевидно, что изменение величины h (расстояние от центра выработки до балластного слоя) будет происходить более интенсивно, чем изменение (уменьшение) R , за счет неизменности объема балластного слоя. Положение слоя для данной крепи радиуса R_0 можно охарактеризовать центральным углом φ_0 , тогда площадь балластного слоя будет равна:

$$S_0 = 0,5R_0^2(\varphi_0 - \sin \varphi_0), \quad (4)$$

где S_0 — площадь балластного слоя, мм²; R_0 — радиус начального положения крепи, мм; φ_0 — центральный угол, характеризующий положение балластного слоя, радиан.

Отсюда следует отношение

$$\varphi_1 - \sin \varphi_1 = \frac{2S_0}{R_1^2} \quad (5)$$

которое связывает в неявном виде S_0 , R_1 и φ_1 , т. е. позволяет определить по известным S_0 и R_1 угол φ_1 .

Уравнение (5) можно решить графически, либо другим способом.

В работе получено соотношение, определяющее вертикальную конвергенцию кольцевой выработки, имеющей балластный слой.

$$H_1 = (R_0 - R_1) + R_0 \cos \frac{\varphi_0}{2} - R_1 \cos \frac{\varphi_1}{2}. \quad (6)$$

Если сравнить ее с вертикальной конвергенцией кольцевой крепи без балластного слоя

$$H_2 = 2 (R_0 - R_1) \quad (7)$$

и отнести их разность к разности радиусов, получим:

$$\frac{H_1 - H_2}{R_0 - R_1} \cdot 100 \approx 10\% \quad (8)$$

Отсюда следует научное положение:

— установлено, что вертикальная конвергенция в выработках закрепленных кольцевой податливой крепью из профиля СВП существенно (до 10%) увеличивается при наличии балластного слоя, что основывается на аналитическом решении и на данных шахтных наблюдений. Это позволяет точно оценивать величину вертикальной конвергенции подобных выработок.

Широкое внедрение кольцевых крепей в Западном Донбассе заставило искать пути экономии металлопроката, рационального конструирования подобных крепей, в частности использование отходов производства, то есть, отрезков СВП различной длины. В этом случае (рис. 3а) возникает задача определения диаметра кольцевой крепи по параметрам составляющих ее дуг. В работе приведены выкладки, приводящие к системе:

$$\left. \begin{aligned} l_1 &= \frac{\pi(D_0^{св} + 2\delta_{ц.т})\alpha_1}{360} + \Delta \\ l_2 &= \frac{\pi(D_0^{св} + 2\delta_{ц.т.} + 2\delta_3)\alpha_2}{360} + \Delta \\ \dots \\ l_k &= \frac{\pi(D_0^{св} + 2\delta_{ц.т.} + 2\delta_3)\alpha_k}{360} + \Delta \\ \sum_{i=1}^k \alpha_i &= 360 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где; $D_0^{св}$ — диаметр крепи в свету, мм; l_1, l_2, \dots, l_k — длины дуг, составляющих кольцо, мм; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ — центральные углы этих дуг, град; Δ — величина замка (наложение дуг), мм; $\delta_{ц.т.}$ — расстояние от нейтральной линии от кромки профиля СВП, мм; δ_3 — высота выступа профиля СВП, мм.

Решение системы (9) относительно $D_0^{св}$ дает возможность его определения. Тем самым в диссертации разработана методика конструирования кольцевой крепи из профиля СВП, содержащей конечное число дуг любой, в том числе разной длины, позволяющая уменьшить расход металла при изготовлении кольцевых крепей.

Наблюдения и эксперименты, проведенные на шахтах «Западно-

Схема конструирования кольцевой крeпи из некоторого количества дуг (а) и определение положения ограничителей податливости (б) для кольцевых крeпей из СВП

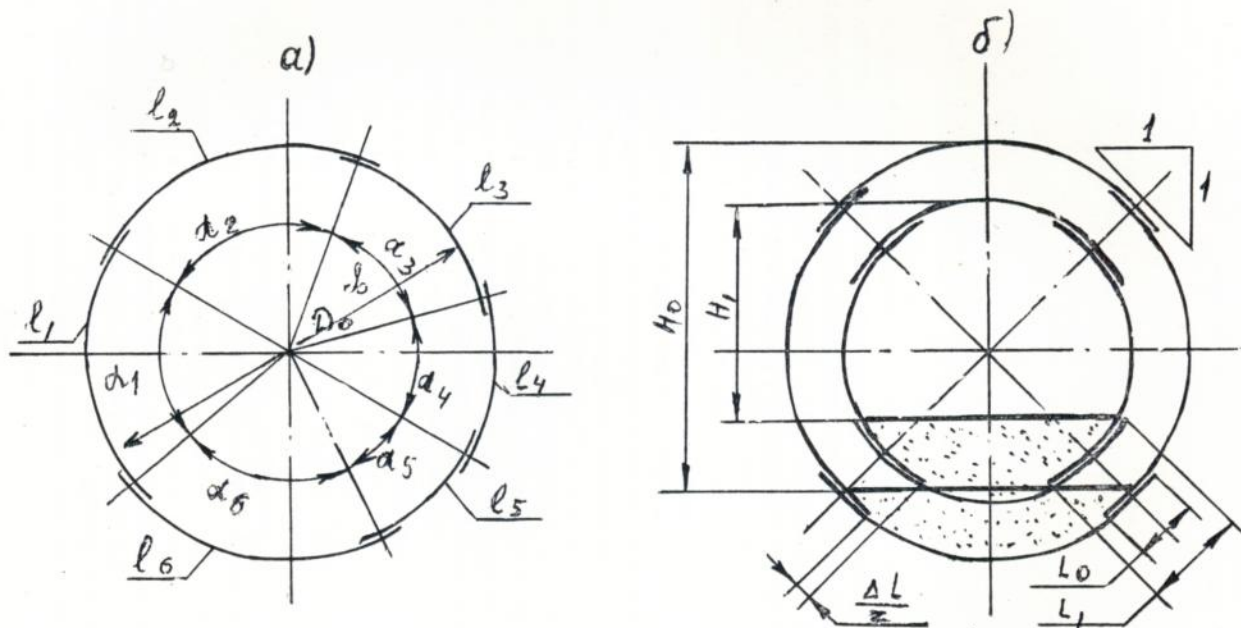


Рис. 3

Донбасская» и имени Героев космоса, позволили уяснить картину распределения опорного давления, выявить наиболее благоприятные для поддержания выработок зоны разгрузки массива. Ими оказались зоны надработки магистральных штреков. Были определены и рациональные параметры формирования зон разгрузки.

Известно, что устойчивость магистральных выработок повышается, если в начальный период влияния очистных работ уменьшить податливость крепи. Для осуществления перехода податливой крепи в жесткий режим необходимо знать зависимость диаметра крепи выработки от величины смещения в замках. В работе получена эта зависимость, для четырехзвенной крепи, она имеет вид:

$$D_{к^{св}} = D_0^{св} + \frac{\pi}{4} (\Delta_0 - \Delta_{к}). \quad (10)$$

где: $D_{к^{св}}$, $D_0^{св}$ — конечное и начальное значение диаметра крепи в свету, мм; $\Delta_{к}$, Δ_0 — конечное и начальное значение размеров замка (наложение дуг) крепи, мм.

Вышеизложенное позволяет сформировать научное положение: — установлена впервые закономерность изменения диаметра податливой кольцевой крепи из профиля СВП в зависимости от смещения в замках крепи, что позволяет точно определять положение ограничителей в узлах податливости кольцевой крепи при переводе ее в жесткий режим работы в зоне опорного давления.

Используя соотношение (10), а также то, что оборудование, применяемое для гибки металлокрепи в Западном Донбассе не позволяет получать идеальную дугу — на ее торцах образуются прямолинейные участки (недогибы) длиной до 400 мм, в диссертации разработана рабочая методика определения положения фиксаторов (ограничителей) для четырехэлементной кольцевой крепи из СВП. В этом случае величина вертикальной конвергенции (Н) определяется выражением:

$$H = \sqrt{2\Delta L} + \delta, \quad (11)$$

где: ΔL — суммарное смещение в замках податливости, мм; δ — величина опережающей деформации балластного слоя, мм.

Известно, что в условиях слабометаморфизованных пород величина вертикальной конвергенции изменяется в основном по линейному закону:

$$H = vt, \quad (12)$$

где v — скорость вертикальной конвергенции, величина постоянная для конкретных условий, мм/сут; t — время до начала действия опорного давления, суток.

Зная конкретную ситуацию на шахте можно довольно точно определить время до начала действия опорного давления (t). Принимаем, что

$$\delta \approx 0,1H \quad (13)$$

Подставив значения H и δ в формулу (11), получаем выражение, характеризующее величину

$$\Delta L = \frac{H - \delta}{\sqrt{2}} = \frac{0,9H}{1,41} = 0,64H. \quad (14)$$

Отсюда следует, что смещение в замках кольцевой крепи должно соответствовать величине $0,64H$, где H — допустимая вертикальная конвергенция крепи до начала действия опорного давления.

В результате стендовых испытаний кольцевых крепей при разных конструкциях замков податливости установлена наиболее рациональная конструкция для перевода крепи в жесткий режим — с установкой дополнительного (упорного) хомута и фиксатора из круга.

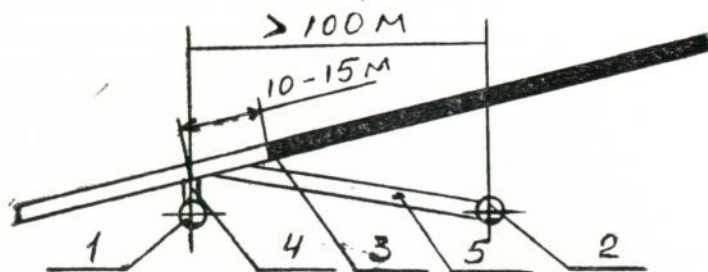
В результате проведенных исследований и многолетнего опыта эксплуатации кольцевых податливых крепей из профиля СВП в условиях глубоких шахт Западного Донбасса установлено, что наиболее подходящими крепями для этих условий являются крепи КМПК-4(П), разработанные на шахте «Западно-Донбасская» с участием автора.

Крепи КМПК-4 (П) — крепи металлические податливые кольцевые четырехэлементные, «Павлоградуголь», изготавливаемые по ТУ 12.0178351. 011-93. При их разработке было учтено явление опережающей деформации балластного слоя и использована методика определения диаметра кольца по известным длинам его составляющих.

Межведомственная комиссия признала крепи КМПК-4(П) соответствующим сложным горно-геологическим условиям глубоких шахт Западного Донбасса. В настоящее время на шахтах Западного Донбасса крепями КМПК закреплено более 11000 м магистральных выработок.

На основе вышеизложенного материала и многолетнего изучения процессов, протекающих при подходе лавы к магистральной выработке специалистами шахты «Западно-Донбасская» с участием автора разработан новый способ подготовки и отработки шахтного поля, получивший название «Способ подготовки и отработки шахтного поля», позволяющий создавать зону разгрузки для магистральных штреков путем их надработки. Его основная цель — обеспечение устойчивости магистральных штреков — откаточного, конвейерного и дренажного и ликвидация потерь угля в целиках.

Как было указано выше, наиболее устойчивы выработки, расположенные в зоне надработки. Поэтому предложено магистральный конвейерный штрек располагать под пластом на расстоянии 3—5 м от него. (рис. 4). Магистральный же откаточный штрек располагается от конвейерного на расстоянии, превышающем размер зоны временного опорного давления, между этими штреками принимается равным примерно 100 м.



1 — конвейерный штрек, 2 — откаточный штрек, 3 — крайнее положение лавы, 4 — гезенк, 5 — сбойка.

Рис. 4

Для обеспечения добычи угля сооружаются выемочные штреки и разрезная печь, в которой монтируется очистный механизированный комплекс. Лава останавливается на расстоянии 10—15 м за магистральным конвейерным штреком, и последний оказывается в зоне разгрузки. В период прохождения зоны опорного давления над магистральным конвейерным штреком его устойчивость обеспечивается применением крепей усиления, например «Крепь усиления» по а.с. СССР № 1765436, а также описанным выше способом перевода податливой кольцевой крепи в жесткий режим работы.

Для обеспечения технологических операций сооружаются гезенки и сбойки между магистральными и выемочными штреками. Предложенный способ обеспечивает расположение конвейерного и дренажного магистральных штреков в зонах разгрузки, а магистральный откаточный штрек располагается вне зоны влияния опорного давления. Дренажный же штрек сооружается в отработанном пространстве разгрузочной лавы. Применение предлагаемого способа существенно уменьшит потери угля в целиках, остающихся при других способах подготовки и отработки шахтного поля.

По описанному способу Госпатент Украины зарегистрировал изобретение «Спосіб підготовки та відпрацювання шахтового поля» и выдал патент № 1970 от 30 ноября 1993 года. Способ применен при отработке пласта С₆ шахты имени Н. И. Сташкова. На основе этого способа разработана проектная документация по отработке пласта С₁₀ шахты «Западно-Донбасская».

Таким образом, в диссертации научно обоснован и разработан на уровне изобретения способ подготовки и отработки шахтного поля, отличающийся параметрами расположения магистральных штреков в зонах разгрузки, позволяющий дополнительно добывать значительное количество угля и обеспечивающий безремонтное

поддержание выработок. Особо ответственные участки магистральных и капитальных выработок предлагается крепить кольцевой крепью по патенту Украины № 4545, а также крепью по а.с. СССР № 1830416.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе дано решение актуальной научной задачи — обоснования рациональных параметров крепей для магистральных выработок на угольных пластах со слабометаморфизованными породами.

Основные выводы, научные и практические результаты выполненных исследований заключаются в следующем:

1. Выявлены особенности деформирования выработок с кольцевыми податливыми крепями из профиля СВП в условиях глубоких шахт Западного Донбасса в период сооружения выработок и в зоне действия очистных работ. Установлено, что подобные выработки обладают большей устойчивостью по сравнению с выработками, закрепленными крепями открытого типа.

2. В магистральных выработках, закрепленных кольцевой податливой крепью из профиля СВП за счет значительного отпора кольца (порядка 1 МПа) уменьшаются интенсивность пучения пород почвы и перемещения боковых блоков, что подтверждено результатами стендовых испытаний и шахтных исследований. Механизм деформации кольцевых крепей более полно согласуется с механизмом деформации массива пород, окружающих выработку.

3. Установлено, что вертикальная конвергенция в выработках, закрепленных кольцевой податливой крепью из профиля СВП существенно (до 10%) увеличивается при наличии балластного слоя.

4. Разработаны методики определения параметров кольцевой крепи из профиля СВП и двутавра, отличающиеся возможностью точного определения диаметра крепи по известным параметрам дуг, составляющих кольцо, что позволяет конструировать крепи без отходов металла, а также использовать отходы, полученные в условиях производства.

5. Впервые установлена закономерность изменения диаметра податливой кольцевой крепи из профиля СВП в зависимости от смещения в замках податливости крепи, что позволяет точно установить момент перевода крепи в жесткий режим работы в зоне опорного давления.

6. В результате проведения стендовых испытаний установлено, что наиболее работоспособным с точки зрения повышения жесткости узла соединения дуг кольцевой крепи является применение опорного хомута и фиксатора из круга, установленного в отверстие, выполненное в профиле СВП.

7. Разработан на уровне изобретения новый способ подготовки и отработки шахтного поля, позволяющий, используя рациональные параметры расположения штреков, создавать зоны разгрузки для магистральных выработок и позволяющий добывать дополнительно большое количество угля за счет ликвидации охранных целиков.

8. Разработана новая конструкция кольцевой податливой крепи из профиля СВП, отличающая учетом определяющей деформации балластного слоя, учетом недогиба на торцах дуг, составляющих кольцо, применяющее более широкого диапазона размеров крепи и сортамента СВП, безотходным раскроем дуг этой крепи. Определена также область применения кольцевых крепей из профиля СВП.

9. Результаты выполненной работы использованы и внедрены:

- при разработке технических условий на крепи КМПК-4 (П);
- при перекреплении магистральных горных выработок на шахте «Западно-Донбасская» (4591 м выработок);
- при перекреплении и проходке магистральных горных выработок на шахте имени Героев космоса (6678 мм выработок);
- при разработке пласта С₆ шахты имени Н. И. Сташкова и при проектировании горных работ по шахте «Западно-Донбасская» (пласт С₁₀) использовано изобретение, защищенное патентом Украины № 1970.

10. Экономический эффект только от внедрения крепей КМПК составил 5825073000 крб (в объемах и ценах на конец 1993 г.).

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Лосев Г. Ф., Халимендик Ю. М., Кравченко А. В. Опыт эксплуатации многослойной кольцевой крепи. Донецк. ЦБНТИ, 1992, 2 с.
2. Лосев Г. Ф., Халимендик Ю. М., Чередниченко В. П., Кравченко А. В. Двухслойная крепь горных выработок для сложных горно-геологических условий. Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания «Технология и механизация крепления подготовительных и нарезных выработок». Кривой Рог. НИГРИ, 1991.— с. 29—30.
3. Кравченко А. В. Конструирование кольцевых крепей горных выработок // Изв. вузов. Горный журнал.— 1992.— № 5, с. 43.
4. Халимендик Ю. М., Мартюшев В. С., Кравченко А. В. Кольцевые крепи в условиях шахт Западного Донбасса // Уголь Украины — 1993.— № 7, с. 11—12.
5. Колоколов О. В., Кравченко А. В. Об одной особенности работы кольцевых податливых крепей, выполненных из желобчатого профиля // Изв. вузов. Горный журнал.— 1994.— № 8, с. 37.
6. А. С. СССР № 1765436. Крепь усиления / А. В. Кравченко, Г. Ф. Лосев, Ю. М. Халимендик, В. С. Мартюшев. Опубл. в Б. И. 1992, № 36.

7. Патент України № 1970. Спосіб підготовки та відпрацювання шахтового поля / Халимендик Ю. М., Лосев Г. Ф., Мартюшев В. С., Кравченко А. В., Шміголь А. В. Дата реєстрації патенту — 30 листопада 1993 р.
8. А. С. СССР № 1830416. Крепь горных выработок / Г. Ф. Лосев, В. С. Мартюшев, А. В. Кравченко. Опубл. в Б. И. 1993. № 28.
9. Патент України № 4545. Кільцеве кріплення гірничих виробок. Кравченко А. В., Халимендик Ю. М., Пойда В. І. Дата реєстрації патенту — 15 вересня 1944 р.

Аннотация

Кравченко А. В. Обоснование рациональных параметров крепи для магистральных выработок в условиях слабометаморфизованных пород (на примере Западного Донбасса), рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.02 — «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых», Государственная горная академия Украины, Днепропетровск, 1994.

На основе установленных закономерностей проявлений горного давления в магистральных выработках, закрепленных металлическими податливыми крепями открытого и замкнутого типа доказана эффективность применения кольцевых крепей, разработаны методики определения их рациональных параметров, обеспечивающих повышение устойчивости выработок и экономию материально-трудовых ресурсов при изготовлении и эксплуатации таких крепей.

Ключові слова: вугільна шахта, магістральна виробка, конвергенція порід, кріплення відкритого та замкнутого типів, первинний гірничий тиск, вплив опірного тиску, параметри, технологія, ефективність.

Summary

Kravchenko A. V. Substantiation of the rational parameters of main haulage roads supports under the conditions of lav-rank rocks (of western Donvass), manuscript.

Thesis for the candidate of technical sciences degree, speciality 05.15.02 «Underground mining», State mining academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, 1994.

On the basis of found regularities of rock pressure manifestations in the main haulage roads, secured with steel yielding supports of open and closed type the efficiency of ring linings use has been proved and the determination techniques have been developed to define their rational parameters, which provide higher stability of workings and saving of material and labour resources in the process of such supports production and exploitation.

Key words: coal mines, main haulage road, convergence of rocks, timbering of open and closed type, primary rock pressure, influence of bearing pressure, parameters, teshnology, efficiency.

ТНБ ім. В. Стефанива
АН України

Автореферат

Сдано в набор 20.11.1994 г. Подписано к печати 25.11.1994 г. Формат 60×84^{1/16}.
Бумага типографская. Объем 1 печ. л. Тираж 100 экз. Зак. № 180.

Арендное предприятие
«Днепропетровская книжная типография»,
320091, Днепропетровск, ул. Горького, 20.

456 956

AB 31.594

AB 31.594