

**ДОНЕЦКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

На правах рукописи

ПОДКОПАЕВ Сергей Викторович

**ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ
УСТОЙЧИВОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ШТРЕКОВ
ПРИ ОТРАБОТКЕ КРУТЫХ ПЛАСТОВ**

Специальность 05.15.02. «Подземная разработка
месторождений полезных ископаемых»

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Работа выполнена в Донецком отделе
Знамени политехническом инсти

Научный руководитель
высшей школы Украины, доктор
М. П. Зборщик.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Ю. В. Бондаренко, кандидат технических наук, старший
научный сотрудник А. Л. Селезень.

Ведущая организация — производственное объедине-
ние по добыче угля «Артемуголь».

Защита диссертации состоится «11» июня 1993 г.
в 12-00 часов на заседании специализированного совета Д 068.20.02
при Донецком ордена Трудового Красного Знамени политехниче-
ском институте по адресу: 340000, г. Донецк, ул. Артема, 58.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан «30» апреля 1993 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
доктор технических наук, профессор



В. И. ЧЕРНЯЕВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Разработка крутых пластов в Центральном районе Донбасса характеризуется относительно низким уровнем технико-экономических показателей. В немалой степени это связано с отсутствием надежных и эффективных способов обеспечения устойчивости пластовых вентиляционных штреков. В настоящее время, несмотря на высокую трудоемкость работ на их поддержание достигают 11% от суммарных трудовых затрат на подземных работах 50% общей протяженности выработок имеют неудовлетворяющие требованиям технической эксплуатации площади поперечных сечений. Работы по поддержанию штреков выполняются вручную и в обозримой перспективе не имеют решений по их механизации.

Применяемые на шахтах способы охраны вентиляционных штреков целиками угля, бутовыми полосами, различного рода конструкциями из дерева, проведение их выписку к выработанному пространству часто не обеспечивают надежной защиты выработок от горного давления или усложняют технологию в ведения подготовительных и очистных работ. Повышение эффективности использования комплексов оборудования с механизированными креплениями и щитовых агрегатов сдерживается из-за неудовлетворительного состояния пластовых выработок и требует изыскания, главным образом, способов их поддержания, удовлетворяющих требованиям высокопроизводительной безопасной работы очистных забоев. Этим предопределяется актуальность работы по поиску технических решений совершенствования способов охраны пластовых выработок на крутых пластах.

Анализ применяемых способов охраны пластовых выработок показал, что применяемые способы, являясь эффективными для конкретных условий, теряют свою эффективность при изменении условий. Поэтому приобретает особую важность изыскание универсального способа охраны выработок. Таким способом, как показывают предварительные исследования, является закладка выработанного пространства. Однако, осуществление этого способа связано с дополнительными затратами.

Целью работы является обоснование способов повышения устойчивости вентиляционных штреков при отработке пластов крутого падения.

Идея работы заключается в использовании геомеханических особенностей и закономерностей формирования напряженного состоя-

ния выходящих пород в окрестности очистного забоя для снижения проявлений горного давления в участковых подготовительных выработках при выемке крутых пластов.

Методы исследований. Для достижения поставленной цели в работе использован комплексный метод, включающий анализ и обобщение опыта охраны и поддержания участковых выработок, физическое моделирование на оптически чувствительных и эквивалентных материалах, математическое моделирование, статистическую обработку экспериментальных данных, промышленный эксперимент.

Научные положения, выносимые на защиту и их новизна:

1. Экспериментально раскрыты особенности механизма взаимодействия оседающих пород кровли с закладочным массивом, заключающиеся в уменьшении концентрации напряжений в породах кровли призабойного пространства, длины зоны проявлений опорного давления, в закрытии трещин разлома пород кровли над закладочным массивом и повышении сплошности подработанной толщи.

2. Аналитически доказано при применении закладки наличие арочного эффекта в породах кровли над и вблизи призабойного пространства лавы, обеспечивающего увеличение сжимающих напряжений в плоскости напластования (горизонтального распора), способствующего сохранению сплошности оседающих пород кровли. При этом установлены поправочные коэффициенты, позволяющие при отношении высоты балки к ее длине менее 1:6 применять теорию балок вместо теории балок-стенок для расчета напряжений в породах кровли пласта.

3. Установлена эмпирическая зависимость для определения величины сближения пород контура по длине откаточного штрека, учитывающая способ охраны выработки со стороны лавы, мощность отрабатываемого пласта, глубину разработки и предел прочности пород кровли на одноосное сжатие.

4. Разработана математическая модель прогнозирования изменения площади поперечного сечения поддерживаемого откаточного штрека, учитывающая способ охраны выработки со стороны лавы и степень смещения пород кровли по длине выработки.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается: анализом опыта охраны подготовительных выработок; натурными и лабораторными исследованиями характера их деформирования; аналитическими исследованиями распределения сжимающих напряжений в плоскости напластования с исполь-

зованием теории упругости и строительной механики; математическим моделированием прогнозирования изменения площади поперечных сечений выработок; удовлетворительной сходимостью экспериментальных и расчетных данных (расхожесование $\pm 20\%$); результатами промышленных испытаний способа повышения устойчивости участков подготовительных выработок.

Научное значение работы заключается в более полном раскрытии механизма взаимодействия с закладочным массивом оседающих пород кровли пласта впереди лавы, призабойном и выработанном пространствах; в установлении арочного эффекта в породах кровли пласта при применении закладки выработанного пространства; в разработке математической модели прогнозирования изменения площади поперечного сечения по длине выработки; установлении эмпирической зависимости сближения пород контура выработки по ее длине.

Практическое значение работы заключается в следующем:

- обоснована целесообразность применения закладки выработанного пространства для существенного улучшения устойчивости участков подготовительных выработок при разработке крутых пластов на больших глубинах;

- предложена математическая модель прогнозирования изменения площади поперечного сечения по длине выработки при разных способах ее охраны, учитывающая мощность и угол падения пласта, глубину разработки и предел прочности пород кровли на одноосное сжатие;

- разработаны способы повышения устойчивости пластовых штреков, базирующиеся на использовании закладки выработанного пространства (новизна способов защищена 2 авторскими свидетельствами и 5 положительными решениями на предполагаемые изобретения).

Реализация работы. Научные и прикладные результаты работы использованы Донецким научно-исследовательским угольным институтом (ДонУТИ) в научно-исследовательских работах по разработке технологии оставления породы в погашаемых выработках и для выкладки бутовых полос, и влиянию компрессионных свойств закладочного массива на фильтрационные, термо- и газодинамические свойства массива горных пород (номера госрегистрации 0102070000 и 0102074000). Способ консервации откаточного штрека дробленой породой с последующим ее извлечением для выкладки бутовой полосы под вентиляционным штреком принят к внедрению на шахте "Красный

Профинтерн" ПО "Орджоникидзеуголь".

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и получили одобрение на VI Всесоюзном семинаре "Аналитические методы и применение ЭВМ в механике горных пород" (Новосибирск, 1991 г.), на заседании научно-технического совета ПО "Орджоникидзеуголь" (Енакиево, 1992 г.), на расширенном заседании кафедры горной геомеханики ДПИ (Донецк, 1992 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 3 статьи, 2 авторских свидетельства и 5 положительных решений на изобретения.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, изложена на 113 страницах машинописного текста, содержит 42 рисунка, 15 таблиц, список литературы из 84 наименований, 3 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Опыт показывает, что по мере роста глубины разработки увеличиваются трудности поддержания пластовых подготовительных выработок при выемке тонких и средней мощности крутых пластов в Центральном районе Донбасса. Особенно большие трудности испытываются в обеспечении устойчивости вентиляционных штреков. Это обусловлено спецификой подготовки крутых пластов, заключающейся в том, что участковые выработки откаточного горизонта затем используются в качестве вентиляционных.

Устойчивость пластовых выработок зависит в решающей степени, при прочих равных условиях, от способов их охраны и применяемых средств крепления. В настоящее время на шахтах района широко используются способы охраны вентиляционных штреков целиками угля, буровыми полосами и другими искусственными конструкциями. Способ охраны вентиляционных штреков в большинстве случаев предопределяется принятыми способами охраны бывших откаточных штреков. При выемке угля лавами, откаточные штреки обычно погашаются, поэтому вентиляционные штреки проводят по завалу. Проведение "минусовых" вентиляционных штреков (вприсечку к выработанному пространству ниже бывшего откаточного горизонта) является исключением и этот способ применялся в единичных случаях. Применение "минусовых" вентиляционных штреков сопряжено с "потерей

горизонта" и необходимостью оставления целиков угля между выше- и нижележащими горизонтами. Это осложняет технологию ведения горных работ, а оставление целиков сопряжено с опасностью возникновения эндогенных пожаров и созданием зон повышенного горного давления на соседних пластах в свите.

Ранее предложенный и испытанный в натуральных условиях способ проведения и поддержания вентиляционного штрека в зоне разгрузки бывшего откаточного (после его погашения) в настоящее время в шахтах не применяется. Это связано с рядом трудностей проведения как самой выработки, так и оформления сопряжения ее с лавой и размещением породы от проведения вентиляционного штрека в обрабатываемой лаве. Проведение полевых участковых выработок облегчает условия их поддержания по сравнению с пластовыми, однако при этом конструктивно усложняется система разработки пластов и увеличивается относительный объем проводимых участковых выработок. Кроме того, использование полевых участковых выработок не исключает проведения по завалу на вентиляционном горизонте пластового штрека.

Таким образом, при выемке пластов крутого падения в Центральном районе Донбасса основным является способ проведения и поддержания пластовых участковых подготовительных выработок на откаточном и вентиляционном горизонтах. Такая тенденция к использованию пластовых участковых выработок обуславливается еще и тем, что по мере применения высокопроизводительных комплексов для выемки угля в лавах геометрия применяемой системы разработки по возможности должна быть наиболее простой. Отсюда вытекает, что изыскание способов повышения устойчивости вентиляционных штреков крутых пластов должно базироваться на использовании пластовых подготовительных выработок. При специфичности применяемых способов вскрытия и подготовки крутых пластов наиболее перспективным является использование откаточного штрека в качестве вентиляционного (повторное использование).

Для улучшения устойчивости пластовых выработок при применяемых системах разработки крутых пластов, необходимо обеспечить более благоприятную геомеханическую обстановку в окрестности поддерживаемых выработок, т.е. необходимо уменьшить концентрацию напряжений в окрестности очистного забоя, величину оседаний пород над выработанным пространством лавы и уменьшить деформацию пород в местах расположения и поддержания участковых выработок.

Достичь этого можно при изменении способа управления кровлей в отработываемых очистных забоях. Применяемый в настоящее время способ управления кровлей в лавах путем удержания ее на кострах является наиболее неблагоприятным, особенно при выемке угля на глубоких горизонтах. Существенно изменить геомеханическую обстановку в окрестности поддерживаемых пластовых выработок можно за счет применения закладочной выработанного пространства как вблизи выработок, так и в выработанном пространстве лавы в целом. Следовательно, управление оседающими породами кровли вблизи призабойного пространства и далеко позади лавы является одним из главных направлений повышения устойчивости пластовых выработок.

В свете изложенного сформулированы цель работы, ее идея и поставлены следующие задачи исследований:

- экспериментально и теоретически изучить картину распределения напряжений в окрестности очистного забоя и механизм взаимодействия с закладочным массивом оседающих пород кровли над выработанным пространством лавы;
- провести натурные наблюдения за смещениями пород контура участковых подготовительных выработок и установить зависимость смещений пород кровли по длине откаточного штрека;
- разработать математическую модель прогнозирования изменения площади поперечного сечения поддерживаемых участковых выработок при различных способах их охраны со стороны лавы;
- разработать пути и способы повышения устойчивости пластовых вентиляционных штреков при отработке пластов крутого падения.

Для оценки закладочного массива, как средства ограничивающего деформации боковых пород, выполнены лабораторные исследования на моделях из оптических материалов. Исходя из реального поведения вмещающих пород и области применения оптического метода, исследования включали два этапа: первый - установление исходной картины распределения касательных напряжений после выемки угля в лаве (в породах появляются упругие деформации), второй - условное расчленение пород кровли на блоки, которые взаимодействовали между собой подобно механической системе, позволяющей выявить в первом приближении механизм раскрытия и закрытия трещин по мере удаления от забоя лавы. В качестве оптически чувствительного материала использован игдантин. Данные моделирования показывают, что применение закладки выработанного пространства снижает концентрацию напряжений во вмещающих породах и повышает

их устойчивость в призабойном пространстве и в окрестности очистного забоя. Механизм улучшения состояния кровли заключается в уменьшении эксплуатационной трещиноватости пород впереди и позади лавы, в сохранении сплошности, увеличении сил трения и зацепления между оседающими породными блоками. В сравнимых условиях геомеханические показатели применения закладки улучшаются по мере увеличения жесткости закладочного массива и уменьшения ширины поддерживаемого призабойного пространства.

Установлено, что при отставании закладочного массива от забоя до 3,0 – 3,5 м и его усадке до 30%, сплошность оседающих пород не нарушается. Такое состояние пород имеет место и в выработанном пространстве лавы. Контактующие между собой породные блоки создают над выработкой эффект арочной формы, обеспечивающий увеличение сжимающих напряжений в плоскости напластования (горизонтального распора) и способствующий сохранению сплошности подработанной толщи, т.к. при этом зияющие трещины отсутствуют. Область трещиноватых пород, расположенных над очистной выработкой, по своей форме приближается к своду, в вершине которого залегает плита с большим шагом разлома. Чем меньше усадка закладочного массива, тем меньше ширина и высота перемещаемой свообразной области трещиноватых пород.

Для определения влияния закладки выработанного пространства на состояние пород кровли в окрестности очистного забоя проведены аналитические исследования с использованием положений строительной механики и теории упругости. При применении закладки аналитически доказано наличие арочного эффекта в породах кровли над и вблизи призабойного пространства лавы. При этом установлены поправочные коэффициенты, позволяющие при отношении высоты балки к ее длине менее 1:6 применять теорию балок вместо теории балок-стенок, для расчета напряжений в породах кровли пласта. Значения поправочных коэффициентов на угол поворота (k_1, k_3) и прогиб (k_2, k_4) балки можно определять по зависимости:

$$k_1 = 9,5 - 3,3 \cdot l + 0,43 \cdot l^2 - 0,01 \cdot l^3,$$

$$k_2 = 2,8 - 0,84 \cdot l + 0,13 \cdot l^2 - 0,006 \cdot l^3,$$

$$k_3 = 3,8 - 1,07 \cdot l + 0,14 \cdot l^2 - 0,006 \cdot l^3,$$

$$k_4 = 1,9 - 0,14 \cdot l - 0,013 \cdot l^2 + 0,002 \cdot l^3,$$

где l – отставание закладочного массива от очистного забоя (м).

Если интерпретировать результаты лабораторных и аналитических исследований к решаемой задаче и расположить пластовый

штрек между целиком угля и закладочным массивом (бутовой полосой) с расстоянием между ними до 3,5 м, то можно утверждать, что будет обеспечена более высокая устойчивость откаточных штреков крутых пластов (за счет наличия арочного эффекта в породах кровли). Для проверки этого положения на моделях из оптически чувствительных материалов изучено распределение напряжений в окрестности штреков при охране их бутовыми полосами разной плотности и ширины. Всего было отработано 33 модели.

Анализ картины распределения касательных напряжений показывает, что охрана откаточных штреков бутовыми полосами из дробленой породы шириной $8m$ (m — мощность разрабатываемого пласта), в сочетании с заполнением штреков такой же породой по длине и площади сечения благоприятно сказывается на распределении напряжений во вмещающей толще и предопределяет возможность их повторного использования в качестве вентиляционных при отработке нижележащих горизонтов. Увеличение размера полосы до $12m$ и более практически теряет смысл в связи с незначительным уменьшением касательных напряжений. Если откаточный штрек охраняется жесткими деревянными или металлическими конструкциями, бутовыми полосами из дробленой породы или твердых материалов шириной до $6m$, в окрестности его контура наблюдается более высокая концентрация напряжений.

Консервация откаточного штрека и закладка его дробленой породой по длине и площади сечения оказывает положительное влияние на распределение напряжений в окрестности выработки при любой ширине бутовой полосы и ее жесткости. При этом в 1,5–2,0 раза уменьшается уровень напряжений в породах кровли и почвы выработки. В случае повторного использования штрека, размещенная в нем порода может быть использована для подштрековой бутовой полосы.

Изучение сдвижения пород в окрестности подготовительной выработки проведено на плоских моделях из эквивалентных материалов по общепринятой методике ВНИИ и с учетом накопленного опыта моделирования в лаборатории ДИИ. Моделируемая толща представляла собой перемежающиеся слои глинистых и песчаных сланцев с пределами прочности на одноосное сжатие 50–60 МПа. В процессе испытаний 4 моделей фиксировалась качественная картина сдвижения пород в окрестности вентиляционного штрека при способе охраны его двухсторонними бутовыми полосами и традиционном способе: накатные востры — бутовая полоса.

Согласно моделям бутовые полосы шириной не менее 8 м, расположенные по обе стороны штрека, существенно уменьшают оседание толщи пород всякого бока пласта, создавая предпосылки для нормального эксплуатационного состояния выработок. Штрек поддерживается во вмещающей толще, претерпевшей меньше сдвигания по нормали к напластованию. Широкий закладочный массив предотвращает также сдвигания пород в плоскости напластования, что особенно важно на пластах со сползающими почвами.

Инструментальные наблюдения за особенностями смещений пород контура пластовых выработок проведены в течение 1987–1989 г.г. в типичных для района условиях пластов m_3^1 , m_5^1 , m_4^4 , k_5 , k_4 , k_4^1 шахты им.К.Маркса. Выработки откаточного горизонта 875 м (8 выработок, 32 замерные станции) охранялись со стороны лавы искусственными сооружениями (накатные костры из деревянных шпал, кусты из стоек); вентиляционные штреки горизонта 750 м (4 выработки, 16 замерных станций) охранялись нижней бутовой полосой из рядовой породы (усадка закладочного массива 60–70%).

В стабильном режиме работы лавы (при большом отходе от разрезной печи и скорости подвигания примерно 30 м/мес.) на глубинах 700–900 м величина активной зоны смещений пород на контуре выработки составляет впереди очистного забоя не более 20 м, позади очистного забоя не более 60 м. Ухудшение устойчивости пластовых вентиляционных выработок связано прежде всего с тем, что последние восстанавливаются и поддерживаются в нарушенной толще. Характер уменьшения сечения выработки с удалением от очистного забоя на 50–6 м в сторону выработанного пространства имеет одинаковую качественную картину как при охране бутовыми полосами, так и традиционными способами, но отличается интенсивностью.

Использование полученных в натуральных условиях качественных зависимостей позволяет ставить вопрос о возможности разработки методики выбора площади сечений выработок с расчетом на осадку с тем, чтобы используя те или иные способы охраны пластовых выработок, обеспечить создание условий для их нормальной эксплуатации.

Условия поддержания штреков предлагается оценивать по величине смещения пород кровли на контуре выработки и изменению площади их сечения. Учитывая основные влияющие факторы, зависимость для прогнозирования величины сближения пород на контуре

участковой подготовительной выработки можно моделировать как

$$u = \frac{\gamma \cdot H \cdot m}{\beta \cdot \sigma_{сж}} + k \cdot \ell - e \frac{\ell}{\ell_i} \cdot \ell,$$

где γ - плотность пород (н/м^3); H - глубина разработки (м), m - мощность угольного пласта (м), $\sigma_{сж}$ - предел прочности пород кровли на сжатие (н/м^2); β - эмпирический коэффициент, зависящий от категории пород кровли по устойчивости, установлен в диссертации; ℓ - расстояние от очистного забоя до рассматриваемого сечения пластовой подготовительной выработки (м); ℓ_i - расстояние, на котором формируется зона установившегося горного давления при разных способах охраны (м); k - коэффициент, учитывающий степень смещения пород кровли по длине откаточного штрека.

При обработке экспериментальных данных установлено, что значения коэффициента k изменяются только при изменении расстояния до очистного забоя, т.е. при одинаковых расстояниях до лавы этот коэффициент можно считать условно постоянным для конкретных способов охраны штреков и для различной глубины разработки.

Для прогнозирования изменения площади поперечного сечения выработок с учетом предложенной зависимости разработана программа для ПЭВМ, исходными данными для которой являются горногеологические и горнотехнические характеристики, что отражено в алгоритме решения такой задачи. Исползование алгоритма позволяет осуществить предрасчет сечений участковых подготовительных выработок без проведения специальных исследований в шахтных условиях.

Применительно к типовым условиям Центрального района Донбасса по разработанной методике выполнен расчет ожидаемых потерь площади поперечного сечения штреков, если мощность пласта 1,0 м; угол падения 60° , вмещающие породы не ниже средней устойчивости ($\sigma_{сж} = 40 \dots 50 \text{ МПа}$), глубина разработки 850 м, способ охраны - бутовой полосой. Расчет показывает, что для исключения ремонтных работ в зоне влияния лавы, сечение откаточного штрека в проходке должно быть не менее 12,5 - 13,0 м². В настоящее время сечение откаточного штрека в проходке составляет 10,5 - 11,0 м².

Для использования бывшего откаточного штрека в качестве вентиляционного, необходимо при проведении и поддержании откаточного штрека использовать: под вентиляционным штреком целесообразно

Алгоритм решения задачи прогнозирования
изменения площади поперечного сечения
участковых подготовительных выработок

н а ч а л о

ввод исходных данных:

мощность пласта (м), угол падения (град.),
глубина горных работ (м), плотность пород (н/м^3),
предел прочности пород кровли на сжатие (н/м^2),
способ охраны пластового штрека

определение коэффициента степени смещения пород
кровли по длине откаточного штрека

вычисление смещений пород кровли по контуру
участковой подготовительной выработки

пересчет координат точек характеризующих
конфигурацию крепи

интерполяция кубическим сплайном

определение формы деформированной арочной крепи
с использованием полиномиального метода наимень-
ших квадратов

определение площади поперечного сечения выработки
после деформации крепи

к о н е ц

но возводить бутовую полосу или управлять кровлей в лаве полной закладкой выработанного пространства. При этом площадь поперечного сечения в проходке откаточного штрека следует принимать таким, чтобы компенсировать уменьшение площади сечения штрека за период его эксплуатации в качестве откаточного и вентиляционного.

На основе выполненных исследований разработаны новые способы повышения устойчивости участковых подготовительных выработок, базирующиеся на принципе создания локальных зон разгрузки и защиты иные 7 авторскими свидетельствами на изобретения. В частности, локальная разгрузка обеспечивается за счет применения бутовых полос для охраны штреков (или полной закладкой выработанного пространства при ведении очистных работ).

Промышленные испытания способа консервации откаточного штрека дробленой породой по длине и площади его поперечного сечения проведены в условиях пласта k_3' горизонта 860 м шахты "Красный Профинтерн" ПО "Орджоникидзеуголь". Механизация работ по забутовке штрека породой осуществлялась с помощью участкового дробильнозакладочного комплекса. В качестве закладочного материала использовалась порода от проведения и ремонта выработок. Коэффициент заполнения штрека породой составлял примерно 0,91.

На основе исследований и экспериментов установлена область рационального использования способа консервации откаточного штрека дробленой породой: глубина разработки до 1000 м; система разработки столбовая или комбинированная с отработкой на передние промежуточные квершлагги; крепость пород — не более 10; площадь поперечного сечения выработки в свету 12,5 — 14 м²; крепь — металлические трехзвенные арки из спецпрофиля (податливость не менее 300 мм).

Результаты промышленных испытаний по консервации откаточных штреков и охране их со стороны лавы бутовой полосой нашли отражение в нормативном документе Государственного комитета по угольной промышленности Украины (приказ №87 от 20.08.1992 г.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации дано новое решение актуальной научной задачи, заключающейся в раскрытии особенностей механизма взаимодействия оседающих пород кровли с закладочным массивом, установлении эмпи-

рической зависимости сближения пород контура и разработке математической модели прогнозирования изменения площади поперечного сечения штреков для повышения их устойчивости при отработке крутых пластов на глубоких горизонтах.

Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем:

1. Механизм взаимодействия закладочного массива с оседающими породами кровли заключается в закрытии над закладочным массивом трещин разлома пород кровли и повышении сплошности подработанной толщи. При таком взаимодействии закладочного массива с оседающими породами кровли уменьшается концентрация напряжений в породах кровли призабойного пространства и длина зоны проявлений опорного давления.

2. При применении закладки выработанного пространства оседающие породы непосредственной и основной кровли образуют над и вблизи призабойного пространства лавы устойчивый свод. При этом в плоскости напластования наблюдается увеличение сжимающих напряжений способствующих сохранению сплошности оседающих пород кровли. Установлены поправочные коэффициенты, позволяющие при отношении высоты балки к ее длине менее 1:6 применять теории балок вместо теории балок-стенок для расчета напряжений в породах кровли пласта.

3. Установлена эмпирическая зависимость для определения сближения пород контура по длине откаточного штрека, учитывающая способ охраны выработки со стороны лавы, мощность отрабатываемого пласта, глубину разработки и предел прочности пород кровли на одноосное сжатие.

4. Разработана математическая модель позволяющая производить расчеты потерь площади поперечного сечения участков подготавливаемых выработок учитывающая способ охраны откаточного штрека со стороны лавы и степень смещений пород кровли по длине выработки.

5. Теоретически и экспериментально обоснована эффективность охраны вентиляционного штрека двухсторонними бутовыми полосами, обеспечивающими локальную разгрузку пород в окрестности выработки и повышающими их устойчивость при отработке пластов крутого падения на больших глубинах.

6. Разработаны способы повышения устойчивости участков штреков, базирующиеся на принципе локальной разгрузки за счет возведения у выработок породных бутовых полос или применения

полной закладки выработанного пространства лавы. Новизна способов защищена 7 авторскими свидетельствами на изобретения.

7. Осуществлены промышленные испытания способа консервации откаточных штреков с закладкой их породой от проведения выработок и возведения над штреком породной бутовой полосы. Результаты промышленных испытаний вошли составной частью в нормативный документ Госуглепрома Украины, предусматривающий широкое применение данного способа обеспечения устойчивости штреков на шахтах Центрального района Д.басса.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах автора:

1. Подкопаев С.В. Определение зоны ремонта пластовых штреков. В кн.: Технология добычи угля подземным способом из тонких пластов на шахтах Украинской ССР. Донецк, ДонУТИ, 1989. — с.173-179.

2. Зборщик М.П., Подкопаев С.В. Влияние параметров бутовых полос на распределение напряжений в окрестности штреков крутых пластов. В кн.: Совершенствование разработки тонких крутых пластов Донбасса. Донецк, ДонУТИ, 1990. — с.255-260.

3. Зборщик М.П., Подкопаев С.В. механизм повышения устойчивости кровли в лавах при применении закладки выработанного пространства //Уголь Украины, №5, 1992. — с.20-23.

4. Способ отработки крутопадающих пластов /М.П.Зборщик, С.В.Подкопаев. — Положительное решение по заявке №4794080 от 26.03.91 г.

5. Способ отработки крутопадающих пластов /М.П.Зборщик, С.В.Подкопаев. — Положительное решение по заявке №4919602 от 05.03.92 г.

6. А.с. №1726746. Способ отработки крутопадающих пластов /М.П.Зборщик, С.В.Подкопаев. Бюл.№14, 1992 г.

7. А.с. №1745935. Способ отработки крутопадающих пластов /М.П.Зборщик, С.В.Подкопаев. Бюл.№25, 1992 г.

8. Способ отработки крутопадающих пластов /М.П.Зборщик, Г.М.Тимошенко, П.Ф.Зима, В.Г.Тимошенко, В.С.Коломиец, С.В.Подкопаев, В.С.Иващенко. — Положительное решение по заявке №4934722 от 31.01.92 г.

9. Способ повышения устойчивости подготовительной выработки /М.П.Зборщик, С.В.Подкопаев, А.Г.Авербух. — Положительное решение по заявке №4877633 от 27.02.92 г.

10. Способ обработки крутопадающих пластов /М.П.Зборщик,
Г.М.Тимошенко, В.С.Коломиец, С.В.Подкопаев, В.С.Иващенко. -
Положительное решение по заявке №4883922 от 25.02.92 г.

Подп. в печать 26.04.93. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага *отбор от газ.* Офсетная печать.
Усл. печ. л. 0,93 . Усл. кр.-отт. 1,16 . Уч.-изд. л. 1,0 , Тираж 130 экз.
Заказ № 4-91.

Донецкий политехнический институт, 340000, Донецк, ул. Артёма, 58.

ДМПП, 340050, Донецк, ул. Артёма, 96

465280

AB 27.239

AB 27.239