

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
И АРХИТЕКТУРЫ

На правах рукописи

ВОСТРЕЦОВ Николай Александрович

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
И СПОСОБОВ ПЕРЕКРЕПЛЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Специальность 05. 23. 18 — „Подземное строительство“⁶⁸

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МАКЕЕВКА—1995 год



AB 31.982

Работа выполнена в Донбасской государственной академии строительства и архитектуры.

Научные руководители; Заслуженный деятель науки и техники Украины, доктор технических наук, профессор Ю. З. ЗАСЛАВСКИЙ, кандидат технических наук, старший научный сотрудник В. В. КОВШОВ.

Официальные оппоненты: Доктор технических наук, профессор К. В. КОШЕЛЕВ, кандидат технических наук В. И. СОЛДАТОВ.

Ведущая организация: трест „Макеевшахтострой“.

Защита состоится 24 марта 1995 г. в 13 час 00 мин. на заседании специализированного совета К 27. 01. 02 в Донбасской государственной академии строительства и архитектуры.

Адрес: 339023, Макеевка, ул. Державина, 2

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ДГАСА

Автореферат разослан 21 февраля 1995 г.

Ученый секретарь
Специализированного совета,
кандидат технических наук

С. Н. Шаповалов

Актуальность работы. Необходимость воспроизводства шахтного фонда за счет реконструкции действующих горных предприятий и строительства новых горизонтов требует выполнения большого объема работ по расширению и перекреплению горных выработок, на эксплуатирующихся, и на вновь строящихся шахтах весьма велик объем выработок, находящихся в неудовлетворительном состоянии и требующих ремонта. Во многих случаях перекрепление горной выработки не обеспечивает ее эксплуатационного состояния и в результате продолжающегося деформирования массива пород выработку приходится перекреплять повторно. С увеличением глубины разработки и ухудшением горно-геологических условий такие случаи встречаются все чаще и поэтому возникает необходимость в прогнозировании поведения породного массива после перекрепления выработок и разработке таких способов их ремонта, которые обеспечили бы устойчивый породный контур как при ведении ремонтно-восстановительных работ, так и при последующей эксплуатации выработки.

Определение рациональных геомеханических и технологических параметров перекрепления горных выработок, обеспечивающих выбор наиболее оптимальной технологической схемы выполнения ремонтных работ и рациональных параметров крепи, устанавливаемой в перекрепляемой выработке, является актуальной научной и практической задачей для угольной и горнорудной промышленности.

Цель работы состоит в установлении закономерностей деформирования пород в процессе и после перекрепления горных выработок и разработке на их основе инженерного метода расчета параметров вновь устанавливаемой крепи, обеспечивающей их последующую устойчивость, а также способов безопасного ведения

ремонтно-восстановительных работ в породах, склонных к вывалообразованию.

Идея работы заключается в активном управлении состоянием системы "крепь-массив" до и после перекрепления выработки.

Научные положения, выносимые на защиту, и их новизна:

- установлены закономерности деформирования породного массива, вмещающего горную выработку, до и после ее перекрепления, новизна которых заключается в учете влияния деформаций пород, реализовавшихся к моменту перекрепления, на конечные смещения контура выработки;

- обоснована и экспериментально доказана возможность использования оболочки упрочненных пород в качестве защитной конструкции, предотвращающей вывалообразование при извлечении крепи и породы в пределах проектного контура и обеспечивающее общее повышение устойчивости вмещающего выработку массива;

- установлены геомеханические параметры крепи, возводимой в выработке после перекрепления.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

- анализом представительного объема шахтных инструментальных наблюдений за смещениями пород до и после перекрепления горных выработок;

-удовлетворительной сходимостью результатов аналитико-экспериментальных исследований с данными природных наблюдений;

-положительными результатами внедрения методики расчета параметров перекрепления и практических рекомендаций по выбору способов ремонта выработок и крепи, устанавливаемой после перекрепления.

Научное значение работы заключается в установлении новых закономерностей процесса деформирования породного массива при

перекреплении горной выработки, учитывающих влияние реализовавшихся до перекрепления деформаций на смещения пород после перекрепления и изменение характера смещения пород по периметру выработки после выполнения ремонтно-восстановительных работ.

Практическое значение работы состоит:

- в разработке принципиально новых способов ведения работ по перекреплению, позволяющих повысить их безопасность в породах, склонных к вывалообразованию, и обеспечить устойчивость выработки при последующей эксплуатации;

- в разработке методики расчета параметров перекрепления горных выработок и выбора способов ведения ремонтно-восстановительных работ.

Реализация работы. Результаты исследований отражены в "Руководстве по применению крепей и способов обеспечения устойчивости выработок, основанных на инъекционном упрочнении пород" (Макеевка, 1990 г.) и "Руководстве по выбору способов и технологии перекрепления выработок, обеспечивающих их устойчивость в условиях шахт ПО "Донецкуголь" (Донецк, 1993). Рекомендации автора использованы при строительстве шахт "Красноармейская-Западная м1", им. А. Г. Стаханова производственного объединения "Красноармейскуголь", при реконструкции шахты им. Е. Т. Абакумова производственного объединения "Донецкуголь".

Апробация работы. Основные положения работы докладывались на республиканской школе "Опыт проведения и поддержания выработок в сложных горно-геологических условиях шахты-новостройки "Красноармейская-Западная м1" (Красноармейск, 1988 г.), на заседаниях научно-технических советов производственного объединения "Красноармейскуголь" (Димитрово, 1990-1993 г.г.),

шахты им. Абакумова производственного объединения "Донецкуголь", научно-технических конференциях профессорского и преподавательского состава Донбасской государственной академии строительства и архитектуры (1991, 1993 г.г.), на расширенном заседании кафедры "Основания, фундаменты и подземные сооружения ДГАСА (Макеевка, 1994 г.).

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 8 работ, в том числе 5 статей и 3 авторских свидетельства на изобретения.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, изложена на 134 страницах машинописного текста, содержит 29 рисунков, 16 таблиц, список литературы из 116 наименований и 3 приложения.

Анализ опыта ремонта горных выработок угольных шахт показал, что их перекрепление, как способ поддержания, в ближайшие годы останется одним из основных участков производственной деятельности на строящихся и эксплуатирующихся шахтах. Существующие способы ремонта и перекрепления весьма трудоемки, не технологичны и не отвечают требованиям обеспечения безопасности ведения работ.

Перспективным направлением в решении проблемы обеспечения устойчивости породного массива в процессе перекрепления и при последующей эксплуатации выработок является использование инъекционного упрочнения разрушенных пород. Однако использование традиционной технологии тампонажа и упрочнения пород в перекрепляемых выработках приводит к значительному увеличению трудовых и материальных затрат. Известные решения, позволяющие отказаться от наиболее трудоемких работ, входящих в технологический процесс инъектирования, практического применения не имеют, но могут быть использованы в качестве основы для создания способов перекрепления выработок на базе инъекционного упрочнения.

Проблемам поддержания горных выработок и повышения их устойчивости упрочнением вмещающих пород посвящено большое количество теоретических и экспериментальных исследований. Большой вклад в изучение этих вопросов был сделан такими учеными стран СНГ, как К. А. Ардашев, А. А. Барях, И. В. Баклашов, Н. С. Булычев, Ю. И. Бурчаков, В. В. Бурков, В. В. Виноградов, В. Т. Глушко, Е. Б. Дружко, Е. Г. Дуда, В. В. Евтушенко, Ю. Э. Заславский, М. П. Зборицк, А. А. Зорин, В. Г. Ильищенко, Б. А. Картозия, И. В. Качая, В. В. Ковалов, И. Т. Косков,

К. В. Кошелев, Г. И. Кравченко, Г. Г. Литвинский, А. П. Максимов, А. О. Новиков, П. П. Пак, Е. Л. Переяславцев, Г. С. Пиньковский, А. И. Роевко, Н. Н. Фотиева, В. А. Хмяляйнен, И. Л. Черняк, А. П. Штепа и другие.

В большинстве работ, посвященных проблеме перекрепления выработок, рассматриваются, как правило, отдельные ее аспекты. Вопросам геомеханического описания влияния перекрепления на поведение породного массива при последующей эксплуатации выработки в рассмотренных работах внимание не уделено. Обзор и анализ работ по упрочнению породного массива инъецированием склепляющих растворов показал, что применительно к процессам перекрепления выработок целенаправленных исследований этого способа не проводилось.

Таким образом, выявлена необходимость проведения дополнительных теоретических и экспериментальных исследований с целью установления закономерностей деформирования пород в процессе и после перекрепления выработок и разработки на их основе инженерного метода расчета параметров ремонта, обеспечивающих безопасность ведения работ и последующее эксплуатационное состояние выработки.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решались следующие задачи:

1. Обобщался опыт поддержания выработок в сложных горно-геологических условиях.
2. Теоретически и экспериментально исследовался процесс деформирования пород в окрестности выработок при их перекреплении.
3. С использованием аналитического решения, скорректированного по данным шахтных инструментальных наблюдений, разрабатывалась методика расчета параметров перекрепления горных

выработок.

4. Разрабатывались способы ведения ремонтно-восстановительных работ с использованием предварительного и последующего упрочнения и тампонажа закрепного пространства.

5. Проводилась опытно-промышленная проверка результатов исследования при строительстве и реконструкции шахт.

Для решения поставленных задач привлекалась комплексная аналитико-экспериментальная методика, включающая в себя обобщение и анализ известных работ, аналитические исследования, шахтные инструментальные наблюдения и эксперименты.

Перекрепление горной выработки вызывает изменение напряженно-деформированного состояния породного массива, что приводит к интенсификации смещений как в месте перекрепления, так и на примыкающих к перекрепляемому участках. Характер и интенсивность протекания этих процессов во многом определяются глубиной заложения, исходным и остаточным сечением выработки, типом вмещающих пород, их физико-механическими свойствами, нарушенностью массива, величиной извлекаемого слоя пород, способом ведения ремонтно-восстановительных работ и параметрами вновь устанавливаемой крепи. Очевидно, что при выборе способа перекрепления и определении параметров вновь устанавливаемой крепи необходимо учитывать отличия, присущие перекрепляемым выработкам. Во-первых, до выполнения ремонтных работ можно детально изучить вмещающий выработку массив различными методами с целью определения его свойств и оценки геомеханической ситуации. Во-вторых, выполнить те или иные мероприятия, позволяющие повысить общую устойчивость массива.

Мероприятия по повышению общей устойчивости массива при перекреплении обуславливают технологический процесс ремонта горной выработки и предопределяют выбор способа перекрепления.

При этом необходимость выполнения этих мероприятий определяется соотношением размеров характерных зон деформирования массива, формирующихся вокруг перекрепляемой выработки, и извлекаемого слоя породы, а также степени нарушенности пород в каждой из зон.

При наличии в окрестности выработки трех зон - зоны разрушенных пород, зоны затухающей трещиноватости и зоны ненарушенного массива - поведение пород в первой из них предопределяет общую устойчивость массива при перекреплении и возможность вывалообразования.

При этом следует учитывать, что в тех случаях, когда ремонт выработок проводится традиционными методами, вновь устанавливаемая крепь воспринимает всю нагрузку от сдвигающихся после перекрепления пород. При выполнении мероприятий по повышению устойчивости пород, крепь работает совместно с упрочняющими массив элементами и, следовательно, находится в лучших, по сравнению с первой, условиях.

Таким образом, практика выполнения работ по перекреплению формирует две геомеханические ситуации, в которых работает новая крепь. Для рассмотрения этих ситуаций и установления влияния перекрепления выработки на геомеханические процессы в ее окрестности сравнивалось напряженно-деформированное состояние массива для трех случаев: эксплуатация выработки без перекрепления, с перекреплением по традиционной технологии и перекреплением с упрочнением породного массива.

Рассматривалась плоская осесимметричная задача с условием прочности, позволяющем учесть запредельное деформирование пород и образование приконтурной зоны разрушения.

В результате решения задачи для случая эксплуатации выработки без перекрепления были получены зависимости, позволяющие прогнозировать изменение напряженно-деформированного

ремонтно-восстановительных работ. Используя их можно определить: напряжения в области неупругих деформаций, размер зоны разрушенных пород, деформации на внешнем контуре зоны разрушенных пород, деформации внутри этой зоны и на контуре выработки

$$\epsilon_{\theta_1} = \frac{1+\mu}{E} K_2 \frac{\lambda H + K_0 R}{\lambda + 2} \left[1 + \frac{2}{\beta + 1} \left(n_2^{\beta+1} - 1 \right) + n_2^{\beta+1} \left(K_3 \frac{r_1^2}{r^2} - 1 \right) \right] \quad (1)$$

где μ - коэффициент Пуассона, E - модуль деформации пород при стандартных испытаниях породных образцов, МПа; K_2 - коэффициент, учитывающий различие модуля деформации пород в образце и в массиве; $\lambda = \sin^2 \rho / (1 - \sin^2 \rho)$; ρ - угол внутреннего трения пород, град; γ - удельный вес пород; H - глубина заложения выработки, м; K - предел прочности пород в образце, МПа, K_0 - коэффициент структурного ослабления массива, учитывающий его разнородность, слоистость и естественную трещиноватость; β - коэффициент поперечных деформаций в запредельной области; n_2 - относительный размер зоны затухающей трещиноватости, K_3 - коэффициент, учитывающий раскрытие трещин в зоне разрушения; r_1 - радиус зоны разрушенных пород; r - текущий радиус.

Для случая с перекреплением учитывалось, что после установления равновесного состояния массива часть зоны разрушенных пород извлекается и устанавливается новая крепь с отпором q . При этом использовано положение о том, что перекрепление выработки равносильно увеличению ее исходного радиуса до величины $r_{он}$, * определяемой из уравнения (1), представленного в виде:

$$\frac{r_{ан} - r_{ис}}{r_{он}} = \frac{1+\mu}{E} K_2 \frac{\lambda H + K_0 R}{\lambda + 2} \left[1 + \frac{2}{\beta + 1} \left(n_2^{\beta+1} - 1 \right) + n_2^{\beta+1} \left(K_3 \frac{r_{ан}^2}{r_{он}^2} - 1 \right) \right] \quad (2)$$

где $r_{он}$ - проектный радиус перекрепляемой выработки, приведенный к ее исходному радиусу в проходке; $r_{ан}$ - проектный радиус

выработки после перекрепления; r_{1n} - радиус зоны разрушенных пород, образовавшейся к моменту перекрепления выработки.

Решив это уравнение относительно r_{0n} , можно определить смещения пород U_k выработки радиусом r_{0n} по контуру которой приложен отпор вновь установленной крепи q .

Прогнозируемые смещения контура выработки после перекрепления и, следовательно, необходимая податливость вновь устанавливаемой крепи $U_{кр}$ определяются разность полных смещений контура выработки радиусом r_{0n} , равных U_k , и смещений пород на границе $r = r_{0n}$, реализовавшихся до перекрепления и определяемых как разность r_{0n} и r_{np} , то есть:

$$U_{кр} = U_k - (r_{0n} - r_{np}) \quad (3)$$

Для сохранения равновесия системы "крепь-массив" и предотвращения деформаций пород после перекрепления предложено использовать принцип "эквивалентного подпора", то есть чтобы радиальные напряжения на внешней границе зоны разрушенных пород радиусом r_{1n} , образовавшейся к моменту перекрепления, оставались без изменения. Выполнение этого условия возможно двумя способами в зависимости от конкретной ситуации:

- когда выработка перекрепляется традиционным способом установкой крепи с отпором, эквивалентным отпору деформированной крепи и извлекаемого слоя пород. Это условие может быть обеспечено за счет выполнения тампонажа пустот закрепного пространства, осуществляемого после выполнения работ по перекреплению выработок. Для этого случая получено выражение для определения требуемой несущей способности тампонажной оболочки в зависимости от напряженного состояния пород, сложившегося к моменту перекрепления, а также зависимость для нахождения прочности тампонажного камня с использованием которой подбирается раствор для последующего тампонажа;

- когда при перекреплении существует опасность вывалообразования, необходимо предварительное создание за проектным контуром перекрепляемой выработки оболочки из упрочненных пород с отпором, величина которого должна быть не меньше радиальных напряжений, действующих на ее внешнем контуре. Для этого случая получено выражение для определения требуемой прочности нагнетаемого инъекционного раствора.

Таким образом, в результате решения задачи о равновесии системы "крепь - массив" для случаев с перекреплением и без перекрепления горной выработки получены основные уравнения, позволяющие оценить влияние перекрепления, выполняемого как с усилением массива пород инъекционным упрочнением, так и без него, на геомеханические процессы протекавшие вокруг горной выработки.

Эти зависимости получены из идеализированной расчетной схемы, отражающей механизм процесса, и содержат ряд корректирующих коэффициентов. Эти коэффициенты определялись по данным шахтных инструментальных наблюдений на глубинных и контурных реперных станциях.

Из всех характеристик массива, необходимых для расчетов по полученным формулам, известна, как правило, одна - прочность пород на одноосное сжатие. Поэтому для подготовки полученных формул к практическому применению в них использовались среднестатистические значения всех прочих необходимых характеристик пород. Для выяснения корректности такого подхода была проведена оценка степени влияния осреднения характеристик пород на основную расчетную зависимость (1). Выполненный анализ показал, что степень этого влияния не превышал 10-21%, что не выходит за пределы точности инженерных расчетов.

Шахтные инструментальные наблюдения проводились на 10 контурных и глубинных реперных станциях, установленных во время

проходимых и перекрепляемых выработках. С целью повышения достоверности исследований в работе были также использованы данные инструментальных наблюдений на замерных станциях, проведенных другими организациями.

Анализ данных наблюдений показал, что при перекреплении выработки наблюдается качественное изменение характера деформирования породного массива. Если во вновь проходимых выработках в деформациях породного контура преобладают смещения кровли, то после перекрепления смещения пород по контуру выравниваются, а в определенных ситуациях смещения боков значительно превышают деформации со стороны кровли. Так смещения боков во вновь проводимых выработках составляют, в зависимости от расположения относительно напластования, 28-55% от смещений кровли. В перекрепляемых выработках отношение смещений боков и кровли после выполнения ремонтных работ составило 74-120%. При наличии неконтролируемого выпуска пород в процессе перекрепления наблюдаются интенсивные смещения пород в боках выработки и, как следствие, пучение пород почвы.

В перекрепленных выработках деформации протекают менее интенсивно, чем после новой проходки, и растянуты во времени. В течение первого месяца после перекрепления реализуется порядка 15-30% от конечных смещений в боках и 25-40% в кровле. Во вновь проходимых выработках смещения в боках затухают раньше, чем в кровле, а в перекрепляемых — наоборот. При этом стабилизация смещений, наблюдаемых в выработке после ее перекрепления, в кровле происходит через 2-6 месяцев, а в боках — через 12-15 месяцев.

Выполнение мероприятий по предотвращению вывалособразования с использованием нагнетания скрепляющих растворов в приконтурную зону разрушенных пород и послеремонтный тампонаж закрепного

пространства позволяют добиться стабилизации смещений породного контура в течение 1-5 месяцев и предотвратить деформации вновь установленной крепи в процессе ее дальнейшей эксплуатации.

На основании анализа шахтных инструментальных был сделан ряд практических выводов:

- существующие конструкции арокчатых податливых крепей, широко применяемые для крепления выработок шахт, рассчитаны на то, что преобладающими являются смещения пород со стороны кровли выработки. Изменение характера смещений породного контура после перекрепления, когда наблюдается выравнивание смещений по периметру или их преобладание со стороны боков приводит к выдавливанию ножек крепи в выработку. В связи с этим для обеспечения эксплуатационного состояния выработок после перекрепления необходима разработка конструкций крепи, приспособленных к работе в условиях более интенсивных боковых смещений;

- в качестве мер по уменьшению смещений породного контура после перекрепления может быть использовано упрочнение породного массива скрепляющими растворами, выполняемое как до, так и после перекрепления. Использование упрочнения до перекрепления в породах, склонных к вывалообразованию, позволяет кроме того добиться повышения устойчивости массива в процессе перекрепления и повысить безопасность ремонтно-восстановительных работ;

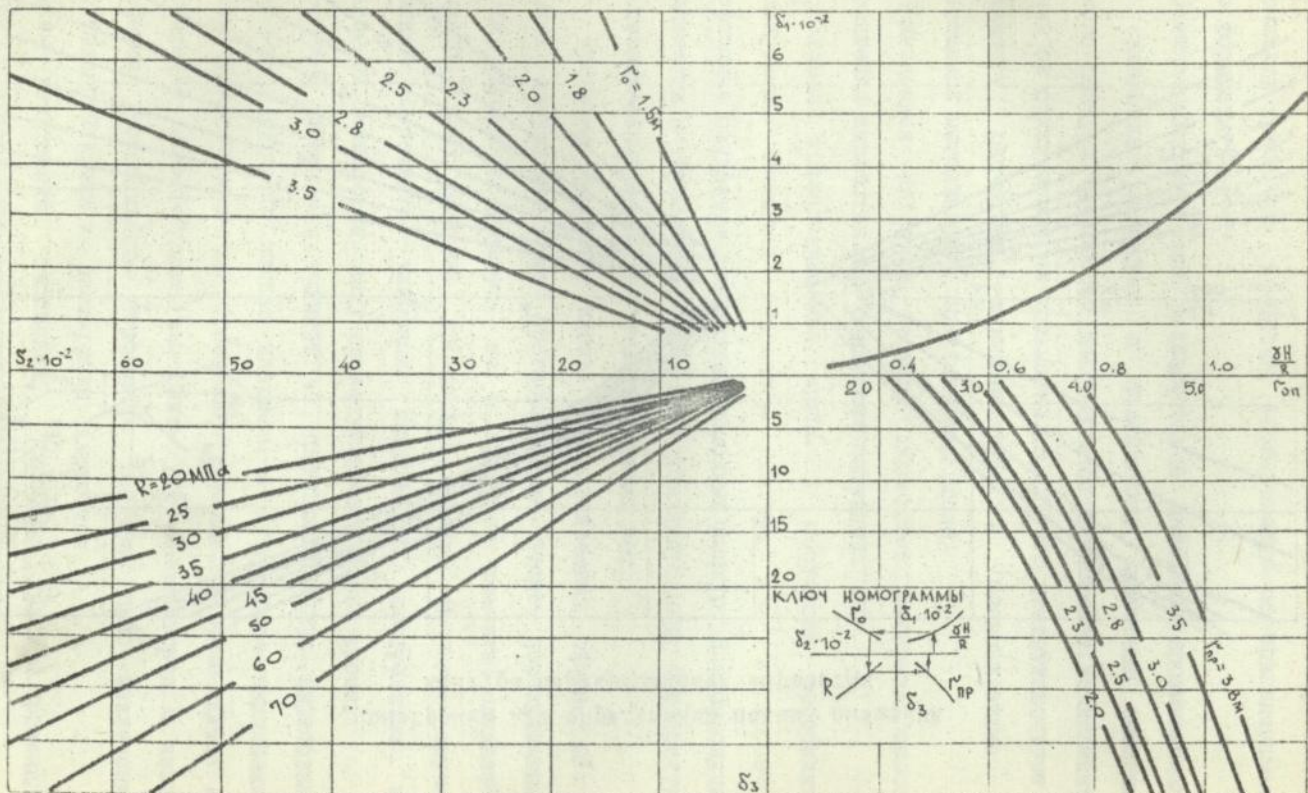
- вывалообразование в процессе ведения ремонтно-восстановительных работ приводит к более интенсивным смещениям боков выработки и пучению почвы. Последующая подрывка почвы, практически не оказываясь на смещениях кровли, интенсифицирует сближение боков, что вновь приводит к пучению почвы. Поэтому предотвращение вывалообразования - необходимая мера по повышению общей устойчивости выработки.

Таким образом, проведенные шахтные инструментальные наблюдения позволили получить количественные значения параметров деформирования массива до и после его перекрепления, установить особенности деформирования пород, связанные с перекреплением и наметить пути повышения устойчивости системы "крепь-массив" после перекрепления.

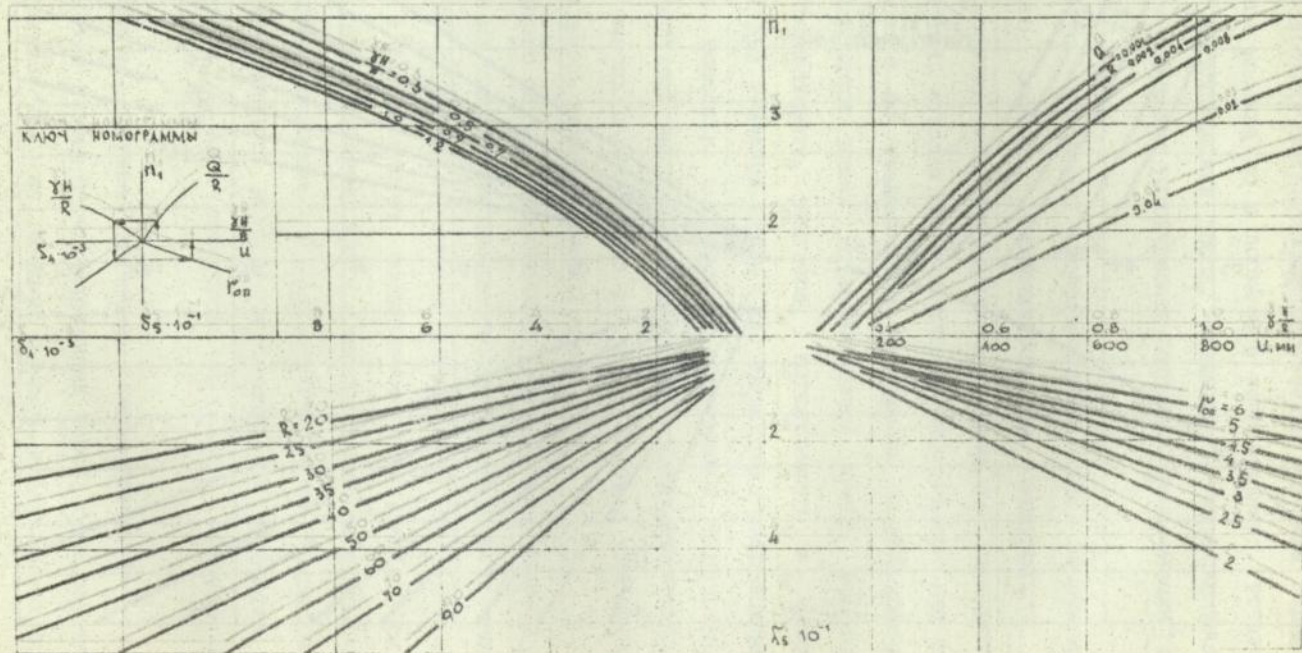
Результаты наблюдений использовались для корректировки аналитического решения. Скорректированные зависимости были положены в основу методики расчета параметров перекрепления горных выработок, которая предусматривает определение: для случая выполнения работ по традиционной технологии - податливости и несущей способности вновь устанавливаемой крепи, необходимой прочности скрепляющего раствора, нагнетаемого в закрепное пространство при усилении крепи; для выработок, расположенных в неустойчивых породах, - толщины создаваемой породобетонной оболочки, требуемой прочности тампонажного камня нагнетаемого в разрушенный массив скрепляющего раствора, несущей способности и податливости вновь устанавливаемой крепи.

Для первого случая податливость вновь устанавливаемой крепи определялась из условия восприятия ею смещений породного контура, реализовавшихся после перекрепления выработки и определяемых по формуле (3) с учетом отпора, создаваемого этой крепью. При этом отпор вновь устанавливаемой крепи и ее податливость находятся как взаимозависимые величины. С целью облегчения расчетов при нахождении приведенного радиуса перекрепляемой выработки r_{0a} и полных смещений u_k были построены номограммы, приведенные на рис. 1 и рис. 2.

Во втором случае толщина породобетонной оболочки определяется как размер зоны разрушенных пород, образовавшейся к моменту перекрепления, за вычетом размера извлекаемого при



Нограмма для определения полных смещений
контра перекрещиваемой выработки



перекреплении породного слоя, а инъекционный раствор должен обеспечивать требуемую прочность, определяемую по приведенным в работе формулам.

Оценка достоверности разработанной методики производилась путем сравнения расчетных и фактических значений смещений породного контура выработок. Максимальное отклонение вычисленных значений от фактических не превысило 18,2%, что свидетельствует о приемлемости расчетных зависимостей, а следовательно и разработанной методики, для практических целей.

Приведенная методика расчета позволяет выбирать способ перекрепления выработки для следующих ситуаций:

- вновь устанавливаемая крепь в состоянии воспринять прогнозируемые смещения породного контура и в процессе перекрепления ожидается устойчивый породный контур. В этом случае необходимости в проведении каких-либо дополнительных мероприятий в подготовительный и заключительный периоды нет;

- согласно расчету вновь устанавливаемая крепь не в состоянии воспринять все прогнозируемые после перекрепления смещения породного контура, но в процессе ремонта ожидается устойчивый (без вывалов) проектный контур. В этом случае необходимо выполнить тампонаж закрепного пространства по традиционной технологии сразу после установки новой крепи;

- зона разрушения выходит за проектный контур выработки, породы в ее пределах сильно нарушены и в процессе выполнения ремонтных работ ожидается образование вывалов. В этом случае до перекрепления целесообразно выполнить упрочнение пород с целью обеспечения устойчивого породного контура при извлечении деформированной крепи и расширении выработки.

Для реализации последней, наиболее распространенной ситуации, в работе разработаны ресурсосберегающие способы ремонта

и восстановления горных выработок, суть которых заключается в следующем. До проведения ремонтно-восстановительных работ вокруг выработки за ее проектным контуром создается породобетонная оболочка, под защитой которой производятся все работы, связанные с извлечением деформированной и установкой новой крепи. Отличительной особенностью этих способов является то, что породы в пределах проектного контура перекрепляемой выработки, предназначенные к выпуску, остаются неупрочненными (или лишь частично упрочненными). Предложены две принципиальные схемы выполнения работ по упрочнению и перекреплению, применение которых определяется степенью потери сечения выработки:

Проверка разработанных методики расчета и способов перекрепления осуществлялась в виде целенаправленного эксперимента по апробации в шахтных условиях расчетных параметров перекрепления в различных горно-геологических условиях.

Шахтные эксперименты проводились в выработках четырех шахт им. А. Г. Стаханова, "Красноармейская-Западная" № 1, "Шахтерская-Глубокая" и им. Е. Т. Абакумова. Параметр устойчивости $\frac{\gamma H}{R}$ изменялся от 0,32 до 0,74, то есть экспериментом были охвачены достаточно представительные условия заложения выработок.

Проведенные натурные исследования способов перекрепления горных выработок показали, что при соблюдении параметров, рассчитанных по разработанной методике, и при выполнении работ по предложенным технологическим схемам обеспечивается устойчивость перекрепляемой выработки как в процессе ведения ремонтных работ, так и при ее дальнейшей эксплуатации.

В процессе ведения экспериментальных работ и внедрения отдельных рекомендаций были разработаны растворы для герметизации поверхности крепи при использовании после ремонтного тампонажа высокопрочного бетона, средства механизации разгрузочных работ

при организации тампонажа и упрочнения, прибор для оценки
нарушенности породного массива, новизна которых закреплена
авторскими свидетельствами.

Результаты выполненных исследований использованы
двух ведомственных инструкциях.

Основные положения работы апробированы в процессе внедрения
на строящихся и реконструируемых шахтах Донбасса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе дано новое решение актуальной научной задачи по определению геомеханических и технологических параметров перекрепления горных выработок, обеспечивающих выбор наиболее оптимального способа выполнения ремонтно-восстановительных работ и конструкции крепи, устанавливаемой в выработке после перекрепления.

Основные выводы, научные и практические результаты работы заключаются в следующем:

1. Результаты обследования выработок в сложных горно-геологических условиях показали, что традиционные конструкции крепи и способы обеспечения устойчивости, имея высокие материалоемкость и стоимость, не обеспечивают их надежного поддержания. Отдельные выработки перекрепляются по 2-3 раза. Существующие способы ремонта и перекрепления горных выработок весьма трудоемки, не технологичны, не отвечают требованиям безопасности ведения работ и не всегда обеспечивают устойчивое состояние выработок. Тампонаж закрепного пространства и глубинная инъекция, являясь эффективным средством повышения устойчивости породного массива в процессе и после перекрепления, используется нерационально. При применении традиционных способов упрочнения пород в перекрепляемых выработках необходимо выполнять трудоемкие работы по извлечению деформированной крепи, омоноличенной с породой и отбойке упрочненных пород до проектного контура.

2. Проведенные исследования выявили закономерности деформирования породного массива, вмещающего выработку, после ее перекрепления. Заключаются они в том, что при перекреплении изменяется характер деформаций по периметру выработки. Выражается

это в том, что более активно начинают смещаться породы в боках выработки, что приводит к пучению пород почвы. Для предотвращения смещений породного контура после перекрепления предложено использовать принцип "эквивалентного подпора".

3. Обеспечение "эквивалентного подпора" может быть достигнуто: во-первых, путем предварительного упрочнения пород за проектным контуром перекрепляемой выработки скрепляющими растворами, прочность которых обеспечивала бы создание породобетонной оболочки с отпором, эквивалентным напряжениям, действующим на внешней границе упрочненной зоны на момент перекрепления. В этом случае в процессе перекрепления равновесное состояние нарушаться не будет; во-вторых, за счет тампонажа закрепного пространства, выполняемого после перекрепления. При этом отпор вновь устанавливаемой крепи с тампонажом должен быть не меньше напряжений, действовавших до перекрепления на уровне проектного контура выработки.

4. Предварительное упрочнение пород за проектным контуром перекрепляемой выработки позволяет предотвратить неконтролируемый выпуск пород из кровли и боков выработки в процессе перекрепления и поэтому его применение целесообразно в породах, склонных к вывалообразованию. Для реализации этой, наиболее представительной ситуации, разработаны способы перекрепления выработок, суть которых заключается в том, что до проведения ремонтных работ за проектным контуром выработки по безгерметизационной технологии создается задитная породобетонная оболочка, под прикрытием которой и производятся все работы по замене крепи. При этом породы в пределах проектного контура остаются неупрочненными. Этот подход реализован в двух технологических схемах выполнения работ.

5. На основе аналитико-экспериментальных зависимостей,

описывавших поведение породного массива после перекрепления, разработана методика расчета параметров перекрепления горных выработок и выбора способов ведения ремонтно-восстановительных работ. Опытно-промышленное внедрение результатов исследования подтвердило достоверность разработанной методики и доказало возможность обеспечения послеремонтной эксплуатации выработок при меньших затратах труда и материалов.

6. Результаты исследований использованы в "Руководстве по применению крепей и способов обеспечения устойчивости выработок, основанных на инъекционном упрочнении пород" (Махеевка, 1990 г.), "Руководстве по выбору способов и технологии перекрепления выработок, обеспечивавших их устойчивость в условиях шахт ПО "Донецкуголь" (Донецк, 1993 г.). С использованием предложенных параметров и способов перекрепления только на шахтах производственного объединения "Красноармейскуголь" более 2,5 километров горных выработок, расположенных в сложных горно-геологических условиях.

Основные положения диссертации изложены в статьях и защищены авторскими свидетельствами:

1. Н. А. Вострецов .

Опыт применения тампонажных растворов в тресте "Красноармейскшахтострой".

ЦБНТИ, МУП СССР, 1988 год.

2. Ю. З. Заславский, Е. Б. Дружко, Э. К. Фролов, В. В. Ковшов, И. Я. Чересло, Н. А. Вострецов и др.

Руководство по применению крепей и способов обеспечения устойчивости выработок, основанных на инъекционном упрочнении пород.

Махеевка, 1990 год.

3. А. Г. Шарабарин, Е. П. Пирогов, Н. А. Вострецов

Опыт проведения и крепления горных выработок в сложных горно-геологических условиях шахты "Красноармейская-Западная"

ЦБНТИ, МУП СССР, 1988 год.

4. Н. А. Вострецов

Опыт применения тампонажа закрепного пространства при проведении капитальных горных выработок на шахтах им. А. Г. Стаханова и "Красноармейская-Западная" № 1 ПО "Красноармейскуголь".

ЦБНТИ, МУП СССР, 1988 год.

5. Руководство по выбору способов и технологии перекрепления выработок, обеспечивающих их устойчивость в условиях шахт ПО "Донецкуголь" // Ю. З. Заславский, И. Ю. Заславский, А. Г. Файвишенко, В. В. Ковшов, Н. А. Вострецов и др. / НПП "Прогресс". - Донецк. - 1993. - 44 с.

6. А. с. 1685840 по заявке 4465220 от 22.06.91 года. Устройство для выгрузки сыпучих материалов из емкости с отверстием в торцевой стенке.

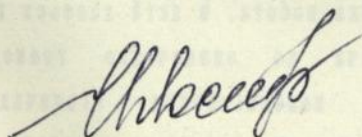
М. А. Шатохин, В. В. Ковшов, Н. А. Вострецов и др. (СССР)

7. А. с. 1687777 по заявке 4623748 от 01.07.91 года. Устройство для измерения параметров трещиноватости горных пород

Ю. З. Заславский, Е. П. Пирогов, Е. В. Дружко, Н. А. Вострецов и др. (СССР)

8. А. с. 1444319 по заявке 4176660 от 15.08.88 года. Торкрет-масса.

Ю. З. Заславский, М. А. Шатохин, Н. А. Вострецов и др. (СССР)



Вострецов Николай Александрович. Обоснование геомеханических параметров и способов перекрепления горных выработок.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.18 - "Подземное строительство". Донбасская государственная академия строительства и архитектуры. Макеевка, 1995.

Защищается диссертационная работа в которой дано новое решение актуальной научной задачи по определению геомеханических и технологических параметров перекрепления горных выработок, обеспечивающих выбор наиболее оптимального способа выполнения ремонтно-восстановительных работ и конструкции крепи, устанавливаемой в выработке после перекрепления.

Предложены способы перекрепления горных выработок в неустойчивых породах.

Ключевые слова: горная выработка, перекрепление, инъекционное упрочнение, тампонаж, геомеханические параметры, методика расчета, технология.

Вострецов Никола Александрович. Обґрунтування геомеханічних параметрів та способів перекріплення гірничих виробок.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.18. - "Підземне будівництво". Донбаська державна академія будівництва і архітектури. Макіївка, 1995р.

Захищається дисертаційна робота, в якій дається нове рішення актуальної наукової задачі по визначенню геомеханічних і технологічних параметрів перекріплення гірничих виробок, забезпечувачих вибір найбільш оптимального способу визначення

ремонтно-візбутовчих добіт і конструкції кріплення. Розміщено
виробчі дієля перекріплення.

Запропоновані способи перекріплення гірничих виробок в
нестійких породах.

Ключові слова: гірнича виробка, перекріплення, ін'єкційне
зміцнення, тампонаж, геомеханічні параметри, методика розрахунку,
технологія.

Feasibility study of the geomechanical parameters and mine
headings (workings) re-supporting methods.

Thesis for academic degree of candidate of science
(technical) in speciality 05.23.18. - "Underground construction".
The Donbas State Academy of Construction and Architecture.
Makayevka, 1995.

The dissertation presents a new solution of the urgent
scientific problem of determination of geomechanical and
technological re-supporting mine workings (headings) parameters,
ensuring the choice of the most optimum method of carrying-out
reconditioning repair and support construction mounted in
headings after re-supporting.

New methods of re-supporting mine headings (workings) in
unstable rocks are also suggested.

456 558

AB 31.982