

Министерство образования Украины
Государственная горная Академия Украины

На правах рукописи

Левит Виктор Владимирович

УДК 672.674.4.

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЙ И ПАРАМЕТРОВ
АРМИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ
СТВОЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ
РАССТРЕЛОВ НА АНКЕРАХ**

Специальность 05.13.04 "Шахтное строительство"

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Днепропетровск 1993

115 20. 000
Работа выполнена в кресте "Донецкшахтопроходка"
Комбината "Донецкшахтострой" Госуглепрома Украины

Научный руководитель - доктор технических наук
Ягодкин Ф.И.

Официальные оппоненты: член-корреспондент академии
горных наук Украины,
доктор технических наук,
профессор Туркян Р.А.,

кандидат технических наук
Росенко А.Г.

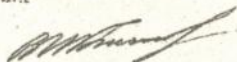
Ведущее предприятие - институт "Донгипрошахт"

Защита диссертации состоится 14 октября 1993 г.
в 14-00 час. на заседании специализированного Совета
Д068.08.03 при Государственной горной Академии Украины
по адресу: 320014, г. Днепропетровск-14; проспект
К.Маркса 19.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
горной Академии.

Автореферат разослан 12 сентября 1993 г.

Ученый секретарь специализированного
Совета, доктор технических
наук, профессор



Е.И. Бондаренко



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Развитие промышленного комплекса Украины требует роста объемов добычи угля, что связано с увеличением производственных мощностей шахт. В связи с этим, концепцией развития угольной промышленности Украины на период до 2005 года намечается строительство 21 шахты и реконструкция 93 стволов.

Особое место в комплексе строительства шахт занимает армировка стволов, которая оказывает существенное влияние на определение их диаметров, стоимости (до 15%) и сроков строительства, а также на производительность, надежность и экономичность подъемных установок. Большинство стволов шахт Украины оборудованы жесткой армировкой с бетонированием расстрелов в лунках, характеризующейся высокой трудоемкостью расчистки лунок и монтажа расстрелов (37-64% общих затрат армирования).

Вместе с тем, при этой технологии, 30% дефектов армировки связаны с нарушениями крепления расстрелов, вызванными некачественной заделкой их концов. Нарушения усугубляются динамическими нагрузками, воспринимаемыми расстрелами от движения подъемных сосудов, коррозией металла и бетона, что снижает эксплуатационную надежность стволов.

Наряду с этим, данный способ крепления расстрелов, исключает возможность соблюдения расчетной длины их заделки по всей глубине ствола из-за радиальных отклонений крепи, превышающих допустимые, что приводит или к перерасходу металла, или к ослаблению конструкции. Большое количество лунок нарушает сплошность и прочность вертикальной крепи.

Нетрадиционный подход в совершенствовании армировки стволов связан с креплением расстрелов анкерами, обеспечивающим повышение производительности, экономию средств, высоконадежное соединение армировки с крепью ствола, соблюдение сплошности крепи, возможность регулирования зазоров при установке и эксплуатации армировки, замену расстрелов без остановки стволов.

Однако, наличие отклонений крепи ствола от проектных параметров снижает эффективность армирования на анкерах, технические условия требуют либо изготовления расстрелов индивидуальной длины, либо применения переходных конструкций, снижающих надежность армирования.

Использование таких способов одерживается также ольбой изученностью влияния различных нагрузок на анкерную армировку. Не определены зависимости параметров технологии от радиального отклонения крепи стволов. Методы расчета, технологии и монтажа анкеровых

конструкций требуют дальнейшего совершенствования.

Решению этих задач, особо актуальных в условиях необходимости интенсификации строительства шахт, посвящена настоящая работа. Комплекс теоретических и экспериментальных исследований подчинен созданию научно-методической базы расчета параметров элементов конструкции исследуемой армировки и обоснованию параметров технологических схем армирования стволов с анкерным креплением расстрелов.

Цель работы - создание средств и эффективной технологии армирования вертикальных стволов с анкерным креплением расстрелов и определение области ее рационального применения.

Идея работы - повышение эффективности армирования стволов достигается путем применения анкерной конструкции без промежуточных консольных элементов для крепления расстрелов, параметры которых, определяются исходя из радиальных отклонений крепи ствола.

Методы исследования. В работе использованы комплексный метод исследований, включающий: системный анализ и обобщение современного состояния армирования вертикальных стволов; методы статистического анализа; теоретические исследования напряженно-деформированного состояния и расчет параметров узлов крепления расстрелов; экспериментальные методы в лабораторных и производственных условиях.

Научные положения и их новизна:

- средние по периметру радиальные отклонения крепи стволов пропорциональны диаметру и нелинейно зависят от глубины с существенной нелинейностью связи при глубине более 600м и диаметре стволов более 5м.

Полученные аналитические зависимости позволили рассчитать максимальные значения радиальных отклонений крепи, определить область возможного соблюдения СНиП и показать, что для глубоких стволов (800-1200м) нормативные отклонения занижены в 1,5-2,0 раза по сравнению с фактическими;

- крепление расстрелов анкерами с использованием выдвинутых в ствол их концов на величину возможного отклонения крепи ствола, как консолей, образующих конструкцию равнопрочную расстрелу, не повышает величину прогиба расстрелов и уровень напряжений в узлах крепления, долговременная работа которых, обеспечивается требуемой величиной несущей способности анкеров, линейно зависящей от диаметра стержня анкера и отношения модулей упругости при сдвиге материалов стержня и связующего.

Построенная математическая модель оценки напряженно-деформированного состояния элементов узла крепления армировки положена в основу

инженерной методики расчета конструктивных элементов типового ряда сечения стволов;

- эффективность рекомендуемой технологии достигается совокупной реализацией решений по нормированию параметров анкерной конструкции креплений расстрелов с учетом вероятного отклонения крепи ствола, позволяющих снизить трудоемкость (до 25%) за счет унификации изготовления расстрелов, специальных шаблонов и механизации работ, повысить надежность и точность монтажа армировки (в горизонтальной плоскости регулирование в пределах 100-120мм), сохранить сплошность крепи, производить оперативную замену расстрелов в период эксплуатации ствола, обеспечить темпы армирования до 500м в месяц.

Эти результаты использованы для обоснования параметров конструкции соединения элементов армировки с крепью ствола и технологических схем армирования с анкерным креплением расстрелов.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается статистическим анализом данных по 47 стволам, обработанных на ЭМ с использованием апробированных программных средств, корректностью постановки задач, использованием конечно-элементного анализа и математического моделирования, обеспечивающих удовлетворительную сходимость результатов теоретических расчетов (погрешность не более 7-10%), с данными экспериментальных исследований и полученными при армировании 5 стволов рекомендуемой технологией.

Научное значение работы заключается в установлении закономерности изменения радиального отклонения крепи ствола в зависимости от его диаметра и глубины, в использовании ее при построении математической модели определения напряженно-деформированного состояния узла крепления расстрелов на анкерах, положенной в основу разработки методики оценки напряжений и расчета параметров данного узла крепления, а также в установлении деформационно-силовых характеристик работоспособности анкеров предложенной конструкции и технологии установки.

Практическое значение работы заключается в разработке специальных шаблонов для лаяруного монтажа ярусом армировки в стволе, разработке и внедрении технологии армирования вертикальных стволов жесткой анкерной армировкой, позволяющей: максимально механизировать работы и повысить производительность труда до 25%; сохранить сплошность крепи ствола; повысить точность монтажа и надежность крепления расстрелов; оперативную замену расстрелов в период эксплуатации стволов с минимальными затратами; в обосновании конструктивных параметров узлов крепления расстрелов для типовых схем армировки.

Реализация результатов исследований. Результаты работы реализованы при армировании вентствола 13 шахты "Комсомолец Дюнасса" ПО

"Шахтерскантрацит", воздухоподающего ствола "Миусинская" ПО "Дуганск-уголь", вентстволов М1 и М2, вспомогательного ствола шахты "Октябрь - ская-Южная" ПО "Ростовуголь". Рекомендации работы использованы в нормативном документе "Инструкция по проектированию и монтажу армировки вертикальных стволов шахт с креплением элементов армировки на анкерах" (НИИСМПС, 1991г.). Технические решения по исследуемой технологии приняты трестом "Донецкшахтопроходка" в качестве типовых и рекомендованы к широкому внедрению в отрасли.

Фактический годовой эффект от реализации результатов работы составил 260 тыс.руб. (в ценах 1984г.).

Апробация работы. Содержание и отдельные положения диссертации обсуждены и одобрены на научно-практическом семинаре "Оценка работоспособности армировки и выбор режимов эксплуатации шахтных стволов с использованием ЭВМ" (г.Кривой Рог, 1991г.), заседаниях технических советов треста "Донецкшахтопроходка" (1992-1993г.), комбината "Ростовшахтострой"; института "Ростовгипрошахт" (г.Ростов-на-Дону, 1992г.), института "Донгипрошахт" (г.Донецк, 1993г.) и научных семинарах кафедр строительства шахт и подземных сооружений Шахтинского филиала Новочеркасского политехнического института (г.Шахты, 1993г.) и Донецкого политехнического института (г.Донецк, 1992-1993г.), заседаниях секции шахтного строительства Союза горных специалистов Украины (г.Донецк, 1993г.), научном семинаре кафедры строительства шахт и подземных сооружений Государственной горной Академии Украины (г.Днепропетровск, 1993г.).

Публикации: по теме диссертации опубликовано 7 работ.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав и заключения, содержит 166 страниц машинописного текста, 41 рисунок, 17 таблиц, список использованной литературы из 64-х наименований, 16 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В введении приводится обоснование актуальности проблем, решаемых диссертационной работой, сформулированы ее цели, научная новизна и практическая значимость. Изложены положения выносимые на защиту, структура и объем диссертации.

Выполненный в первой главе обзор современных отечественных и зарубежных технологий армирования вертикальных стволов показал, что наиболее распространенное крепление расстрелов к крепи ствола бетонированием их концов в лунки характеризуется следующими недостатками: высокая трудоемкость, некачественная заделка лунок, сложность регулирования армировки, коррозия расстрелов в лунках, нарушение сплошности

крапи ствола. Трудоемкость отдельных видов работ при жесткой армировке составляет в процентах: разделка лунок - 20-40; монтаж и крепление расстрелов - 17-24; укладка бетона в лунки - 18-20; навеска проволочников - 17-20.

Таким образом, наиболее трудоемкими операциями являются разделка лунок и монтаж расстрелов, удельный вес которых в общем объеме работ составляет 37-64%. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что весьма перспективным является совершенствование технологии армирования стволов с креплением расстрелов на анкерах, обеспечивающих, в первую очередь, повышение механизации работ, экономию средств и эксплуатационную надежность армировки за счет высокопрочного соединения армировки с крепью ствола.

Значительный вклад в исследование процессов взаимодействия подземных сосудов с жесткой армировкой, расчет и проектирование ее конструкций, внесли ученые И.В.Баклашов, Я.Г.Гаркуша, И.Е.Дворников, О.А.Залесов, А.А. Храмов, создавшие научно-методические основы для разработки нормативной документации по сооружению и эксплуатации армировки.

Изучению технологии и надежности армирования вертикальных стволов посвящены работы И.Л.Артемова, Ю.П.Грабилина, Л.Г.Медведева, И.С.Стоева, Р.А.Тюркяна, Н.К.Шафранова, В.Ф.Филатова и др. ученых.

Однако, в указанных выше работах и нормативных материалах рассматривались преимущественно вопросы, связанные с креплением расстрелов бетонированием. Крепление расстрелов на анкерах практически не исследовалось.

Вопросам крепления расстрелов анкерами в различных стволах посвящены работы И.Е. Доржикевича, Ю.П.Ермакова, Е.М.Маргулиса, Е.Е.Петренко, Ю.Б.Пильча, А.Е.Самонина, Ф.И.Людкина обстоятельно рассмотрены методические аспекты расчета, вопросы проектирования и монтажа анкерной армировки с применением патронов с неорганическим вяжущим. Следует отметить вклад в рассматриваемую проблему специалистов НИИОМШСа.

Вместе с тем, не исследованы зависимости радиальных отклонений крепи стволов и их влияние на технологию анкерного крепления расстрелов, не оценена область эффективного применения этой технологии, в частности, по критерию напряженно-деформированного состояния анкерных конструкций для типовых схем армирования. Не разработаны специальные монтажные шаблоны для реализации этих схем.

В научном плане актуальной является разработка методики расчета и обоснования конструктивных параметров элементов узла крепления

армировки и выбора технологических схем анкерного крепления стволов.

В этой связи возникает необходимость в решении следующих задач:

1. Исследовать закономерности изменения радиальных отклонений крепи ствола и оценить их влияние на технологию крепления расстрелов на анкерах.

2. Разработать математическую модель оценки напряженно-деформированного состояния узла крепления расстрела на анкерах и обосновать область применения этого способа для типовых схем армировки стволов.

3. Разработать методику, провести стендовые испытания узла крепления расстрела на анкерах и опытное армирование ствола по предложенной технологии.

4. Разработать конструкцию соединения элемента армировки с крепью ствола, специальные монтажные шаблоны и обосновать технологические схемы армирования стволов с анкерным креплением расстрелов.

Во второй главе для оценки изменения радиальных отклонений крепи стволов (ΔR), оказывающих существенное влияние на конструктивные и расчетные параметры анкерной армировки, выполнен статистический анализ данных наблюдений в 47 стволах. Оценена ΔR как функция глубины (H) и диаметра стволов $D_{\text{ств}}$ при максимальной глубине 1200 м и диаметрах 5,0-8,5 м. Установлено, что фактически значения отклонений в глубоких стволах (800-1200 м) превышают в 1,5-2,0 раза регламентируемые СНиП. Выявлен линейный характер связи $\Delta R = f(D_{\text{ств}})$ принятый в виде уравнения регрессии $\Delta R = a_0 + b_0 \cdot D_{\text{ств}} \cdot 10^3$, которое значимо при $a_0 = 26$, $b_0 = 0,002$; коэффициент корреляции 0,87. Предельное значение ΔR находится как верхний предел доверительного интервала $\Delta R + E$.

На базе математической обработки зависимость $\Delta R = f(H)$ принята в виде нелинейного уравнения $\Delta R = 1/A \pm BH$, имеющего наибольшее значение корреляционного отношения (0,687) и наименьшую теоретическую дисперсию.

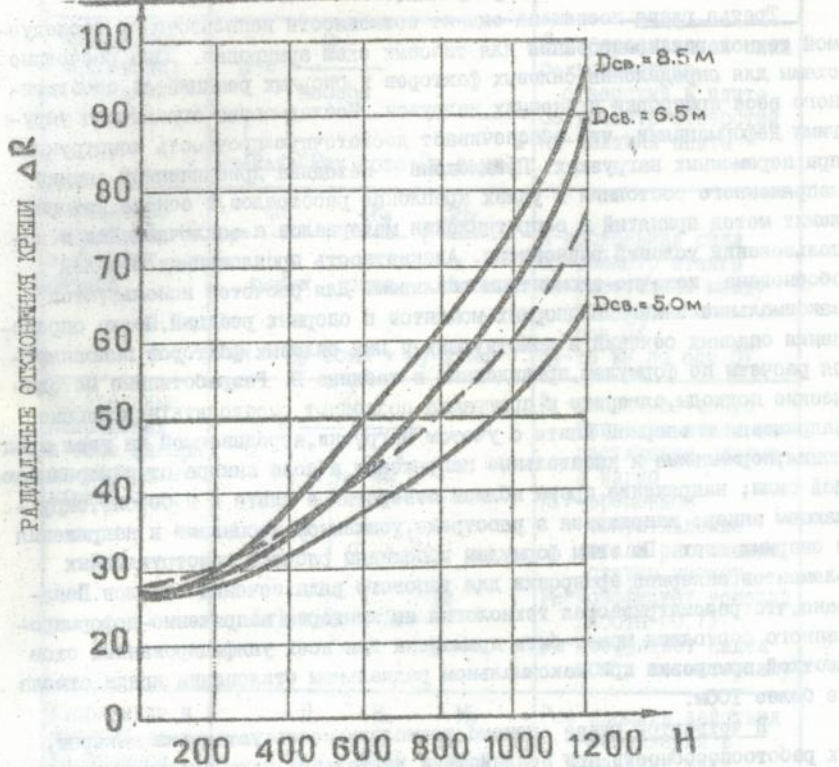
На основе анализа данных сводной выборки, сгруппированных по диаметру стволов, определены средние значения коэффициентов функции $\Delta R = f(H) : A = 35,646 \times 10^3$, $B = 0,0191 \times 10$.

Графически указанная зависимость дана на рис. I, из которого видна нелинейность связи между параметрами, возрастающая при $H > 600$ м и $D_{\text{ств}} > 5$ м. Различаются две зоны связи - первая $H \leq 800$ м с нормированной величиной $\Delta R = \pm 50$ мм, вторая - $H = 800-1200$ м, $\Delta R > 50$ мм.

Табулирование ожидаемых величин отклонений крепи стволов с учетом изменения среднего отклонения в пределах доверительного интервала ($E = 7$) (табл. I), определяет область в пределах которой, при существующей технологии проходки и конструкциях опалубки, не мо-

гут быть получены на практике отклонения кроны стволов, регламентированное СНиП: их значения достигают 60-100мм.

Корреляционная зависимость $\Delta R = f(H)$ для отдельных диаметров



Пунктиром указана усредненная зависимость

Рис. I

Максимальные значения ΔR, мм

Таблица I

Диаметр ствола в свету, м	Глубина ствола, м					
	600	700	845	1000	1100	1200
6,0	41	45	52	63	73	85
6,5	43	48	55	67	77	89
7,0	45	50	57	69	79	90
7,5	46	51	60	72	81	92
8,0	48	55	67	75	83	94
8,5	49	57	74	78	85	96
Соответствие СНиП			Несоответствие СНиП			

Эти практически важные выводы определили необходимость разработки узлов крепления, средоточия в схеме монтажа армирования, позволяющих исключить негативные влияния радиальных отклонений крепи стволов на надежность и экономичность армировки.

Третья глава посвящена оценке возможности использования исследуемой технологии армирования для типовых схем армировки. Даны расчетные схемы для определения силовых факторов и опорных реакций от собственного веса армировки и внешних нагрузок. Исследование ограничено упругими деформациями, что обеспечивает достаточную прочность конструкции при переменных нагрузках. Предложена методика приближенной оценки напряженного состояния в узлах крепления расстрелов, в основе которой лежит метод принятый в сопротивлении материалов и заключающийся в использовании условий равновесия. Адекватность предложенных моделей обоснована конечно-элементным анализом. Для расчетов используются максимальные значения опорных моментов и опорных реакций. После определения опасных сечений и действующих в них силовых факторов выполняются расчеты по формулам, приведенным в таблице 2. Разработанные методические подходы, алгоритм и программа позволяют определять: нормальные напряжения в опорной плите с учетом нагрузки, передаваемой на узел крепления; нормальные и касательные напряжения в поле анкера от перерезывающей силы; напряжение среза вблизи отверстий в плите и в бетоне, окружающем анкер; напряжения в расстреле, усиленном косынками и напряжения в сварных швах. По этим формулам выполнены расчеты конструктивных элементов анкерной армировки для типового ряда сечения стволов. Показано, что рассматриваемая технология по критерию напряженно-деформированного состояния может быть применена для всех унифицированных схем жесткой армировки при максимальном радиальном отклонении крепи ствола не более 100м.

В четвертой главе оценена технологичность установки анкеров, их работоспособность при воздействии длительных механических нагрузок по результатам стендовых испытаний, проведенных в ИВАСИМС, применительно к конструкции армировки вентствола №3 шахты "Комсомолец Донбасса", на котловом предпологалось проведение опытного армирования. Испытываемые образцы изготавливались по рабочим чертежам в масштабе 1:1. Крепь ствола имитировалась бетонными кубами размерами 500x500мм (бетон В25) в каждом из которых формовали по четыре отверстия диаметром 53мм. Испытывались на выдергивание анкера из арматурной стали диаметром 32мм, закрепляемые патронированным неорганическим вяжущим с глубиной заделки 280мм.

Оценки напряжений в узле крепления расстрела на анкерах

Вычисляемые значения	Алгоритм	Обозначения
Нормальные напряжения в опорной плите	$\sigma = \frac{Q}{n \cdot d_0 \cdot h_n}$ $Q = \sqrt{R_{Ax}^2 + (R_{By} \cdot \cos \alpha + Q_{By} \cdot \sin \alpha)^2}$	<p>Q-перерезывающая сила n-количество отверстий в плите d₀-диаметр отверстий h_n-толщина плиты</p>
Нормальные напряжения в штангах анкера	$\sigma = \frac{4N}{n \cdot d_w \cdot \pi} + \frac{4M_x}{z \cdot d_w \cdot \pi \cdot a_x} + \frac{3M_y}{z \cdot d_w \cdot \pi \cdot a_x}$ $N = Q_y \cdot \cos \alpha + R_y \cdot \sin \alpha$	<p>N-продольная сила d_w-диаметр штанги a_x-расстояние между штангами по оси OX Q_y-то же, по оси OY</p>
Касательные напряжения в теле анкера от перерезывающей силы	$\tau = \frac{4Q}{\pi \cdot n_0 \cdot d_w^2}$ $[\sigma] \geq \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$ $[\sigma] = R_1 = R_1 \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_m}$	<p>R₁-расчетное сопротивление стали на растяжение, сжатие и изгиб R_{1p}-временное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу γ_c-коэффициент условий работы (0.7) γ_m-коэффициент надежности по материалу</p>
Напряжение в сварных швах на опорной плите	$\tau_{max} = \frac{N}{F_{sw}} + \frac{M_x}{W_{swx}} + \frac{M_y}{W_{swy}}$	<p>F_{sw}-площадь действия напряжения в сварных швах W_{swx}, W_{swy}-моменты сопротивления сварных швов относительно OX₀, OY₀</p>
Напряжение среза в бетоне окружающем анкер	$\tau_{max} = \left[\frac{0,092}{\sigma} + \frac{1,313}{\sigma} \right] R \cdot 10$ $R = \frac{N}{n \cdot d_{ст}}; [\tau] = 0,75 \sqrt{R_b \cdot R_{bt}}$ $\tau_{max} < [\tau]$	<p>τ_{max}-максимальное напряжения среза в бетоне, окружающем анкер d_{ст}-диаметр стержня анкера τ-допустимое напряж. среза в бетоне R-расчетное сопротивление бетона осевому сжатию и растяжению</p>

Испытаниями установлено: показатели прочности закрепления анкеров через два часа, 10 и 28 суток в среднем составляют 110, 170 и 285 кН, что соответствует требованиям надежности эксплуатации армировки; процесс разрушения протекает в тонком слое, а его характер может быть интерпретирован как режим задропольного деформирования материала с силой коэффициентом $K_p = P_{ост} / P_{рыв}$ равным 0,72 ($P_{ост}$ - остаточная и максимальная несущая способность анкера) и коэффициентом $K_n = I_{ост} / \ell$ равным 0,55 ($I_{ост}$ - величина перемещения анкера до значения $P_{ост}$; ℓ - длина закрепления анкера), что свидетельствует о высокой эксплуатационной надежности анкерного крепления. При смещении анкера на 2/3 длины первоначальной заделки, он практически теряет свою несущую способность, вместе с тем, существует предел длины заделки анкера, превышению которого не приводит к повышению его несущей способности, величина которой прямо пропорциональна диаметру стержня анкера и зависит от соотношения модулей упругости при сдвиге материала стержня и связующего. Установлена зависимость определения несущей способности анкера:

$$P = 4\pi R_a \ell_{за} [\sigma] \frac{(1-\nu_0)}{(1-2\nu_0)}$$

где R_a - радиус стержня анкера, ℓ - длина заделки анкера, $[\sigma]$ - предел прочности материала заделки анкера на сдвиг, ν_0 - отношение модуля упругости материала заделки на сдвиг к модулю упругости на сдвиг материала анкера.

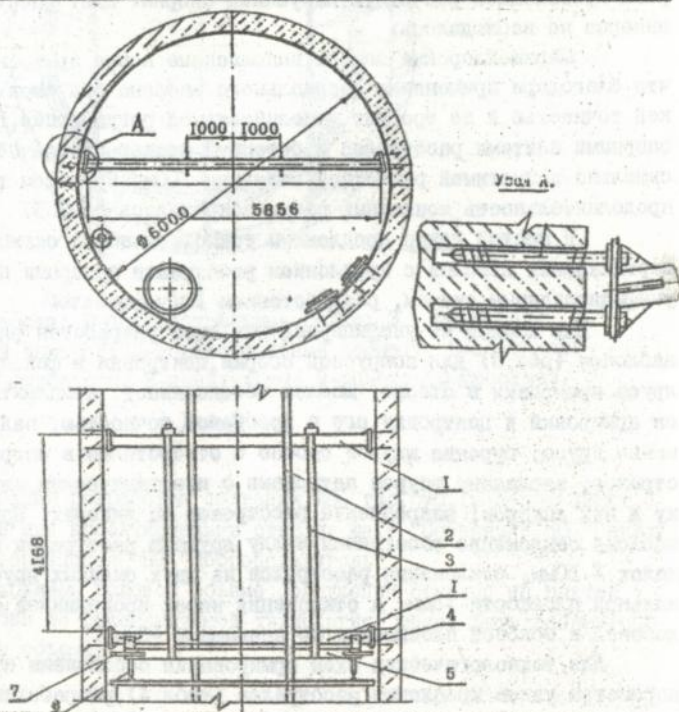
Выполненные статические испытания на статические и длительные динамические нагрузки (длительное взаимодействие армировки с подземным сосудом) подтвердили соответствие расчетных параметров фактическим и показали: при длительной статической и динамической нагрузке 15 кН (600 тис. циклов, частота колебаний 500 циклов в минуту, амплитуда - 2 мм) ослабления заделки болтов, разрушения бетона в местах заделки анкеров и неупругих деформаций конструкции не наблюдалось, что свидетельствует о высокой ее надежности при долговременной работе.

В пятой главе рассмотрено армирование на вентстоле №3 шахты "Комсомолец Довбасса" ПО "Львовскантрацит" (глубина 815 м, диаметр в свету 6 м, крепь - бетон класса В25, толщина 400 мм, шаг армировки - 4,16 м). По рекомендованной автором технологии заармировано 775 м ствола (рис. 2).

Армировка монтировалась по совмещенной схеме сверху вниз с помощью разработанного шаблона. Примененная конструкция анкера обеспечила достаточную однородность и плотность твердеющей смеси между анкером и стенкой шпура. Была достигнута высокая адгезия в системе "крепь-металл-анкер".

В процессе опытной проверки проведен комплекс экспериментальных работ по оценке жесткости расстрела, закрепленного на анкерах. Определение теоретической жесткости такого расстрела проведено с учетом влияния проводников и податливости задолги, для чего в схему были введены упругие опоры в места соединения расстрела с проводниками, т.к. расчеты показывают, что жесткость проводника в 6 раз меньше жесткости расстрелов и опоры с поворотной жесткостью в местах крепления расстрелов к крепи, поскольку реальный узел крепления имеет конечную жесткость на поворот. Для расчета использовался метод конечных элементов, анкерное крепление рассматривалось как осесимметричный объект, состоящий из четырехугольных конечных элементов, узловые параметры которых отыскивались из условия равенства нулю виртуальной работы (условие минимума полной потенциальной энергии системы). Расстрел был представлен совокупностью стержневых конечных элементов.

Сечение и технология армирования вентстволов шахты "Комсомолец Днепропетровск"



1-расстрелы; 2-проводники; 3-верт. шаблон; 4-узел фиксирования расстрела; 5-монтажный шаблон; 6-верт. домкраты; 7-горизонт. домкраты.

Рис. 2

Сопоставление опытных данных по смещениям расстрелов с рассчитанными (табл. 3) свидетельствует о высокой их сходимости.

Смещения расстрела

Таблица 3.

P кд/м	Смещения, мм		Откл. %
	Опытные	Рассчитанные	
5	0,604	0,625	3
10	1,217	1,245	2
15	1,865	1,870	2,5
20	2,470	2,490	2,7
25	3,080	3,120	3,7
30	3,060	3,750	4,0

Замеры показали, что средняя опытная жесткость расстрела составила 754 кд/м при расчетной 746,1 кд/м. При нагрузке 30 кд, в четыре раза превышающей расчетную, нарушений опорных плит расстрела и смещений анкеров не наблюдалось.

Маркшейдерские замеры, выполненные после армировки, показали, что благодаря применению специального шаблона она смонтирована с высокой точностью и не требует дополнительной регулировки. Расстояние между опорными плитами расстрелов и бетонной крепью ствола не превышало максимально допустимой расчетной величины 100 мм. При этом трудоемкость и продолжительность монтажных работ сократилась до 25%.

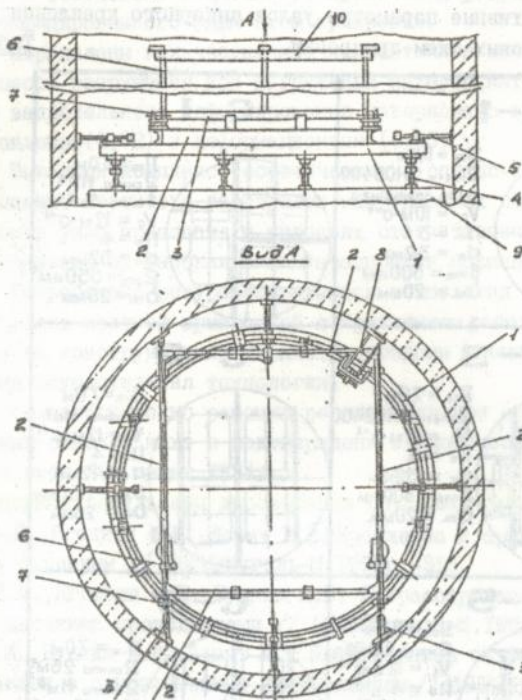
В шестой главе предложены технологические схемы армирования вертикальных стволов с креплением расстрелов анкерами применительно к унифицированным схемам, разработанным Квигитрошхотом.

Для каждой из унифицированных схем разработан ряд специальных шаблонов (рис. 3) для поперусной сборки, центровки и фиксации каждого яруса армировки в стволе. Шаблон обеспечивает: комплектную сборку яруса армировки и центровку его с требуемой точностью; надежное фиксирование яруса; бурение шуров соосно с отверстиями в опорных плитах расстрелов; зарядание шуров патронами с неорганическим вяжущим, установку в них анкеров; закрепление расстрелов на анкерах. При использовании шаблона отклонение расстояний между ярусами расстрелов находится в пределах ± 10 мм, отклонения расстрелов на двух смежных ярусах от их вертикальной плоскости ± 5 мм, а отклонения ниток проводников от вертикали в лобовой и боковой плоскостях не превышают ± 3 мм.

Для технологических схем армирования обоснованы конструктивные параметры узлов крепления расстрелов (табл. 4), разработаны типовые графики организации работ с темпами армировки до 500 м в месяц.

Разработки автора реализованы при армировании стволов шахт: "Комсомолец Донбасса" (ПО "Шахтерскантрацит"), "Миусинская" (ПО "Дуганскантрацит"), "Октябрьская-Ленная" (ПО "Ростовуголь"). Реальный экономический

Технологическая схема применения монтажного шаблона



1-кольцо жесткости; 2-подрасстрельные балки; 3 - расстрел;
 4-вертикальный домкрат; 5-горизонтальный домкрат; 6-вертикаль-
 ный шаблон; 7-фиксаторы; 8-кондукторы; 9-полок; 10-расстрел.

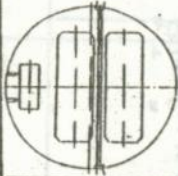
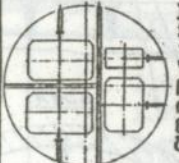

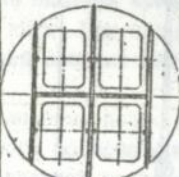
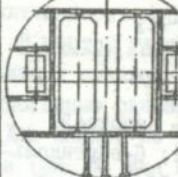

Рис. 3

эффект от реализации разработок составил 260 тыс.руб. (в ценах 1964г.)
 Они используются при проектировании стволов шахт "Северная" ПО "Макоев-
 уголь" и "Красноармейская" ПО "Добропольеуголь".

При необходимом годовом объеме сооружения стволов на шахтах
 Госуглепрома 4-5км по рекомендуемой технологии может быть заармирова-
 но 70-75% общего объема.

Основные конструктивные параметры узлов анкерного крепления расстрелов для некоторых типовых схем армировки.

Таблица 4.

<p>К-1</p>  <p> $D_{ск} = 8,0 м$ $2 \text{ КЛЕТЫ } 2Н0В400$ $\text{КЛЕТЬ } 2Н0В400$ $V_c = 10 м \cdot с^{-1}$ $n_0 = 3$ $d_0 = 32 мм$ $B_{зод} = 300 мм$ $\delta_{пл} = 20 мм$ </p>	<p>С-1</p>  <p> $D_{ск} = 8,0 м$ $2 \text{ скля } 11 м^3$ $1 \text{ скля } 7 м^3$ $V_c = 12 м \cdot с^{-1}$ $n_0 = 4$ $d_0 = 32 мм$ $B_{зод} = 350 мм$ $\delta_{пл} = 20 мм$ </p>
<p>К-3</p>  <p> $D_{ск} = 7,0 м$ $2 \text{ КЛЕТЫ } 2Н0В400$ $V_c = 12 м \cdot с^{-1}$ $n_0 = 4$ $d_0 = 32 мм$ $B_{зод} = 300 мм$ $\delta_{пл} = 20 мм$ </p>	<p>С-2</p>  <p> $D_{ск} = 7,0 м$ $4 \text{ скля } 11 м^3$ $V_c = 12 м \cdot с^{-1}$ $n_0 = 4$ $d_0 = 42 мм$ $B_{зод} = 350 мм$ $\delta_{пл} = 25 мм$ </p>
<p>К-5</p>  <p> $D_{ск} = 8,0 м$ $2 \text{ КЛЕТЫ } 2КНМ-$ $V_c = 12 м \cdot с^{-1}$ $n_0 = 4$ $d = 42 мм$ $B_{зод} = 350 мм$ $\delta = 25 мм$ </p>	<p>С-3</p>  <p> $D_{ск} = 7,0 м$ $2 \text{ скля } 25 м^3$ $2 \text{ скля } 11 м^3$ $V_c = 12 м \cdot с^{-1}$ $n = 4$ $d_0 = 42 мм$ $B_{зод} = 400 мм$ $\delta_{пл} = 50 мм$ </p>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена актуальная проблема технологии армирования вертикальных стволов с применением анкеров: конструкций без промежуточных консольных элементов для крепления расстрелов, обеспечивающая повышение производительности труда и грубого эксплуатационные качества при минимальных капитальных затратах.

Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем:

1. Установлены закономерности радиальных отклонений крени ствола; выявлен линейный и полиномиальный характер связи указанных величин в зависимости от диаметра и глубины ствола соответственно; получены аналитические зависимости для расчета максимальных значений отклонений крени в различных условиях.

2. Выполнен анализ напряженного состояния в узлах крепления

расстрелов на анкерах и разработана методика приближенной его оценки, на базе чего обоснована возможность применения разработанной технологии для унифицированного ряда схем армировки.

3. Определены количественные показатели и закономерности протекания процесса разрушения при нагружении анкеров штыревидного как режим запредельного деформирования материала с высокими коэффициентами силовым (0,72) и деформационным (0,55).

4. Выполнен комплекс теоретических и опытно-экспериментальных работ по оценке жесткости расстрелов, закрепленных на анкерах, и работоспособности узла крепления в условиях статистических и динамических нагрузок, доказана их высокая эксплуатационная надежность.

5. Разработана ресурсосберегающая технология армирования вертикальных стволов жесткой армировкой с креплением расстрелов анкерами, обоснованы ее конструктивные параметры, созданы специальные монтажные шаблоны для осуществления технологии.

6. Технологические решения реализованы при армировании пяти вертикальных стволов шахт и подтверждены экономическим эффектом в сумме 260 тыс.рублей(в ценах 1984г.).

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:
1. Будник А.В., Ягодкин Ф.И., Левит В.В. "Крепление и армирование стволов, пройденных бурением // ЦНИИЭУголь-М. 1993г. -3с.

2. Левит В.В., Ягодкин Ф.И., Будник А.В. Безрасстрельные конструкции армировки с жесткими проводниками // ЦНИИЭУголь-М. 1993г. - 20с.

3. Ягодкин Ф.И., Будник А.В., Левит В.В. Параллельная технологическая схема проходки стволов с одновременным армированием // ЦНИИЭУголь-М. 1993г. -44с

4. Левит В.В. Обоснование технологии параметров армирования вертикальных стволов с креплением расстрелов на анкерах // Сб. Научно-технические достижения и экономические преобразования в угольной промышленности. №7-8, ЦНИИЭУголь -М. 1993г. - 5с.

5. Левит В.В., Савченко Н.А. Армирование вертикальных стволов при повышенном горном давлении // Уголь Украины-1993г. №7, с.30-32.

6. Пшеничный Ю.А., Левит В.В. Крепление элементов армировки вертикальных стволов на анкерах // ЦНТИ угольной промышленности. Донецк. 1993г. -4с.

7. Пшеничный Ю.А., Левит В.В. Опыт армирования вентиляционного ствола №3 шахты "Комсомолец Донбасса" с креплением расстрелов на анкерах. // ЦНТИ угольной промышленности. Донецк, 1993г. - 8с.

Личный вклад автора в работах 1-3, 5-7, написанных в соавторстве, автору принадлежит: в 1-3 определение и формулировка задач разрабатываемой технологии; 5- натурные наблюдения и разработка технологии крепления элементов податливой армировки; 6-7 разработка, внедрение узлов анкерного крепления, методики испытаний армировки в стволе, выбор оптимальных ТЭП армирования. В работе 4(самостоятельной) исследованы и установлены аналитические зависимости отклонений крепи стволов и расчет параметров узлов анкерного крепления расстрелов.

УДБ 28.088
АВ 28.088