

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УЗЛЫ КРЕПЛЕНИЯ ЖЕСТКОЙ АРМИРОВКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

М.Б. Сотников, аспирант ШИ (Ф) ГОУ ВПО ЮРГТУ (НПИ)

Рассмотрены пути совершенствования схем жесткой армировки вертикальных стволов. Отмечены недостатки существующих конструкций. Представлены новые конструкции и схемы консольной армировки.

Способ заделки расстрелов жесткой армировки путем бетонирования в лунках, получивший наибольшее распространение на практике, имеет ряд существенных недостатков: большую трудоемкость работ, низкое качество заделки, тяжелые условия эксплуатации узла. Конец расстрела воспринимает и передает на крепь комплекс статических и динамических нагрузок. Статические нагрузки складываются из собственной массы армировки и усилий, возникающих в системе «порода - крепь - армировка» в случае проявления горного давления. Динамические нагрузки вызываются движением подъемных сосудов и проявляются в виде ударных воздействий и вибраций.

Эксплуатация армировки ведется в условиях повышенных притоков воды и агрессивности среды. Вследствие этого, в местах заделки концов расстрелов в крепи ствола наблюдается активная коррозия металла и бетона. Неоднократно проводившиеся обследования стволов показали, что нарушение заделки расстрелов в лунках является одним из наиболее часто встречающихся дефектов армировки (до 30%), приводящих к ее отказу.

За рубежом, а начиная с 80-х годов прошлого века и в отечественной горнодобывающей промышленности, наметилась тенденция расширения применения способа крепления элементов армировки на анкерах.

В СССР крепление расстрелов армировки анкерами было впервые применено в горнорудной промышленности в стволах Дарасунского, Рахмановского, Высокогорского рудников, Старо-Берикульского, Гомешевского рудоуправлений [1]. Первоначально для закрепления расстрелов применялись штанги, используемые для крепления горизонтальных выработок. Между тем, штанги для крепления расстрелов должны отвечать ряду дополнительных требований: надежно закреплять расстрелы при действии статических нагрузок; обеспечивать достаточную устойчивость элементов армировки, работающих под воздействием динамических нагрузок; обеспечивать минимальные смещения при раскреплении замков в породах различной крепости и в бетонах различных марок.

Учеными НИИОМШСа совместно с НИИГМ им. Федорова разработан ряд конструкций анкеров (рис. 1) для крепления армировки, учитывающих специфические условия их работы.

Анкеры состоят из металлической штанги, шайбы, резьбового соединения и закрепляются патронированным неорганическим вяжущим. Глубина заделки в крепь ствола должна составлять не менее 350 мм. Штанги изготавливаются из толстостенных труб или арматурной стали периодического профиля классов А-II и А-III.

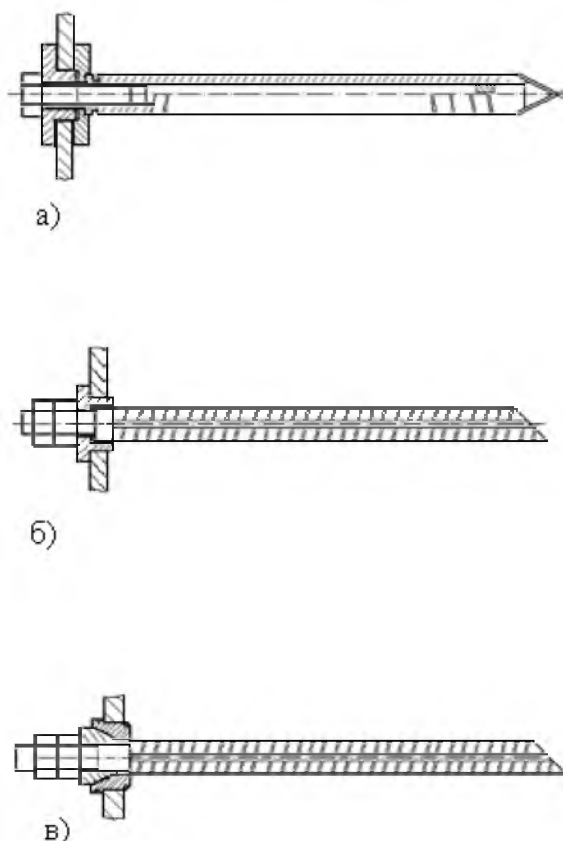


Рис. 1. Анкеры для крепления элементов армировки:
а) трубчатый анкер; б) анкер из периодического профиля;
в) анкер из периодического профиля с жестким защемлением

Полученный практический опыт крепления элементов армировки анкерами позволил выполнить оценку их технико-экономической эффективности. В табл. 1 представлено сравнение различных способов крепления армировки по факторам «стоимость», «трудоемкость работ», а также «скорость армирования».

Анализ полученных данных показывает, что стоимость монтажа расстрелов практически одинакова для всех рассмотренных вариантов из-за равного расхода металла на ярус. Однако способ крепления расстрелов анкерами позволяет снизить трудоемкость работ на 25 - 40% и увеличить скорость армирования в 1,18 - 1,45 раза.

Таблица 1

Сравнительная оценка различных способов крепления расстрелов

Способ крепления расстрелов	Скорость армирования м/мес.	Трудозатраты, чел. час.		Стоимость, руб. (цены 1991 г.)	
		на ярус	на 1 м	на ярус	на 1 м
В лунках (разделка вручную)	300	39,72	10,0	580,5	145,1
В лунках пробуренных СБЛ-1	368	31,2	7,8	579,5	144,9
На штангах УШС	436	24,57	6,1	558,3	138,5

В то же время в процессе внедрения анкерного способа крепления армировки выявлен недостаток, заключающийся в сложности компенсирования отклонений стенок ствола от проектного положения, так как в этих условиях возникала необходимость изготовления расстрелов индивидуальной длины для каждого яруса или использования промежуточных кронштейнов, снижающих жесткость и надежность конструкции.

С целью решения данной проблемы был разработан и внедрен новый способ крепления расстрелов на анкерах, выдвинутых в ствол (рис. 2.) и образующих пространственную конструкцию, равнопрочную расстрелу [1].

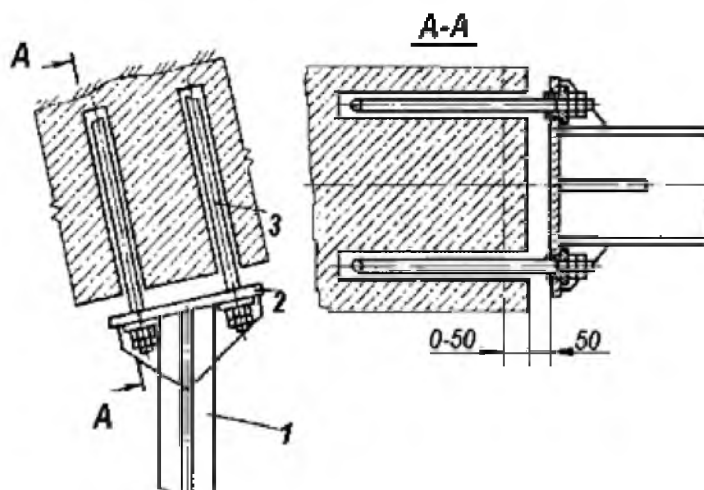


Рис. 2. Узел крепления расстрела анкерами, выдвинутыми в ствол

Предложенный способ исключил необходимость применения кронштейнов для прикрепления к ним элементов армировки, позволил повысить точность монтажа, надежность армировки путем исключения дополнительных болтовых соединений или электросварки, снизить капитальные затраты и трудоемкость работ.

Эффективность применения и работоспособность предложенной конструкции с закреплением анкеров неорганическим вяжущим были подтверждены стендовыми и промышленными испытаниями [1]. Так, в табл. 2 представлены данные по жесткости узла и интенсивности напряжений в бетоне крепи при различных способах крепления армировки.

Таблица 2

Сравнительная оценка способов крепления расстрелов по жесткости и распределению напряжений в бетоне

Способ крепления расстрелов	Жесткость на поворот, Н·м	Максимальные напряжения в массиве бетона, МПа		Наивысшая интенсивность напряжений, МПа
		нормальные	касательные	
Бетонирование концов в лунках	$1,629 \cdot 10^7$	10,9	6,17	18,0
Анкеры на неорганическом вяжущем	$3,928 \cdot 10^7$	7,07	8,236	15,64

Из табл. 2 следует, что жесткость на поворот (отношение величины нагрузки к перемещению), наибольшим образом влияющая на прогиб балки и динамические характеристики армировки, при применении анкеров на неорганическом вяжущем увеличилась по сравнению с бетонированием концов расстрелов в лунках приблизительно в 2,4 раза. Следствием этого будет уменьшение прогибов расстрелов и повышение нижних собственных частот колебания армировки. Результаты исследования свидетельствуют также о снижении уровня напряжений в массиве бетона в случае применения анкерного крепления расстрелов.

На основании проведенного анализа с целью повышения технико-экономических показателей жесткой армировки предлагается конструкция безрасстрельной армировки с креплением проводников непосредственно к крепи на анкерах, выдвинутых в ствол (рис. 3).

Выдвинутые в ствол анкера, соединенные опорной плитой, образуют монолитную пространственную конструкцию консольного типа. Диаметр анкеров, расстояния между ними и глубина заделки определяются расчетом, исходя из запланированных нагрузок на армировку и прочностных характеристик крепи ствола. Расстояние между опорной плитой и крепью зависит от схемы армировки и радиальных отклонений стенок ствола от проектного сечения.

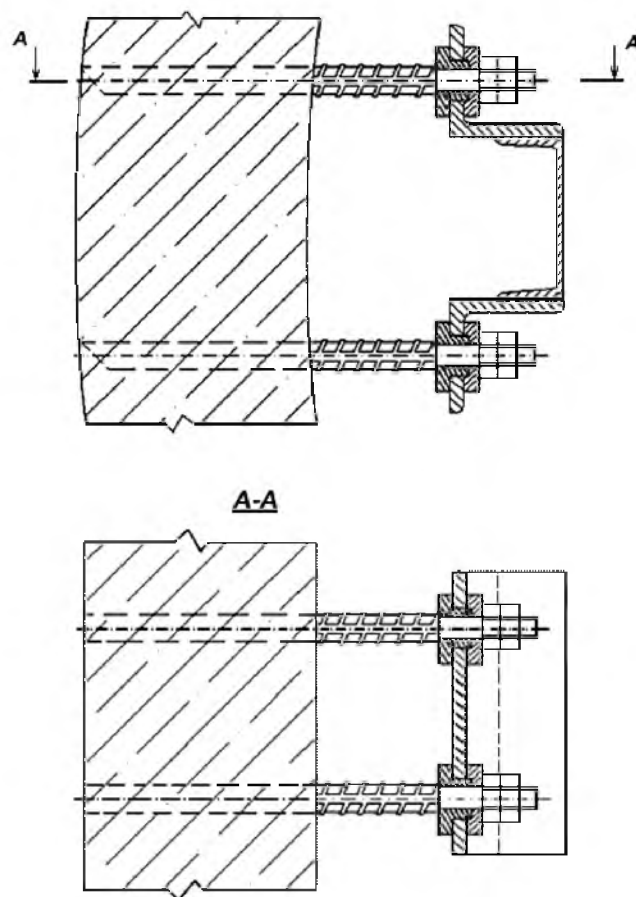


Рис. 3. Конструкция анкерной консоли

Наиболее эффективной областью применения разработанных конструкций являются глубокие вентиляционные стволы современных шахт и рудников. С одной стороны, их, как правило, оборудуют вспомогательным подъемом с низкой производительностью. Движение подъемных сосудов вызывает возникновение небольших динамических нагрузок на армировку и создает предпосылки для широкого применения облегченных конструкций. С другой стороны, в вентиляционных стволах на первый план выходят вопросы снижения аэродинамического сопротивления воздушной струе. Переход на анкерные консоли небольшой длины будет способствовать решению этой задачи.

Работоспособность предложенной конструкции безрасстрельной армировки во многом определяется схемой армирования, причем наиболее эффективной будет схема с минимальной длиной анкерных консолей, обеспечивающей необходимые зазоры между подъемными сосудами и крепью ствола.

На рис. 4 представлена разработанная безрасстрельная армировка вентиляционного ствола большого диаметра с диагональным одно-сторонним расположением проводников, позволяющая обеспечить минимальную длину анкерных консолей.

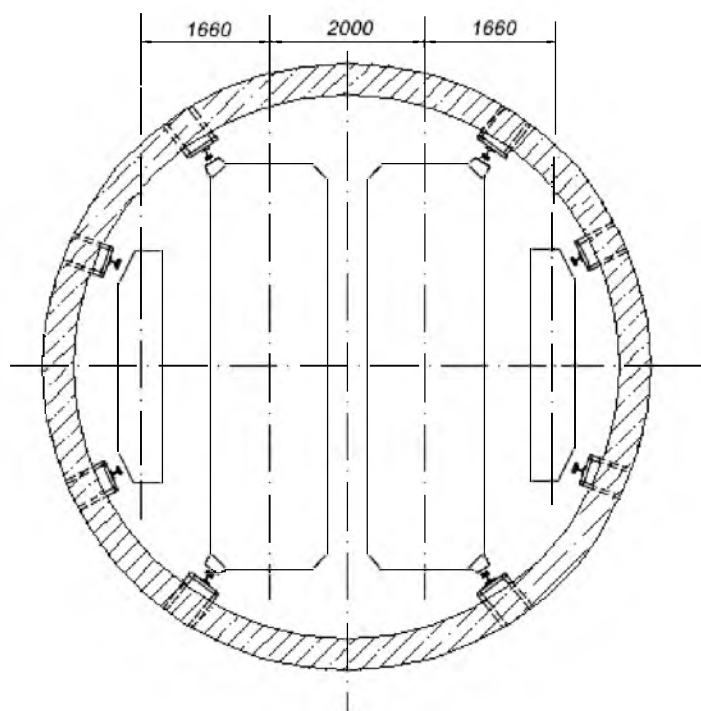


Рис. 4. Безрасстрельная схема армировки клетчатого ствола

Подобные схемы армировки можно разработать практически для всех возможных вариантов компоновки подъемных сосудов вентиляционных стволов. Проведенные расчеты свидетельствуют о высокой технико-экономической эффективности таких схем за счет значительного снижения металлоемкости армировки, аэродинамического сопротивления ствола и трудоемкости работ по ее монтажу.

Литература

1. Сыркин П.С., Ягодкин Ф.И., Мартыненко И.А. Технология армирования вертикальных стволов. – М.: Недра, 1996. – 202 с.

УДК. 622.25.(06)

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КРЕПИ СТВОЛОВ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СХЕМЕ ПРОХОДКИ

Н.В. Меренкова, ассистент каф. ППГС и СМ

Представлены результаты численного моделирования крепи ствола, возводимой по параллельной схеме. Установлена зависимость величины срезающих напряжений в бетоне крепи от различных факторов. Получены корреляционные зависимости по определению величины срезающих напряжений в различных условиях.

Рассмотрим технологию возведения монолитной бетонной крепи ствола с отставанием от забоя 20 - 25 м.