

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ АРМИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ ШАХТЫ «НУЙ БЕО» (ВЬЕТНАМ)

*К.т.н., доц. Ю.А. Пшеничный, студ. А.Г.Иващенко, ДонНТУ, г.Донецк*

Одной из главных проблем при монтаже расстрелов жёсткой армировки вертикальных стволов сегодня по-прежнему остаётся значительная трудоёмкость работ при разделке лунок в крепи ствола и последующей их бетонировке. Если разделка лунок осуществляется вручную отбойными молотками, то в целом на крепление концов расстрелов в лунках расходуется до 40% трудовых затрат при армировании [1].

**Первое направление** решения данной проблемы заключается в переходе от луночного закрепления расстрелов на анкерное. В практике сооружения стволов советского периода был опыт закрепления концов расстрелов на анкерах (например: вентиляционный ствол №3 шахты «Комсомолец Донбасса» и др.), но он не получил широкого распространения по причине проблемной эксплуатации таких узлов механической службой шахты.

Сегодня с появлением надёжных и долговечных систем крепления анкеров в бетоне доля жёсткой армировки с креплением расстрелов к крепи ствола на анкерах в общем объёме армируемых вертикальных стволов увеличивается.

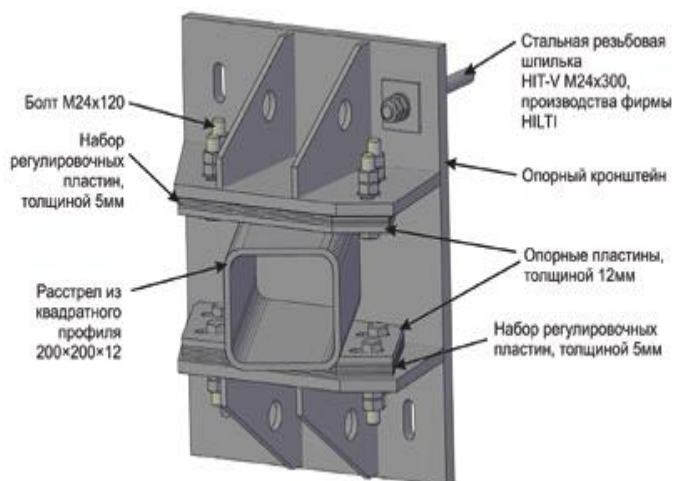
**Второе направление** решения вышеназванной проблемы заключается в механизации разделки лунок при помощи специального оборудования. В СССР и странах СНГ широко применяли механизированные установки для разделки лунок в монолитной бетонной крепи, а также для ж/б крепи экспериментировали с выбуриванием керна круглым исполнительным органом с алмазным напылением (пневматические установки СБЛ-1 и БАС-1М конструкции ЦНИИПодземмаш, УБЛ-5 конструкции института Донгипрооргшахтострой и треста Донецкшахтопроходка). Повсеместному внедрению установок в практику армирования препятствовали их недостатки:

- большие габаритные размеры, вес (до 2,5т), стоимость;
- необходимость монтажа металлоемкой поворотной рамы;
- необходимость доработки лунок вручную до проектного сечения.

В 2016-2017 годах специалисты компании ООО «Шахтспецстрой» (Cogum Group) предложили при армировании вспомогательного и главного стволов шахты «Нуй Бео» (Вьетнам) проверить на практике оба направления совершенствования технологии: крепление концов расстрелов на анкерах и выбуривание лунок на полное сечение в железобетонной части ствола [3,4]. Это стало возможным благодаря плодотворному сотрудничеству с вьетнамским Заказчиком и фирмой Hilti (Лихтенштейн), которая обеспечила поставку: а) химических анкеров HIT-RE 500 и стальных шпилек HIT-V для крепления расстрелов; б) установки алмазного бурения DD 350-CA.

**I. Вспомогательный ствол** шахты «Нуй Бео» круглой формы диаметром в свету 6 м был пройден на глубину 417 м. Крепь ствола – бетон марки М 350, в районе сопряжений и камер - железобетон, толщина крепи 300...600 мм [3].

Главная особенность конструкции армировки заключалась в установке несущих балок в специальные опорные кронштейны с возможностью доводки в 3-х плоскостях (рис.1), закрепленные на анкерах к крепи ствола. Армировка состояла из следующих основных элементов: ярусов расстрелов из квадратного профиля 200×200×12 с шагом установки 4,5 метра; восьми ниток проводников из квадратного профиля 200×200×12, длиной девять метров.



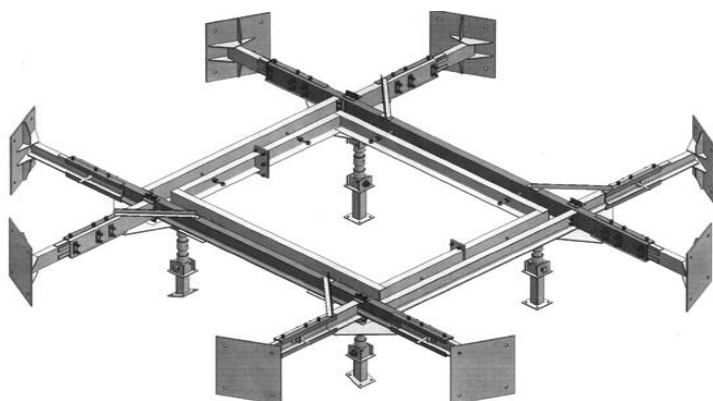
**Рис.1.** - Конструкция опорного кронштейна крепления концов расстрела анкерами.

Работы по армированию ствола велись по совмещенной схеме сверху вниз, с временного проходческого копра КП-2У с использованием подъемной машины ЦЗ×2,2АР. Монтаж яруса осуществлялся с доработанного подвесного трехэтажного армировочного полка, высота которого была кратна шагу армировки и составляла 9 метров.

С верхнего этажа армировочного полка производился монтаж опорных кронштейнов и расстрелов, а с оборудованных рабочими площадками лестниц — навеска проводников.

В качестве анкерного крепления шахтостроители использовали профессиональные химические анкеры медленного твердения для высоких нагрузок НТ-RE 500 в комплекте со стальными резьбовыми шпильками НТ-V M24x300, которые устанавливались по технологии фирмы HILTI. Диаметр шпуров составлял 28 мм, глубина заделки анкера — 210 мм.

После монтажа опорных кронштейнов на анкера, приступали к монтажу и центровке расстрелов по высоте и в сечении от армировочных отвесов. По окончании центровки яруса концы расстрелов приваривались к опорным пластинам, которые через набор регулировочных пластин крепились к опорному кронштейну на болтовых соединениях (рис.1). Шпуры под монтаж анкеров крепления опорных кронштейнов бурились с нижнего этажа полка при помощи регулировочного стола и монтажного шаблона (рис.2).



**Рис.2.** - Монтажный шаблон для бурения шпуров под анкера крепления расстрелов.

Он повторял геометрические параметры яруса расстрелов и центрировался от армировочных отвесов винтовыми домкратами. Бурение шпуров для установки анкерных шпилек после центровки монтажного шаблона производилось двумя аккумуляторными перфораторами HILTI.

Время набора прочности химического анкера, в зависимости от температуры и влажности в среднем составляло восемь часов. А чтобы период затвердения состава не стал причиной простоя, работники вели монтаж яруса и установку анкеров на разных этажах полка.

На участках ствола, закреплённых железобетонной крепью, для исключения попадания шпуров под анкерные болты в арматуру крепи проектом была предусмотрена установка расстрелов в лунки.

Максимальный темп, достигнутый при армировании вспомогательного ствола шахты «Нуй Бео», составил 169,5 м/месяц. Цикл работ по установке одного яруса с навеской проводников в среднем составлял 16 часов, а весь комплекс работ по армированию ствола был выполнен за 3 месяца.

**II. Главный ствол** шахты «Нуй Бео» круглой формы диаметром в свету 6 м был пройден на глубину 389,4 м. Крепь ствола – бетон марки М 350, в районе сопряжений и камер - железобетон, толщина крепи 350...600 мм [4].

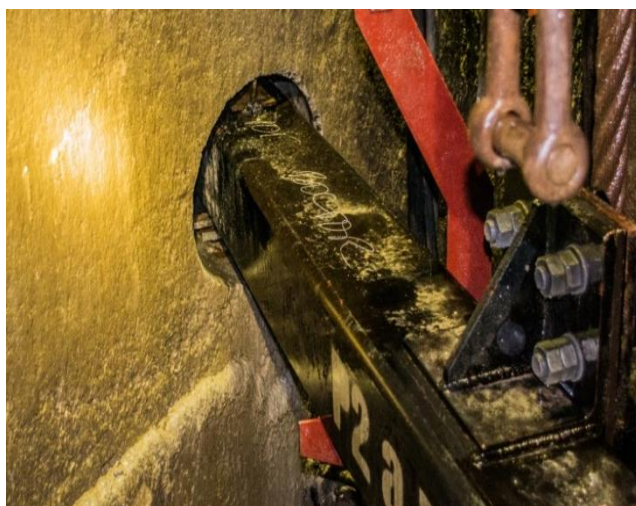
Основная часть ствола, закреплённая монолитным бетоном, была заармирована по технологии, отработанной на вспомогательном стволе этой же шахты, с креплением концов расстрелов на анкерах. При подходе к участку ствола, закреплённому железобетонной крепью, перед специалистами ООО «Шахтспецстрой» встал вопрос о выборе технологичного, надежного и высокопроизводительного способа разделки лунок в железобетоне, так как при разделке лунок отбойными молотками с вырезкой арматуры при помощи огневых работ время монтажа одного яруса армировки по расчёту и опыту вспомогательного ствола составляло 2 суток.

Наряду с типовыми установками для разделки лунок при армировании шахтных стволов, в промышленном и гражданском строительстве в настоящее время получили широкое распространение установки алмазного бурения, позволяющие выполнять кольцевые отверстия в бетоне и железобетоне диаметром до 1000мм.

Учитывая конкретные условия и конструкцию армировки главного ствола, был выбран механизированный способ разделки лунок на минимальное сечение, достаточное для монтажа коробчатого расстрела 200×200мм, с длиной диагонали 253мм, при помощи установки алмазного бурения DD 350-CA производства фирмы Hilti (рис. 3,4), позволяющей выполнить глухие кольцевые отверстия Ø350мм в железобетоне, в том числе по арматуре Ø36мм.



**Рис.3.** - Бурение лунок установкой DD-350-CA фирмы HILTI



**Рис.4.** - Расположение расстрелов сечении лунки

Применить установку DD-350-CA для выбуривания лунок в крепи ствола специалистам компании ООО «Шахтспецстрой» удалось только после полной разработки с нуля технологии бурения лунок по хорде в сечении ствола. Для этого был выполнен специальный шаблон для фиксации установки на подвесном армировочном полке в процессе бурения (рис.3).



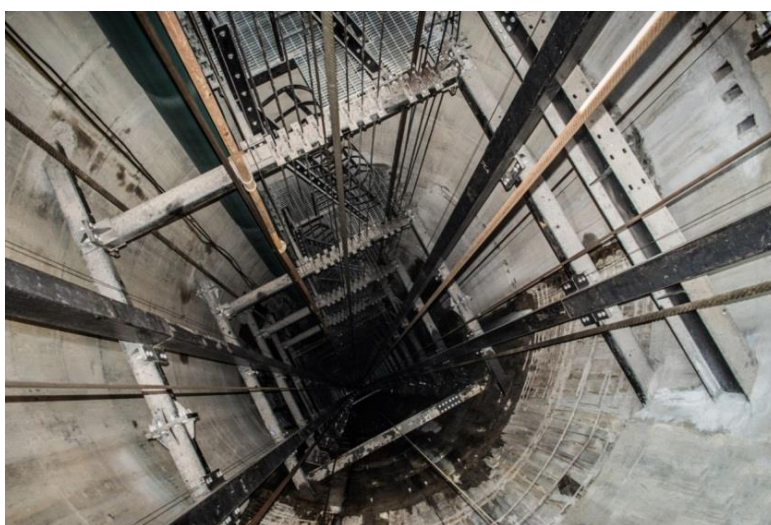
## Основные технические характеристики установки алмазного бурения DD-350-CA

Размеры (Д x Ш x В)	608 мм x 192 мм x 216 мм
Масса установки	14,4 кг
Масса станины DD-HD 30	20,5 кг
Макс. масса в рабочей комплектации	72 кг
Глубина бурения, Макс.	500 мм без удлинителя
Минимальный расход воды в минуту	0,5л
Потребляемая мощность	3600Вт
Макс. диаметр буровой коронки	500мм
Степень защиты электроустановки	IP55

Извлечение кернов из отбуренных лунок производилось непросто. Этот вопрос требует дальнейшей проработки. КERN частично извлекался при бурении со среднего этажа полка. Полное извлечение кернов до проектной глубины выполнялось с верхнего этажа полка при помощи отбойных молотков (рис.5). После перемещения бурового инструмента на всю длину направляющей, производилось удлинение буровой коронки при помощи набора удлинителей 300мм (500мм).



**Рис.5.** - Извлечение кернов из лунок



**Рис.6.** - Общий вид главного ствола со смонтированной арматурой

Наилучшие показатели технической скорости бурения по железобетону с арматурой Ø36мм составили менее 3ч на 1 лунку (3мм/мин). Техническая скорость бурения по бетону без арматуры в среднем составила около 2..2,5ч на 1 лунку (3,7...4,5мм/мин). Весь комплекс работ по армированию главного ствола шахты «Нуй Бео» (84 яруса, 389,4 м) был выполнен за 3 месяца (рис.6). Максимальные темпы составили 166,5м/мес.

### **Выводы:**

1. Дальнейшая разработка новых конструктивных решений по армированию вертикальных стволов с креплением расстрелов на анкерах позволит повысить производительность армирования, снизить металлоёмкость армировки, упростить регулировку зазоров и замену элементов армировки в процессе её длительной эксплуатации без остановки работы подъёмных установок шахтных стволов.

2. Выбуривание лунок в бетонной крепи с использованием установки алмазного бурения имеет большой потенциал для шахтного строительства. Перспективным является разработка механических кернорвателей для снижения трудозатрат по извлечению кернов перед установкой яруса.

### **Библиографический список:**

1. *Миндели, Э. О.* Сооружение и углубка вертикальных стволов шахт / Э. О. Миндели, Р. А. Тюркян. - Москва : Недра, 1982. – 312 с.
2. *Ткачев В. А.* Шахтное и подземное строительство. Технология строительства горных выработок: учебное пособие для вузов / В.А. Ткачев, А.Ю. Прокопов, Е.В. Кочетов ; Южно-Рос гос. техн. ун-т (НПИ). - Новочеркасск : ЮРГТУ, 2008.- 244 с.
3. *Житник А. И.* Армирование вертикального вспомогательного ствола с креплением расстрелов на анкерах / А. И. Житник, В. И. Ярошенко, Д. Т. Торубалко // Уголь Украины. - № 5-6. – 2017. – С.17-20.
4. *Житник А. И.* Армирование вертикального главного ствола шахты Нуй Бео (Вьетнам) с выбуриванием лунок установкой алмазного бурения / А. И. Житник, В. И. Ярошенко, Д. Т. Торубалко // Уголь Украины. - № 1-2. – 2018. – С.70-75.

Аннотация: описан положительный опыт армирования 2-х стволов шахты «Нуй Бео» во Вьетнаме, где применили крепление расстрелов на анкерах и выбуривание лунок в железобетонной крепи с использованием установки алмазного бурения.

Ключевые слова: ствол, армировка, расстрел, опорный кронштейн, анкер, подвесной полок, лунка, бурение, керн.