

С. Е. Алексеев^{1✉}, Б. Кубанычбек

Оборудование для бурения анкерных скважин

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт горного дела им. Н. А. Чинакала» СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация.
e-mail: Alex@misd.ru

Аннотация. Описаны назначения анкерных скважин, их особенности. Показаны требования к технике для реализации проходки таких скважин. Представлена принципиальная схема погружного пневмоударника для комбинированного вращательно-ударного способа бурения анкерных скважин. Представлено оборудование для проведения исследований. Показан экспериментальный образец пневмоударника и даны результаты его исследований на экспериментальной базе «Зеленая горка». Приведены данные проверки пневмоударника в производственных условиях.

Ключевые слова: анкерная скважина, ударник, энергия удара, способ бурения, станок, инструмент, порода

S. E. Alekseev^{1✉}, B. Kubanychbek

Roof bolt hole drilling equipment

Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: Alex@misd.ru

Abstract: The purpose and specifics of roof bolt holes are described. The requirements for the drilling equipment for such holes are indicated. The action chart of an air-powered down-the-hole-hammer for the combination rotary percussive drilling of roof bolt holes is introduced. The experimentation equipment is presented. The experimental model of DTH and its test data obtained at the Zelenaya Gorka testing ground are described. The production field checkout data of the DTH model are discussed.

Keywords: roof bolt hole, down-the-hole hammer, impact energy, drilling method, drill rig, tool, rock

Введение

Бурение анкерных скважин является распространённым способом в горном деле и в строительстве. Этот тип бурения применяется в угольных шахтах, а также для укрепления котлованов, берегов и горных пород, при строительстве железных дорог, для установки телевизионных мачт и сотовых вышек, расширении горных дорог и строительстве фундаментов под уже существующие [1-3].

Бурение анкерных скважин в угольных шахтах обычно осуществляется вращательным способом бурения. Однако, у данного способа весьма узкий диапазон использования, он применим при достаточно мягкой породе. При встрече с прослойкой более крепкой породы бурение затруднительно либо невозможно.

Напрашивается использование ударного импульса, как добавка к усилиям резания [4].

В таком случае речь идет о комбинированном вращательно-ударном способе бурения. Погружной пневмоударник, расположенный непосредственно у забоя скважины, обладает наилучшей передачей энергии удара на забой, а отработанный энергоноситель служит для очистки забоя от бурового шлама и выноса его из скважины. Скорость бурения практически не зависит от глубины скважины [5]. Для установки анкеров используются преимущественно скважины малого диаметра.

Создание пневмоударника для бурения скважин малого диаметра является достаточно сложной технической задачей ввиду того, что диаметр скважины жестко лимитирует поперечные габариты погружного пневмоударника и ограничивает возможности образования рабочих площадей ударника необходимой величины. Предъявляются повышенные требования к надежности машины. Это касается в основном стойкости ударных деталей пневмоударника – ударника и коронки. Ударник не должен быть ослаблен какими-либо внутренними каналами [6,7].

Объект исследования

В Институте горного дела СО РАН проводится поиск схем пневмоударников для анкерного бурения.

Предложена схема погружного пневмоударника (рис. 1), обладающая необходимыми качествами [8].

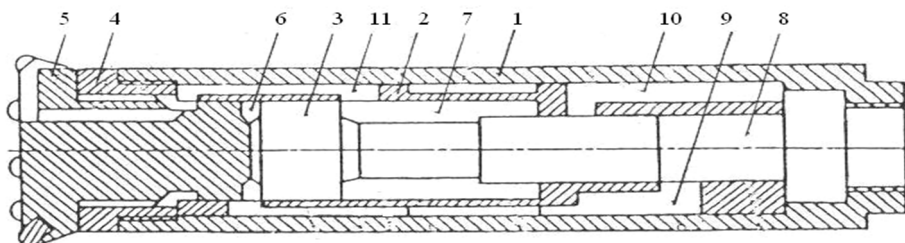


Рис. 1. Пневмоударник с ударником без внутренних каналов

1 – цилиндр; 2 – передняя гильза; 3 – ударник; 4 – шлицевая гайка; 5 – коронка; 6 – камера холостого хода; 7 – камера рабочего хода переменного давления; 8 – камера рабочего хода постоянного давления; 9 – питающий канал для камеры холостого хода; 10 – питающий канал для камеры рабочего хода переменного давления; 11 – выхлопной канал.

Сжатый воздух через камеру 8, канал 9 поступает в камеру холостого хода 6. Сжатого воздуха воздействует на рабочую площадь ударника 3 со стороны этой камеры, осуществляется холостой ход ударника. При движении на холостом ходу проточка хвостовика ударника открывает питающий канал 10 – осуществляется впуск сжатого воздуха в камеру 7 рабочего хода переменного давления. Под действием разницы сил со стороны камеры холостого хода 6 и камер

7 и 8 рабочего хода ударник совершает возвратно-поступательное движение, нанося в конце каждого цикла удар по торцу коронки 5. Выхлоп воздуха из камер 6 и 7 осуществляется через выхлопной канал 11 на забой скважины.

Хорошую износостойкость посадочных поверхностей обеспечивает закрытый тип пневмоударника, а также хорошую очистку забоя скважины от бурового шлама, предотвращая его переизмельчение. Соударение ударника с буровой коронкой по центру улучшает передачу энергии удара за счет уменьшения поперечных колебаний, и снижает напряжения в соударяющихся деталях из-за более равномерного распределения ударной нагрузки по их сечениям. Беззолотниковое воздухораспределение и простота конструкции обеспечивает надежную работу пневмоударника. Это дает возможность увеличивать энергетические параметры пневмоударника без особого риска поломки соударяющихся деталей.

Важно, что ударник не имеет внутренних каналов ввиду того, что он расположен в полости охватывающей его гильзы и все необходимые воздухораспределительные каналы выполнены в ее стенках. Наличие гильзы уменьшает степень использования поперечного сечения полости корпуса для образования рабочих площадей ударника. Повышение энергетических параметров конструкций, выполненных по данной схеме, возможно в основном за счет увеличения рабочего давления. Поэтому наиболее эффективное использование данной схемы будет при проектировании машины для работы на достаточно высоком давлении энергоносителя [9,10].

По данной схеме был изготовлен экспериментальный образец пневмоударника (рис. 2).



Рис. 2. Образец пневмоударника АШ45А.

Оборудование для исследования

В ИГД СО РАН создан комплекс оборудования, обеспечивающий бурение скважин диаметром 43-46 мм в крепких породах методом вращательно-ударного бурения.

Техническая характеристика бурового комплекса

Глубина бурения, м	до 100
Диаметр скважины, мм	43-46
Крепость горного массива, ед. (по Протодяконову М.М.)	до 14
Станок СБП	
Привод вращателя – мотор пневматический	MRVo50B51180ФО
Мощность привода, кВт	3,6

Скорость вращения, об/мин	2500
Скорость вращения штанги, об/мин	250
Крутящий момент на штанге, Нм	163
Усилие подачи, Н	7500
Рабочее давление воздуха, МПа	0.6
Управление процессом бурения	ручное
Масса станка без штанг и пульта управления, кг	90

В качестве вращателя и податчика бурового става на забой в комплексе используется буровой станок СБП (рис.3), а ударные импульсы обеспечиваются пневмоударником АШ-45А, оснащенный резцом породным БИ-746.

Комплекс испытывался на натурном стенде, расположенном на территории экспериментальной базы ИГД СО РАН «Зеленая горка». В процессе испытаний бурились скважины диаметром 46 мм в породах различной крепости. Испытаниями выявлено, что скорость бурения, полученная в ходе проведения экспериментальных работ, превышает значение скорости, определенной в результате аналитического решения задачи. Это объясняется тем, что разрушение горного массива при вращательно-ударном способе бурения происходит как от динамического воздействия на него буровым инструментом, так и вращательного резания. При этом, в результате удара лезвия бурового инструмента не только внедряются в массив на соответствующую глубину, но и способствуют возникновению в нем микротрещин, нарушающих целостность структуры массива и уменьшая его допускаемое напряжение на сжатие, что облегчает дальнейший процесс разрушения массива уже методом вращательного резания [11].



Рис.3. Станок буровой СБП на испытательной площадке

Результаты исследований

Методом съемки осциллограмм давлений в рабочих камерах пневмоударника и дальнейшей их обработки по известной методики [12] были определены параметры пневмоударника.

Техническая характеристика

Диаметр буримой скважины, мм	-	45
Рабочее давление, МПа	-	0,6
Глубина скважин, м	-	20 и более
Диаметр корпуса пневмоударника, мм	-	40
Длина пневмоударника, мм	-	737
Энергия единичного удара, Дж	-	12
Частота ударов, с ⁻¹	-	21
Ударная мощность, Вт	-	252
Расход воздуха, м ³ /мин	-	0.45

Пробное бурение на бетонном блоке показало, что скорость бурения с пневмоударником в 1,5 раза выше чем скорость бурения той же коронкой вращательным способом.

Проверка в производственных условиях

Пневмоударник АШ45А прошел испытания на шахте" УК Анжерская Южная" (рис. 4). Работа проводилась совместно с сотрудниками ИУУ СО РАН.



Рис.4. Пласт XXVII, блок №1, геологический разрез, конвейерный штрек 7-1-5

Бурили станком СБР (станок буровой ручной) (рис. 5). Бурились скважины диаметром 46 мм. глубиной 15 м.

По результатам хронометража за 167 мин пробурено 15,6 м, т.е. скорость бурения 0,093 м/мин с учетом износа и замены серийной коронки БИ 741. Опытные бурильщики положительно оценили работу бурового станка в сочетании с пневмоударником АШ45А, отметили значительное повышение производительности бурения (1,5 раза) и самое главное не «опрокидывается» буровая машина, тем самым создана более комфортная рабочая среда бурильщикам.



Рис.5. Испытания пневмоударника АШ 45А на станке СБР

Выводы

1. Разработка техники для комбинированного вращательно-ударного способа бурения соответствует потребностям производства, позволяет расширить возможности имеющего оборудования. Для проходки анкерных скважин требуется создание бурового инструмента сверх малого диаметра, что составляет специфику данной работы.

2. Используя оборудование вращательного бурения необходимо создавать условия для работы погружного пневмоударника, вносить новые элементы в конструкцию. Результаты промышленных испытаний показали перспективность использования пневмоударника АШ45А.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клишин В.И. Развитие бурового оборудования для угольных шахт / Клишин В.И. и др. // В сб. Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды. Труды конференции. Новосибирск. 2007.
2. Кондратенко А.С. Перспективы направленного бурения прочных горных пород / Кондратенко А.С., Тимонин В.В., Патутин А.В. //ФТПРПИ. – 2016. - № 1. с. 124 – 131
3. Абраменков Э.Д., Абраменков Д.Э. Пневматические механизмы машин ударного действия. Новосибирск. Издательство Новосибирского университета. 1993.
4. Медведев И.Ф. Режимы бурения и выбор буровых машин. Москва. Недра. 1968.
5. Клишин В.И., Кокоулин Д.И., Фокин Ю.С., Репин А.А. Развитие бурового оборудования для угольных шахт. В сб. Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды. Труды конференции. Новосибирск. 2007.
6. Алексеев С.Е. Создание малогабаритного погружного пневмоударника для проходки исследовательских скважин / Алексеев С.Е., Тимонин В.В., Кокоулин Д.И., Шахторин И.О., Кубанычбек Б. // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – 2015. - № 2.
7. Суднишников Б.В., Есин Н.Н., Тупицын К.К. Исследование и конструирование пневматических машин ударного действия. – Новосибирск.: Наука, 1985.

8. Пат. РФ № 2311521. Погружной пневмоударник /А.А. Репин и др. Опубл. 27.11.2007. Бюл. № 33
9. Репин А.А., Алексеев С.Е. Создание пневмоударников для работы на повышенном давлении энергоносителя // Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды. Т. III. Машиноведение. – Новосибирск: ИГД СО РАН, 2010. –С.61-70.
- 10.. Тимонин В.В., Алексеев С.Е., Кокоулин Д.И. Испытания импортозамещающих погружных пневмоударников высокого давления. / Международная научная конференция ИНТЕРЭКСПО ГЕО – СИБИРЬ – 2019, т 2 № 5, Новосибирск, 2019 С. 57 -66.
- 11 В.А. Еременко, В.Н. Карпов, В.В. Тимонин, Н.Г. Барнов, И.О. Шахторин. Основные направления развития бурового оборудования для системы разработки с этажным принудительным обрушением руды – ФТПРПИ. - № 6. – 2015.
12. Есин Н.Н. Методика исследования и доводки пневматических молотков. Новосибирск. Редакционно-издательский отдел Сибирского отделения АН СССР. 1965.

© С. Е. Алексеев, Б. Кубанычбек, 2025