

DOI: 10.25558/VOSTNII.2018.8.63.009

УДК 622.24.051.5:001.891.53

© П.Д. Крестовоздвиженский, В.А. Корнеев, П.А. Корнеев, 2018

П.Д. КРЕСТОВОЗДВИЖЕНСКИЙ

канд. техн. наук, ведущий инженер
ФИЦ УУХ СО РАН, г. Новокузнецк
e-mail: krepash@yandex.ru



В.А. КОРНЕЕВ

канд. техн. наук, доцент,
заведующий лабораториями кафедры
ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк
e-mail: korneev_va@list.ru



П.А. КОРНЕЕВ

заведующий лабораторией кафедры
ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк
e-mail: pustelli@mail.ru



РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ БУРОВЫХ РЕЗЦОВ

В статье описана разработка экспериментального стенда для исследования конструкций буровых резцов. Приведены его принципиальная и функциональная схемы, указаны основные технические параметры и характеристики. Описан процесс испытания конструкций буровых резцов на разработанном экспериментальном стенде.

Статья подготовлена при поддержке Минобрнауки России, Соглашение № 14.607.21.0028 от 05.06.2014.

Ключевые слова: БУРОВОЙ РЕЗЕЦ, ГОРНАЯ ПОРОДА, БУРЕНИЕ, СТЕНД, ШТАНГА, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ИСПЫТАНИЯ.

Введение

При вращательном бурении шпуров рабочим инструментом, воздействующим на горную породу с целью ее разрушения, является буровой резец. В процессе бурения сам инструмент подвергается высоким нагруз-

кам, определяющимся физико-механическими свойствами горных пород и режимом бурения. Актуальными при этом становятся две задачи — обеспечение существенно более высокой прочности используемого инструмента по сравнению с прочностью горных пород и создание такого горного инструмента, при ко-

тором будет обеспечена наименьшая энергоёмкость процесса разрушения горной породы.

Решение выше приведенных задач требует наличия лабораторного бурильного станда, способного фиксировать всю совокупность технологических показателей процесса бурения. Разработке конструкции такого станда посвящена настоящая статья. Изложенная в ней информация может быть полезна научным сотрудникам, занимающимся проектированием и изготовлением испытательных средств для оценки новых конструкций горного инструмента.

Стенд для испытания опытных образцов буровых резцов

В процессе выполнения прикладных научных исследований [1–4] по разработке экспериментальных конструкций комбинированного горного инструмента с применением сверхтвёрдых композиционных материалов был разработан лабораторный станд для испытания опытных образцов буровых резцов (рисунок 1).



Рис. 1. Общий вид бурового станда

Стенд состоит из следующих основных частей (рисунок 2): цилиндра подачи вращателя на забой — 1, силовой рамы — 2, вращателя — 3, буровой штанги с резцом — 4, козырька защитного — 5, стола с горной породой (бетонным блоком) — 6, системы сбора данных (на рисунке 2 не показана).

Выбор основных характеристик станда основывался на моделировании условий, возникающих при бурении горных пород с коэффициентом крепости 6-12, пневматическими анкероустановщиками.

Частота вращения определялась из зависимости [5]

$$n_{opt} = \frac{2200}{f},$$

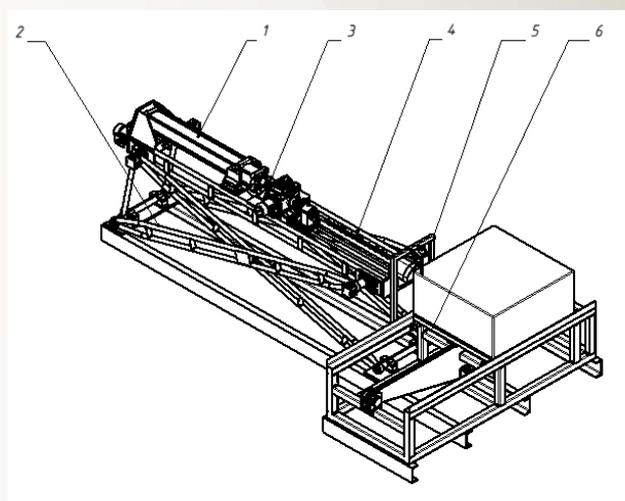


Рис. 2. Принципиальная схема бурового станда

где f — коэффициент крепости по проф. М.М. Протодяконову.

В качестве исходных значений был выбран интервал изменения частоты вращения 165-334 об/мин. Крутящий момент на шпинделе вращателя испытательного стенда, соответственно, составил 126-214 Н·м.

Выбор усилия подачи резца на забой соответствует характеристикам переносных анкероустановщиков типа Rambor/Wombat, применяемых в настоящее время на угледобывающих предприятиях, и составляет 12 кН.

Основные технические данные и характеристики стенда приведены в таблице.

Основные технические данные и характеристики стенда

Наименование параметров	Данные
Количество шпинделей, шт.	1
Предельная частота вращения шпинделя n_{max} , об/мин.	165-334
Регулирование частоты вращения шпинделя	бесступенчатое
Передача вращения на шпиндель	через шпонку
Закрепление испытываемых резцов	вручную
Привод стенда: электродвигатель мощность, кВт частота вращения, об/мин.	АИР112М4 5,5 2905
Габаритные размеры стенда, мм: длина ширина высота	5427 2334 1682
Масса стенда, кг	1500

На рисунке 3 приведена функциональная схема разработанного бурового стенда.

При проведении испытаний регистрируются следующие параметры: перемещение резца, усилие подачи, скорость вращения и крутящий момент. Совокупность этих параметров представляется оператору в виде диаграммы (рис. 4).

При работе стенда в интервале времени от 0 до 30 секунд происходит запуск системы и выход оборудования на установившийся режим, при этом линия графика представлена широкой полосой, т. е. содержит «шумы», связанные как с трением и вибрациями при подаче, так и с частичным контактом перьев резца с горной породой. В интервале 30-75 секунд

производится бурение, а в интервале 75-110 секунд происходит вывод резца из контакта с породой и отвод привода в заднее крайнее положение.

Комплекс записи и анализа данных получает информацию с датчика усилия, датчика перемещения и мотор-редуктора. В мотор-редуктор встроен частотный регулятор оборотов, который позволяет определять частоту вращения бурового резца. Очистка шпура от буровой мелочи осуществляется путем подачи воды из системы водоснабжения. В процессе вращательного бурения штанга с закрепленным на ней резцом разрушает песчано-цементный блок или образец горной породы, располагающийся на столе стенда.

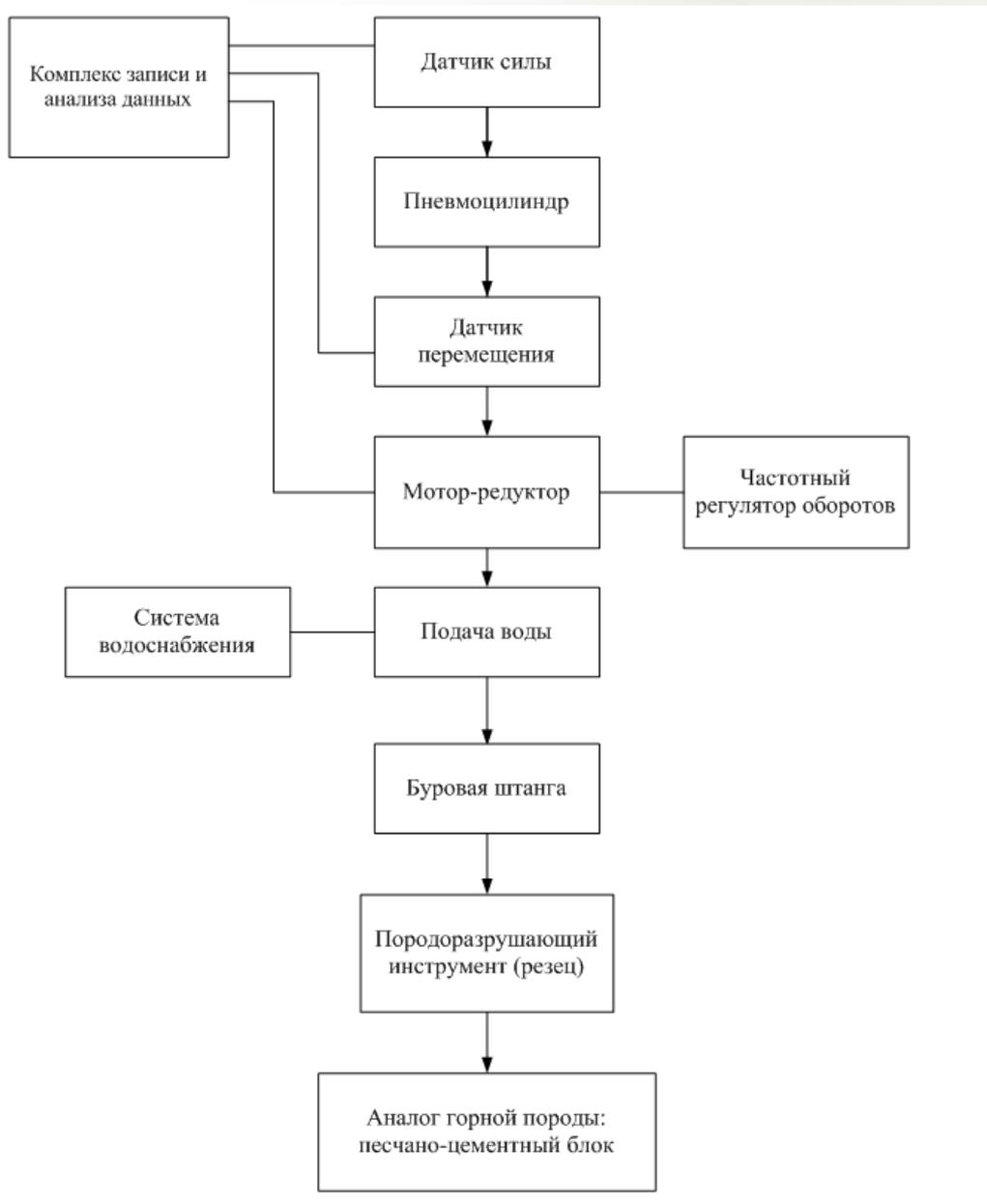


Рис. 3. Функциональная схема бурового стенда

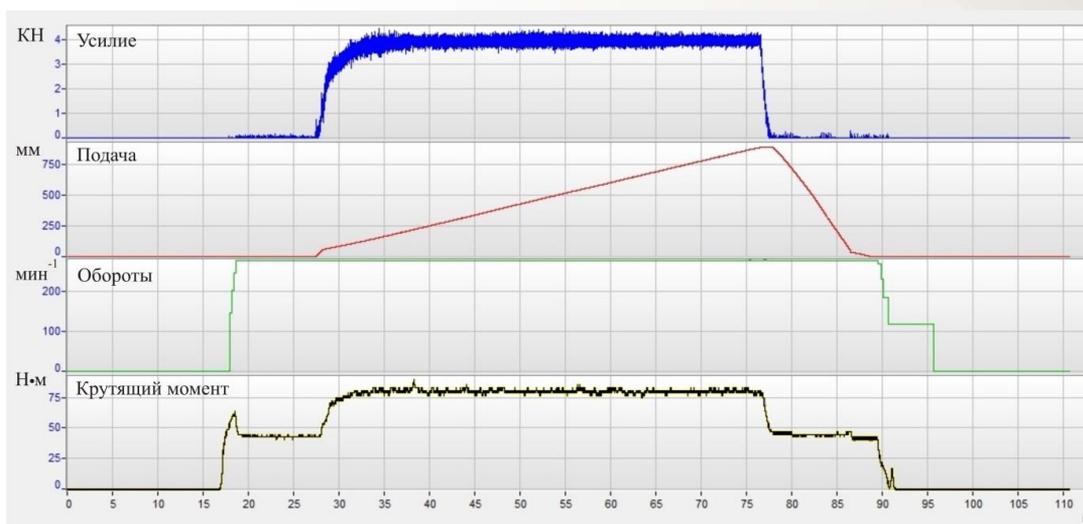


Рис. 4. Диаграмма регистрируемых параметров

Комплектация стенда

Основное оборудование, входящее в комплектацию стенда, включает в себя: измерительный модуль Q.bloxx A107, тест-контроллер Q.gate IP, программное обеспечение test.commander, датчик измерения усилия 1720 (20 кН) и тросовый датчик измерения перемещения RX50-1000-1R-КА-L05.

В процессе работы стенда сигналы с датчика измерения усилия, датчика перемещения и частотного регулятора оборотов, встроенного в мотор-редуктор, передаются в измерительный модуль Q.bloxx, который после преобразования осуществляет их передачу на тест-контроллер Q.gate IP. Тест-контроллер служит для синхронизированного сбора данных с последующей передачей их на ЭВМ.

К стенду прилагается программное обеспечение test.commander, которое позволяет конфигурировать систему, состоящую из тестового контроллера и измерительного модуля. Для конфигурирования применяется стандартный интерфейс Ethernet. Программа test.commander выполняет функцию FTP-клиента для чтения и записи конфигурационных файлов и, таким образом, имеет доступ ко всем параметрам измерительной системы экспериментального стенда. В приложение к test.commander добавлено конфигурационное программное обеспечение ICP 100. Интегрированный test.viewer выполняет визуализацию и анализ измеряемых данных даже при конфигурировании.

Этапы проведения испытаний конструкций буровых резцов на стенде

Проведение испытаний конструкций буровых резцов на стенде осуществляется в нижеприведенном порядке.

Подготавливается песчано-цементный блок или образец горной породы. Смесь для песчано-цементного блока выбирается исходя из выбранной крепости горной породы, имитируемой песчано-цементным блоком. Физические параметры блока перед испыта-

ниями проверяются в профильной лаборатории с целью установления коэффициента крепости по шкале профессора М.М. Протодьяконова и показателя абразивности. Песчано-цементный блок устанавливается на стол стенда и закрепляется.

Включается система сбора и обработки данных на стенде. Испытание резцов производится в автоматическом цикле. Подготавливается партия резцов для испытания и буровая штанга. Привод отводится в крайнее положение. Устанавливается штанга в шпиндель, после чего закрепляется резец на головной части штанги. С помощью пневмозажимов устанавливается оптимальное положение штанги с резцом относительно блока разрушаемой породы. На пульте управления устанавливается число оборотов шпинделя в минуту исходя из диаметра и рабочей скорости испытываемого резца (по таблицам чисел оборотов шпинделя, расположенным на пульте управления). Контроль скорости вращения шпинделя производится при помощи указателя скорости, находящегося на пульте управления частотного преобразователя. Во время работы бурового устройства оператор следит за показателями на пульте управления. По окончании выдвигания лафета оператор на пульте управления переключает движение в обратную сторону и после выхода резца из разрушаемого блока останавливает работу бурового стенда. Установка и снятие резцов производится вручную.

Шпиндель получает вращение от электродвигателя через редуктор. Бесступенчатое регулирование чисел оборотов шпинделя обеспечивается комплектным частотным преобразователем. Радиальную динамическую нагрузку на шпиндель воспринимают две пары шарикоподшипников, установленных в редукторе.

Вывод

Разработанный в ходе выполнения прикладных научных исследований буровой стенд позволил произвести оценку экспериментальных конструкций резцов для вра-

щательного бурения шпуров по различным параметрам их работы [3]. Особую актуальность проделанная работа приобретает в связи с выходом нового ГОСТа на буровые резцы для пневматических и гидравлических анкероустановщиков [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обоснование направлений существенного повышения эффективности разрушения горных пород инструментом, оснащенным вставками из сверхтвердых композиционных материалов / Л.Т. Дворников, В.И. Клишин, С.М. Никитенко и др. // Научно-технические разработки и использования минеральных ресурсов: Сб. науч. ст. Новокузнецк, 2016. С. 540–545.
2. Дворникова Л.Т., Корнеев В.А., Корнеев П.А. Экспериментальная оценка ресурса и энергоёмкости процесса разрушения горных пород при использовании новых конструкций буровых резцов, оснащенных вставками из сверхтвердых композиционных материалов // Научно-технические разработки и использования минеральных ресурсов: Сб. науч. ст. Новокузнецк, 2017. С. 211–217.
3. Dvornikov L.T., Klishin V.I., Nikitenko S.M., Korneyev V.A. Experimental designs of a combined tool using super-hard composite materials for effective destruction of mine rocks // Eurasian mining. 2018. № 1(29). P. 22–26.
4. Исследование энергоёмкости вращательного бурения шпуров под анкерное крепление / В.А. Корнеев, В.В. Чаплыгин, П.Д. Крестовоздвиженский и др. // Горное оборудование и электромеханика. 2017. № 4. С. 36–40.
5. Алимов О.Д., Дворников Л.Т. Бурильные машины. М.: Машиностроение, 1976. 295 с.
6. ГОСТ Р 58201–2018. Горное дело. Резцы буровые для пневматических и гидравлических анкероустановщиков. Общие технические условия. Введ. 01.01.2019. М.: Стандартинформ, 2018. 19 с.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2018.8.63.009

UDC 622.24.051.5:001.891.53

© P.D. Krestovozdvizhenskiy, V.A. Korneev, P.A. Korneev, 2018

P.D. KRESTOVOZDVIZHENSKIY

Candidate of Engineering Sciences, Leading Engineer

The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of SB RAS, Novokuznetsk

e-mail: krepash@yandex.ru

V.A. KORNEEV

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Head of the Department laboratories

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk

e-mail: korneev_va@list.ru

P.A. KORNEEV

Head of the Department laboratory

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk

e-mail: pustelli@mail.ru

DESIGNING OF THE EXPERIMENTAL STAND FOR BORING BIT CONSTRUCTION RESEARCH

The designing of experimental stand for boring bit construction research is described in the paper. Its principal and functional diagrams are presented; the main technical parameters and characteristics are given. The process of drilling tools design testing on the developed experimental stand is described.

The publication was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation as a part of the Federal Target Program. Agreement № 14.607.21.0028 dated 6 May 2014.

Keywords: BORING BIT, ROCK, DRILLING, STAND, SOFTWARE, EXPERIMENTS.

REFERENCES

1. Dvornikov L.T., Klishin V.I., Nikitenko S.M. Substantiation of directions of significant efficiency increase of rock fracture by tools equipped with super hard inserts from composite. Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispolzovaniya mineralnykh resursov = High Technologies for the development and use of mineral resources. Col. of art. Novokuznetsk, 2016. pp. 540–545. (In Russ.).
2. Dvornikov L.T., Korneev P.A. Experimental assessment of the resource and energy intensity of the destruction process of rocks when using new designs of drilling tools equipped with inserts of superhard composite materials. High technologies of development and use of mineral resources: Sat. scientific st. Novokuznetsk, 2017. pp. 211–217. (In Russ.).
3. Dvornikov L.T., Klishin V.I., Nikitenko S.M., Korneyev V.A. Experimental designs of a combined tool using super-hard composite materials for effective destruction of mine rocks. Eurasian mining. 2018. № 1(29). pp. 22–26. (In Russ.).
4. Korneev V.A., Chaplygin V.V., Krestovozdvizhensky P.D. Investigation of the Energy Intensity of Rotary Drilling of Holes for Anchorage. Gornoe oborudovanie i elektromehanika = Mining equipment and electromechanics. 2017. № 4. pp. 36–40. (In Russ.).
5. Alimov O.D., Dvornikov L.T. Boring machines. Moscow: Mashinostroenie, 1976. 295 p. (In Russ.).
6. GOST R 58201–2018. Mining. Cutters boring for pneumatic and hydraulic roof bolt setters. General technical specifications. Enforced 01.01.2019. Moscow: Standardinform, 2018. 19 p.