

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ДЕЛА

№2 (8) ноябрь 2019 г.

Научно-технический журнал

Учредитель: ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»

Основан
в 2016 году

Выходит
2 раза в год

О журнале

Научно-технический журнал содержит публикации по результатам теоретических, экспериментальных и научных исследований в разных областях горного дела.

Предназначен для специалистов в области геологии, маркшейдерского дела и геометрии недр, геотехнологии (подземной, открытой, строительной), обогащения полезных ископаемых. Может быть полезен магистрам, аспирантам, студентам старших курсов соответствующих специальностей.

Основные направления журнала: горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр, геотехнология (подземная, открытая и строительная), горные машины, обогащение полезных ископаемых.

Редакционная коллегия

Гавришев Сергей Евгеньевич – гл. научный редактор, проф., д-р техн. наук (ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»); г. Магнитогорск, Россия;

Галиев Сейтгали Жолдасович – член-корреспондент НАН РК, проф., д-р техн. наук, заместитель председателя Правления АО «Казахстанский институт развития индустрии», г. Караганда, Казахстан;

Шамшиев Орунбай Шамшиевич – проф., д-р геол.-минерал. наук, директор КГТУ им. И.Раззакова, г. Кызыл-Кия, Кыргызстан;

Горбатова Елена Александровна – доц., д-р геол.-минерал. наук (ФГУ «ВИМС»); г. Москва, Россия;

Калмыков Вячеслав Николаевич – проф., д-р техн. наук (ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»); г. Магнитогорск, Россия;

Голик Владимир Иванович – проф., д-р техн. наук (ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)»), г. Владикавказ, Россия.

Контакты

Главный редактор:

Емельяненко Елена Алексеевна - доц., канд. техн. наук
(ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»), тел.: (3519) 29-85-40

Заместитель главного редактора:

Романько Елена Александровна – доц., канд. техн. наук
(ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»), тел.: (3519) 29-85-40

Адрес редакции:

455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. Тел.: (3519) 29-85-40. E-mail: mdig@magtu.ru

Адрес издателя:

455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. К. Маркса, 45/2,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», издательский центр

Адрес типографии:

455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», участок оперативной полиграфии

Подписано к печати 28.06.2019. Заказ 185. Тираж 100 экз. Цена свободная.

16+, в соответствии с Федеральным Законом от 29.12.10. №436-ФЗ.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ (ПОДЗЕМНАЯ, ОТКРЫТАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ)

Гапонова И.В.	3
Обоснование конструкции уступов верхних горизонтов карьера для формирования техногенного георесурса и реализации его потенциала	
Голик В.И., Дмитрак Ю.В., Габараев О.З., Бурдзиева О.Г.	10
Экологические риски при добыче руд в горах	
Дмитрак Ю.В., Габараев О.З., Стась П.П., Бурдзиева О.Г.	19
Показатели качества разработки рудных месторождений	
Кузьмин С.Л., Салько О.Ю.	26
Обоснование технологии временного внутреннего отвалообразования для регулирования режима горных работ на Качарском карьере АО ССГПО	
Стась Г.В., Дмитрак Ю.В., Габараев Г.О., Бурдзиева О.Г.	34
Природное выщелачивание руд	
Якшина В.В.	41
Способы создания и гидроизоляции техногенной емкости с использованием пород вскрыши	

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Корнеев П.А., Корнеев В.А.	48
Современное состояние изученности вращательного бурения шпуров в отечественной науке	

УДК 622.233.4/.6

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ ШПУРОВ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКЕ**Корнеев П.А., Корнеев В.А.**

Аннотация. В статье приведено современное состояние изученности вращательного способа бурения шпуров в отечественной науке. Обозначены периоды проведения исследований вращательного бурения шпуров с выделением характеристик каждого периода. Приведены исследователи вращательного бурения шпуров на каждом периоде.

Ключевые слова: шпур, вращательное бурение, горная выработка, буровой резец, конструкция бурового резца.

Российская Федерация является одним из мировых лидеров в области добычи угля. Добыча угля ведется как открытым, так и подземным способом. Одним из основных процессов при добыче полезных ископаемых подземным способом является крепление горных выработок, которое осуществляется в основном с использованием сталеполимерных и механических анкеров. Крепление горных выработок сопровождается бурением шпуров. По данным авторов этой статьи, в настоящее время анкерное крепление горных выработок составляет примерно 93 % от всего крепления. Остальная часть – 7 % приходится на использование арочной крепи. По оценке авторов [1], в среднем, в месяц, потребность угольных шахт в буровых резцах в России составляет около 40-50 тыс. шт. для бурения шпуров под анкерное крепление и около 2000 шт. резцов диаметром 42 мм для проведения буровзрывных работ. Стоит отметить, что бурение шпуров для буровзрывных работ производится крайне редко ввиду снижения общего объема этих работ при переходе на комбайновую проходку горных выработок.

Угольные месторождения разнообразны по условиям залегания и по физико-механическим свойствам горных пород, ввиду этого глубина буримых шпуров под анкерную крепь колеблется в пределах от 1,5 м (при креплении бортов) и до величины порядка 10 м (при креплении кровли канатными анкерами). Диаметр шпуров составляет до 43 мм.

Одним из основных преимуществ вращательного способа бурения является непрерывность подачи энергии на разрушение горной породы [2]. При современной буровой технике и конструкциях буровых резцов применение вращательного способа бурения эффективно лишь в горных породах с коэффициентом крепости $f \leq 10$ по шкале проф. М.М. Протодяконова (рис. 1) [3]. В остальных же случаях применяется вращательно-ударный и ударно-поворотный способы бурения.

Распространение бурения вращательным способом на горные породы с коэффициентом крепости $f > 10$ является актуальной задачей горного производства. В настоящее время делаются попытки ее решения посредством повышения прочности лезвий бурового инструмента за счет армирования новыми материалами, например техническими алмазами.

Современная теория вращательного бурения шпуров была создана в результате объемных теоретических и экспериментальных исследований. У истоков изучения механизма вращательного бурения шпуров стояли такие исследователи, как: Дерягин А.В., Асикритов М.Д., Островский А.П., Родионов Г.В., Володченко В.И., Эпштейн Е.Ф., Суханов А.Ф., Михайлов В.Г., Дворников Л.Т. и др.

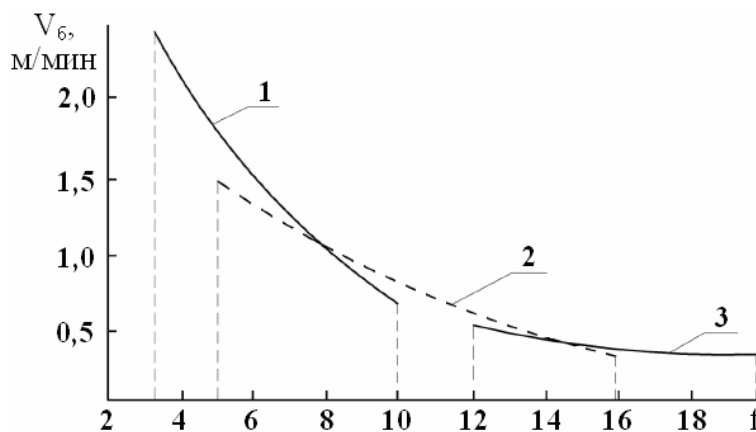


Рис. 1. Влияние крепости горной породы f на скорость бурения V_6 при различных способах:

1 – вращательный, 2 – вращательно-ударный, 3 – ударно-поворотный

Процесс развития представлений о физических основах вращательного бурения может быть условно представлен в виде последовательных периодов, характеризующихся различной направленностью исследований (см. таблицу). Так, исследователи в 30-е годы 20 века ставили своей целью решение сугубо практической задачи по оценке эффективности работы электросверл для бурения шпуров в различных условиях.

К началу 50-х годов стало очевидно, что исследование процесса вращательного бурения должно носить более глубокий характер. В результате проведенных научных изысканий различными исследователями к концу 60-х годов 20 века был накоплен обширный экспериментальный материал. Его обобщение и анализ позволили выявить основные коренные зависимости, описывающие процесс бурения.

Были установлены нелинейные связи между главными параметрами процесса вращательного бурения шпуров. Введены понятия оптимальной частоты вращения рабочего инструмента, оптимального усилия подачи, оптимальной подачи инструмента на оборот [4].

Конец 20 века ознаменовался началом широкого использования новых типов бурильных машин значительной мощности. Помимо этого, практика ведения горных работ потребовала бурения шпуров малого диаметра, порядка 30 мм, для проведения анкерного крепления. Все это способствовало дальнейшим исследованиям, направленным на повышение эффективности вращательного бурения и создание новых конструкций буровых резцов.

Успехи науки в области создания сверхтвердых материалов способствовали разработке конструкций буровых резцов на их основе. Использование такого инструмента способно расширить границы вращательного бурения на горные породы с коэффициентом крепости $f > 10$.

В настоящее время разработка и внедрение новых конструкций буровых резцов на основе сверхтвердых композиционных материалов является современным трендом развития технологии вращательного бурения шпуров. Решением этих задач также занимаются авторы настоящей статьи [25].

Исследования процесса вращательного бурения шпуров

Период проведения исследований	Характеристика исследований	Исследователи
1935 – 1939 гг.	Апробация электросверл в условиях шахт; определение главных параметров, характеризующих процесс вращательного бурения (скорость бурения, осевое усилие, мощность), и сравнение по ним эффективности использования электросверл в различных условиях	А.В. Дерягин, М.Д. Асикритов, А.П. Островский, Г.В. Родионов, В.И. Володченко [4] и др.
1940 – 1949 гг.	Анализ режимов работы электросверл в лабораторных условиях; выявление взаимосвязей между главными параметрами процесса бурения	Е.Ф. Эпштейн [5], А.Ф. Суханов, В.Г. Михайлов [4] и др.
1950 – 1962 гг.	Обоснование физических основ процессов разрушения горных пород при вращательном бурении. Попытки установления рациональных соотношений между параметрами процесса бурения и широкие лабораторные исследования режимов вращательного бурения шпуров	Л.А. Шрейнер [6], А.Д. Имас [7], В.В. Царицын, М.К. Цехин, Ю.К. Аликин [4], Г.Н. Покровский [8], Г.П. Верескунов [9], А.Н. Волков, Е.И. Рудавский, П.Н. Июдин [4] и др.
1963 – 1966 гг.	Попытки обобщений результатов исследований главных параметров в зависимости от механических свойств горных пород	Л.Т. Дворников [10], Е.Н. Чайковский, В.Г. Загороднюк, В.А. Яцкевич [4] и др.
1967 – 1979 гг.	Поиск коренных зависимостей, описывающих процесс бурения	А.П. Таран [11], П.М. Алабужев, Б.А. Шеховцов, С.Ф. Воротников, Г.М. Маслюк, Г.И. Яковлев, Л.М. Васильев [4], Г.И. Карпенко [12], М.Г. Крапивин [13], В.И. Ивин [14], Л.Т. Дворников [15], А.И. Шубный [16], Е.И. Суслов [17] и др.
1980 – 1997 гг.	Дальнейшие исследования закономерностей механического разрушения горных пород при бурении. Разработка новых конструкций буровых резцов	Н.Н. Буренков [18], М.Г. Крапивин, Е.И. Суслов [19], В.В. Ленченко [20], Н.И. Сысоев, И.Я. Раков [21] и др.
1998 – 2013 гг.	Поиск путей повышения эффективности вращательного бурения. Исследования, направленные на расширение границ использования вращательного бурения на горные породы повышенной крепости и абразивности	С.Г. Мирный [22], Н.И. Сысоев [23], Ю.Ф. Литкевич [24] и др.
2014 г. – и позже	Использование средств компьютерного моделирования для исследования процесса вращательного бурения шпуров. Дальнейшие исследования, направленные на разработку новых конструкций буровых резцов	Л.Т. Дворников [25], Д.А. Гринько, Н.И. Сысоев [26], Н.Н. Буренков [27] и др.

Список литературы:

1. Дворников Л.Т., Корнеев В.А., Корнеев П.А. Экспериментальная оценка ресурса и энергоемкости процесса разрушения горных пород при использовании новых конструкций

буровых резцов, оснащенных вставками из сверхтвердых композиционных материалов // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2017. № 3. С. 211-217.

2. Крюков Г.М. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании. Том 1. М.: Горная книга, 2006. 330 с.

3. Гринько Д.А. Метод расчета и поддержания рациональных режимных параметров бурильной машины мехатронного класса: дис. ... канд. техн. наук. Новочеркасск, 2015. 158 с.

4. Алимов О.Д., Дворников Л.Т. Бурильные машины. М.: Машиностроение, 1976. 295 с.

5. Эпштейн Е.Ф. Теория бурения – резания горных пород твердыми сплавами. Л.: ГОНТИ, 1939. 180 с.

6. Шрейнер Л.А. Физические основы механики горных пород. М.; Л.: Гостоптехиздат, 1950. 212 с.

7. Имас А.Д. Работы по внедрению рациональных технологических режимов разрушения углей и боковых пород горными машинами // Разрушение углей и пород. 1958. С. 241-270.

8. Покровский Г.Н. Основные закономерности при вращательном бурении шпуров с постоянным усилием подачи // Труды ЗСФ АН СССР. 1957. Вып. №19. С. 219-258.

9. Верескунов Г.П. Исследование режимов вращательного бурения шпуров в крепких породах: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Днепропетровск, 1955. 18 с.

10. Дворников Л.Т. Исследование некоторых вопросов вращательного бурения шпуров в горных породах средней крепости: дис. ... канд. техн. наук. Томск, 1963. 292 с.

11. Таран А.П. Исследование процесса стружкообразования и удаления водой и воздухом мелочи при вращательном бурении шпуров: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Кемерово, 1967. 27 с.

12. Карпенко Г.И. Исследование основных факторов, влияющих на износостойкость инструмента для вращательного бурения шпуров: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 1969. 15 с.

13. Исследование тепловых явлений при вращательном бурении шпуров / Крапивин М.Г., Иванов А.А., Петров Н.Г., Родионов Н.С. // Взрывное дело. Бурение скважин и шпуров для взрывных работ. 1978. Сборник №79/36. С. 192-195.

14. Ивин В.И. Исследование с целью создания научных основ расчета и проектирования режущего инструмента вращательного бурения шпуров: дис. ... канд. техн. наук. Фрунзе, 1970. 185 с.

15. Дворников Л.Т. Исследование режимов бурения шпуров в горных породах машинами вращательного и вращательно-ударного действия: дис. ... д-ра техн. наук. Фрунзе, 1973. 319 с.

16. Шубный А.И. Исследование влияния свойств горных пород на оптимальные параметры вращательного бурения шпуров: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 1973. 19 с.

17. Суслов Е.И. Исследование влияния свойств металлокерамических твердых сплавов WC-Co на стойкость инструмента при вращательном бурении крепких пород: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 1968. 17 с.

18. Буренков Н.Н. Совершенствование инструмента и разработка устройства по его замене с целью повышения производительности самоходных бурильных установок: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новочеркасск, 1986. 17 с.

19. Резец для вращательного бурения шпуров: а. с. 899914 СССР. №2742122/22-03 / Крапивин М.Г., Иванов А.А., Фетисов В.М., Ленченко В.В., Петров Н.Г., Родионов Н.С., Ромашкин А.С., Анохин В.И., Суслов Е.И.; заявл. 28.03.79; опубл. 23.01.82, Бюл. №3. 2 с.

20. Ленченко В.В. Основные закономерности механического разрушения пород при бурении шпуров // Научно-технические проблемы разработки месторождений, строительства и охраны горных выработок. 1997. С. 150-164.

21. Крапивин М.Г., Раков И.Я., Сысоев Н.И. Горные инструменты. М.: Недра, 1990. 256 с.

22. Мирный С.Г. Обоснование и выбор рациональной частоты вращения штанги машин для сверления шпуров в породах повышенной крепости и абразивности: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новочеркасск, 2005. 21 с.

23. Сысоев Н.И., Мирный С.Г. Повышение эффективности процесса бурения шпуров машинами вращательного действия за счет поддержания частоты вращения на оптимальном уровне // ГИАБ. 2004. №11. С. 259-262.

24. Литкевич Ю.Ф. Исследование подачи, скорости бурения и коэффициента полезного действия при вращательном бурении шпуров // Новые технологии управления движением технических объектов. 2003. С. 59-65.

25. Dvornikov L. T., Klishin V. I., Nikitenko S. M., Korneyev V. A. Experimental designs of a combined tool using superhard composite materials for effective destruction of mine rocks // Eurasian mining. 2018. №1(29). P. 22-26. DOI: 10.17580/em.2018.01.05

26. Сысоев Н.И., Гринько Д.А., Гринько А.А. Обоснование критерия управления частотой вращения резцов для сверления шпуров // Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горношахтного и нефтеперерабатывающего оборудования. 2014. Т.1. №1. С. 71-75.

27. Сысоев Н.И., Буренков Н.Н., Чу Ким Хунг. Выбор рациональных параметров режущей части буровых резцов с помощью метода конечных элементов // Горное оборудование и электромеханика. 2015. № 6. С. 34-38.

Сведения об авторах

Корнеев Петр Александрович – зав. лабораторией кафедры геотехнологии, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Новокузнецк, Россия. E-mail: pustelli@mail.ru.

Корнеев Виктор Александрович – канд. техн. наук, доц., зав. лабораторией кафедры прикладных информационных технологий и программирования, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Новокузнецк, Россия. E-mail: korneev_va@list.ru.