

8. Пат. 1466306. Россия. МКИ Е 21 В25/02. Колонковый снаряд. Брылин В.И., Пикунов С.В. Заявлено 26.03.1987. Бюл. № 30. – 1996.
9. Технология бурения комплексом ССК-59 с применением жесткой компоновки ЖК-840-7. – Инфор. листок ВК ЦНТИ.: Усть-Каменогорск, 1983 г. – 4 с.
10. Уржумов А.И. Механический вибратор для ССК//Разведка и охрана недр. – 1986. – № 4. – С. 33 – 35.

ВОЗМОЖНОСТЬ КОМБИНИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНО-МЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА БУРЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

**В.Ф.Важов, С.Ю.Дацкевич, М.Ю.Журков, В.М.Муратов,
Джеффрис Б.**

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время нет универсального способа, обладающего способностью разрушать горные породы различной крепости с достаточной высокой эффективностью. Неизбежным недостатком наиболее распространенных механических способов разрушения являются высокие удельные энергозатраты, малая стойкость и высокий износ породоразрушающего инструмента, ярко выраженная зависимость показателей разрушения от крепости породы.

Весьма перспективным является электроимпульсный (ЭИ) способ разрушения и бурения горных пород, предложенный и разрабатываемый в Томском политехническом университете (Россия) [3,5]. Разрушающим инструментом ЭИ способа является плазма канала разряда в толще породы. В самой сущности ЭИ способа заложена возможность достижения более высокой эффективности разрушения в сравнении с механическими способами.

Каждый отдельно взятый способ разрушения обладает определенными недостатками и не является универсальным. Комбинируя, объединяя различные способы, получают новые. При этом удается устранить некоторые недостатки и сохранить достоинства, в

результате чего комбинированные способы приближаются к универсальному способу разрушения [4].

Известно, что ЭИ бурение горных пород осуществляется неподвижной многоэлектродной системой, что исключает применение других способов разрушения, в частности механических [5]. В [1] предложено и реализовано резание горных пород непрерывно перемещающейся двухэлектродной системой, что позволило в буровом наконечнике размещать устройства для механического разрушения горной породы. При этом возможно бурение сплошным забоем и с получением керна. Предполагается, что вследствие развитого трещинообразования и большой шероховатости забоя после ЭИ разрушения будет значительно облегчено механическое разрушение.

Целью работы является исследование возможности бурения горных пород комбинированным электроимпульсно-механическим (разрядно-механическим) способом.

Исследования проводились на лабораторной установке, которая позволяла вращать буровой наконечник с заданной скоростью, изменять силу давления на наконечник в диапазоне $0 \div 8000$ Н, осуществлять промывку скважины. В качестве промывочной жидкости использовалась вода. Общий вид бурового наконечника представлен на рис.1. Для ЭИ разрушения применялся генератор импульсных напряжений (ГИН) с номинальным напряжением 240 кВ, что позволяло реализовать расстояние между электродами $S=20$ мм. Время воздействия напряжения до пробоя составляло $\tau \approx (0,25 \div 0,30) \times 10^{-6}$ с, а энергия в разряде $W = 120$ Дж. Горная порода представлена известняком с механической прочностью на сжатие $\sigma = 120$ МПа. Бурение проводилось как механическим, так и комбинированным способами. Оценка результатов бурения осуществлялась за один оборот бурового наконечника, а оценка

эффективности комбинированного бурения производилась при сравнении с механическим бурением.

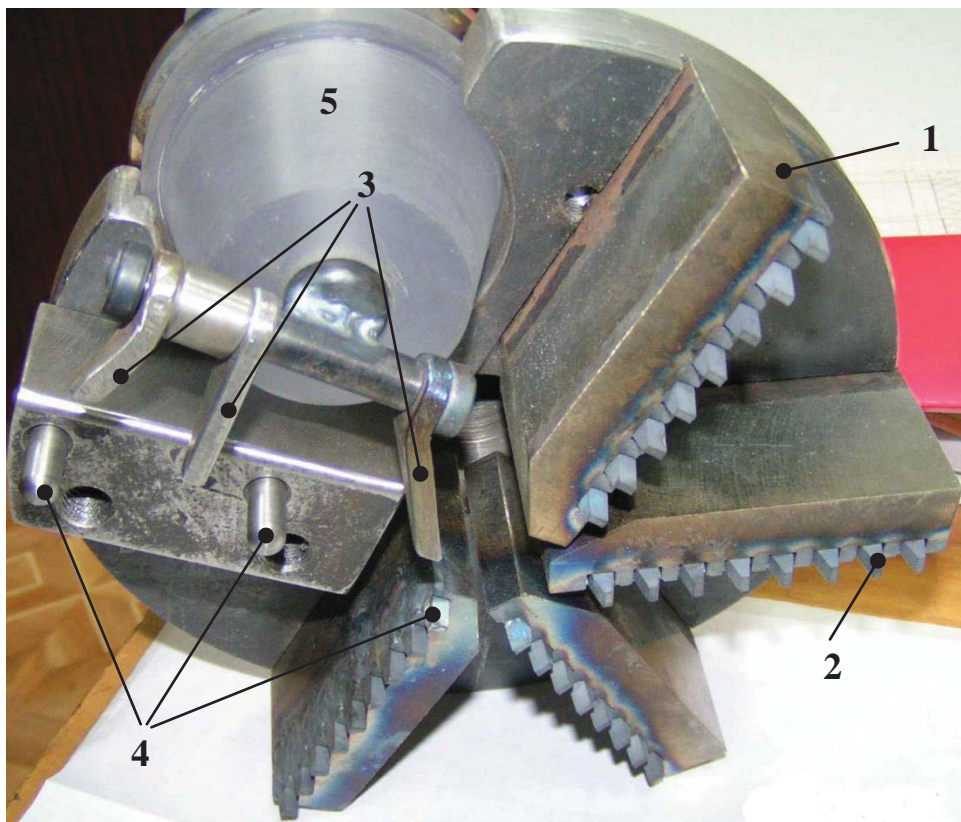


Рис. 2 Буровой наконечник

**1 – держатель, 2 – резцы, 3 – высоковольтные электроды,
4 – заземленные электроды, 5 – высоковольтный ввод**

Роль механического бурения в комбинированном способе существенна, а его вклад будет зависеть от величины давления. Кроме этого степень разрушения поверхности и глубина разрушения забоя образца зависит от количества воздействующих импульсов (затраченной энергии) [2], что также будет влиять на эффективность механического резания. В связи с этим нами проведены исследования разрядно-механического бурения по влиянию числа импульсов за один оборот образца в диапазоне $120 \div 320$ имп/об при изменении силы давления от 3000 Н до 8000 Н.

На рис. 2 приведены зависимости глубины бурения H от силы механического давления P . Кривая 1 показывает изменение глубины бурения при механическом бурении без воздействия импульсов напряжения. Увеличение глубины бурения с возрастанием P соответствует сущности механического бурения. Глубина бурения разрядно-механическим способом при подаче 120 имп/об также возрастает с ростом давления (кривая 2). Относительное увеличение глубины бурения $h = H_{рм}/H_m$ ($H_{рм}$ – глубина бурения разрядно-механическим способом, H_m – глубина бурения механическим способом) составляет 1,2 раза при $P=3000$ Н и 1,9 раза при $P=8000$ Н. Увеличение числа импульсов за один оборот в 2,67 раза (от 120 до 320 имп/об) значительно увеличило глубину бурения (кривая 3), как относительно механического способа (в 5,1 раза при $P = 8000$ Н), так и разрядно-механического способа (в 2,67 при $P = 8000$ Н).

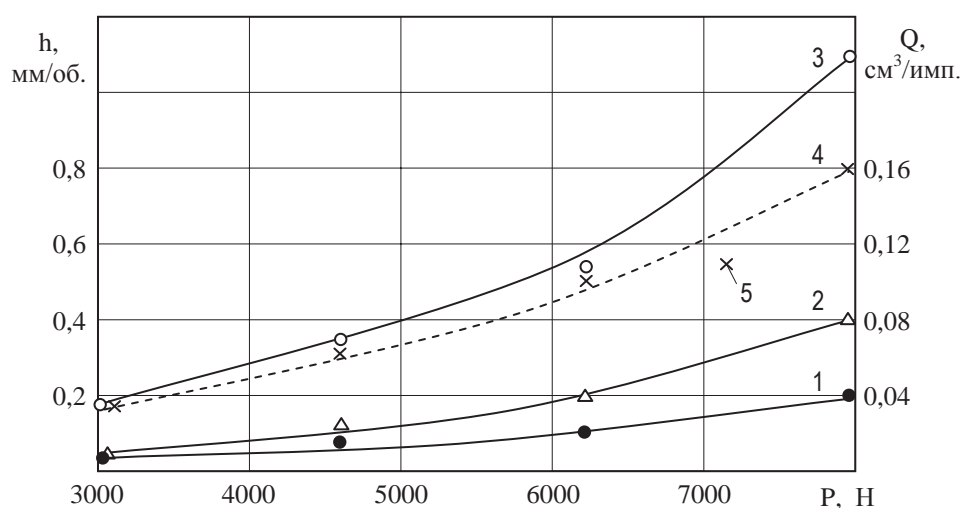


Рис. 2. Зависимости глубины бурения и производительности разрушения известняка от силы давления.

1 – механическое бурение; 2 – разрядно-механическое бурение при $n = 120$ имп/об.; 3 – разрядно-механическое бурение при $n = 320$ имп/об.; 4 – производительность разрядно-механического бурения при $n = 320$ имп/об.; 5 – то же, что и 4, но для гранита.

Эффективность бурения разрядно-механическим способом в зависимости от давления при разном числе воздействующих импульсов предпочтительнее рассмотреть для производительности разрушения Q , т.е. от объема разрушения за 1 импульс. Тем более, что энергия импульсов оставалась неизменной. Зависимость $Q = f(P)$ при 320 имп/об (рис. 2, кривая 4), показывает, что производительность в исследуемом диапазоне P возрастает в 4,51 раза с увеличением силы давления в 2,67 раза. Для сравнения приведено значение Q (точка 5) для гранита при $P = 7200$ Н. Эта величина несколько меньше, чем для известняка, что обусловлено большей механической прочностью гранита. Но для песчаника при $P = 7200$ Н производительность в 2,7 раза больше, чем для известняка, что, в первую очередь, обусловлено вкладом механического резания. Следовательно, в комбинированном разрядно-механическом бурении существенный вклад вносит механический способ, доля которого зависит от физико-механических характеристик горных пород. Кроме этого, преимущество разрядно-механического способа бурения по сравнению с ЭИ заключается в следующем. Во-первых, механическим устройством при заданном давлении срезаются как выступы на поверхности забоя, так и появляется возможность углубления в трещиноватый слой, что увеличивает глубину бурения за один оборот и выравнивает поверхность забоя. Во-вторых, выравнивание поверхности забоя увеличивает как вероятность и глубину внедрения канала разряда в породу, так и объем разрушения разрядным способом. Можно предположить, что эффективность бурения разрядно-механическим способом будет возрастать с увеличением энерговклада в канал разряда и увеличением расстояния между электродами [2].

В данной работе впервые получены результаты, которые позволяют сделать следующие выводы. Электровзрыв в объеме горной породы значительно (в разы) ослабляет ее механическую прочность на срез, что приводит к увеличению производительности механического разрушения. Совместное воздействие электроимпульсного и механического способов значительно увеличивает глубину и производительность бурения по сравнению с механическим. Эффективность ЭИ и комбинированного разрядно-механического бурения в значительно меньшей степени зависит от крепости горных пород по сравнению с механическим способом.

Работа выполнена при финансовой поддержке компании «Schlumberger».

Литература

1. Важов В.Ф., Журков М.Ю., Лопатин В.В., Муратов В.М. Электроразрядное резание горных пород // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2008, – №2. – С.70-77.
2. Важов В.Ф., Гафаров Р.Р., Дацкевич С.Ю., Журков М.Ю., Муратов В.М. Электроимпульсный пробой и разрушения гранита // Журнал технической физики, 2010, – т.80, вып.8. – С.79-84.
3. Воробьев А.А., Воробьев Г.А. Электрический пробой и разрушение твердых диэлектриков. – М.: Высшая школа, 1966. – 224 с.
4. Протасов Ю.И. Разрушение горных пород. – М.: Изд-во МГТУ, 2001. – 453 с.
5. Семкин Б.В., Усов Ю.Ф., Курец В.И. Основы электроимпульсного разрушения материалов. – СПб.: Наука, 1995. – 276 с.

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ ГОРИЗОНТАЛЬНО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ КОММУНИКАЦИЙ

С.С. Васенин

Научный руководитель профессор Л.А. Саруев
*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, г. Томск, Россия*

Бестраншейная прокладка на сегодняшний день является завоевателем рынка, вытесняя другие уже устаревшие методы и