

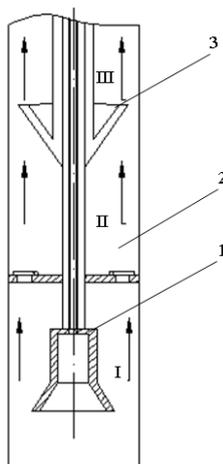
3. Семкин Б.В., Усов А.Ф., Курец В.И. Основы электроимпульсного разрушения материалов. – СПб.: Наука, 1995. – 276 с.
4. Lehmann F., Anders E., Voigt M., Reich M., Kunze G. Electric Impulse Technology – Long Run Drilling in Hard Rocks // Oil and Gas European Magazine, 2015. – V.41(1). – P. 42-45.
5. Schiegg H.O., Rødland A., Zhu G., Yuen D.A. Electro-Pulse-Boring (EPB): Novel Super-Deep Drilling Technology for Low Cost Electricity // Journal of Earth Science, 2015. – V.26. – №1. – P. 037-046.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО БУРА ДЛЯ БУРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ГОРНЫХ ПОРОД В.Ю. Боровой

Научный руководитель доцент В.В. Тихонов

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

В настоящее время технология бурения является самым распространенным способом поиска и добычи полезных ископаемых. Классифицировать бурение можно по различным признакам по принципу, по виду привода породоразрушающего инструмента, по ориентации инструмента, забойному давлению и т.д. В данном случае рассматривается бурение по принципу – это механическое (вращательное, ударное, взрывное), термическое, химическое, комбинированное. На сегодняшний день в России используется преимущественно механическое бурение, поскольку оборудование для данного типа серийно налажено и унифицировано, например «ООО Борец» крупнейший производитель в России буровых установок и запчастей к ним [2]. Но такой способ бурения не всегда целесообразен если на пути бурения встречаются породы высокой механической прочностью и твердостью пород, например железистый кварцит имеет прочность на сжатие при небольшом содержании силикатов 370 – 400 МПа [2], при встрече с такой преградой бур будет быстро изнашиваться и придти в негодность. Поэтому в 50-х гг было предложено термическое бурение.



**Рис.1 – Схема термического бора с комплектацией: 1. Горелка; 2. кольцо с ограничительными клапанами; 3. Эжекторный насос**

Данный способ бурения основан на разрушении горных пород на забое скважин высокотемпературными газовыми струями, вылетающими с огромной скоростью из сопел горелки [2]. Огнеструйная горелка представляет собой рабочий инструмент станка термического бурения, состоит из форсунки эжекторного типа для подачи жидкого горючего или газообразного и окислителем (керосин + кислород, водород + кислород). Охлаждение горелки осуществляется водой. Расстояние между срезом сопла горелки и забоем скважины 0,1 – 0,15 [2]. Температура потока струи газов варьируется от 1000 – 2000 °С при окислении сжатым воздухом и до 3000 °С при окислении кислородом, скорость струи 1800 – 2200 м/с, давление воздуха 600 – 800 кПа [1]. При воздействии высоких температур на породы, обладающие плохим коэффициентом теплопроводности и высокой твердостью разрушаются на мелкие хлопья и удаляются давлением газов от рабочего органа (горелки) [5]. Продукты разрушения породы удаляются из скважины восходящим газовым потоком, образуемым из смеси продуктов сгорания, которая выбрасывается в атмосферу вентилятором.

Одним из главных недостатков термического бурения, ограниченность глубины бурение, так как продукты разрушения удаляются восходящим газовым потоком, давление которого уменьшается с увеличением глубины скважины. Автором работы предлагается усовершенствовать конструкцию термического бора, комплектуя бур так называемым кольцом с ограничительными клапанами и эжекторным насосом (на рисунке 1 изображен термический бур с комплектацией и зонами технологических процессов). Горелка и кольцо с ограничительными клапанами должно изготавливаться из специальных жаропрочных сплавов. Как видно из предложенной схемы комплектации бора в результате наличия кольца с ограничительными клапанами создаются условия для горения и разрушения породы, и образуется «Зона термического разрушения породы – I». В зоне I порода разрушается и под давлением отходящего газа из горелки отводится через клапана кольца, которое не позволяет разрушенной породе вернуться в зону I и заглушить пламя. Когда порода отводится через кольцо, она попадает в следующую зону, «Зона заряджения – II». Данная зона предназначена для создания вспомогательного давления к давлению отходящих газов горелки, чтобы отвести разрушенные массы породы в «Зону транспортировки породы – III». В зоне транспортировки порода удаляется на поверхность с помощью эжекторного насоса перекачивающий воду для подхвата и вымывания породы на поверхность. Следует отметить, что эжекторный насос является рабочим органом для II и III зоны и мощности его должно быть достаточно как для создания вспомогательного давления, так и для транспортировки разрушенных пород. В зависимости от глубины бурения в зоне транспортировки иногда целесообразно использовать несколько насосов, поскольку поднять массу породы и воду одного насоса может быть недостаточно.

Проанализировав блок-схему предложенной конструкции термического бура, можно сделать вывод, что на больших глубинах буровых шахт, основными факторами работоспособность данной машины это технические характеристики эжекторного насоса так как благодаря нему создаются следующие условия:

- 1) Создается условие горения газожидкостной смеси
- 2) Термическое разрушение выбуренной породы
- 3) Транспортировка

#### Литература

1. Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термическое и комбинированное разрушение горных пород. – М.: Недра, 1978. – 304 с.
2. Горная энциклопедия: В 5 т./ Гл. ред. Е.А. Козловский. – М.: Т.1: – Геосистема. – 1984. – 560 с.
3. Колев К.Л., Слокосин В.Г., Янченко Г.А. Исследование преобразования тепловой энергии в механическую при термическом разрушении горных пород в режиме шелушения // Ежегодник Софийского горно – геологического института – София, 1983 – 1984. – Том XXX. – Св. III. – С. 59 – 68.
4. Лыков А.В. Теория теплопроводности: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.
5. Янченко Г.А., Степанчук Г.Н., Булычева Е.С. К расчету времени единичного цикла поверхностного хрупкого термического разрушения горных пород // Горный информ. – аналит. Бюлл. – М.: Изд – во МГГУ, 2002. - № 10. – С. 67 – 69.

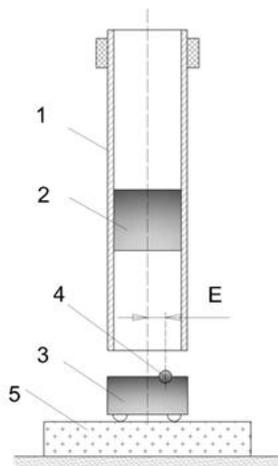
### ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ УГЛА ПЕРЕКОСА ЗАБОЯ ОТ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА ПРИЛОЖЕНИЯ УДАРА

**А.Е. Головченко**

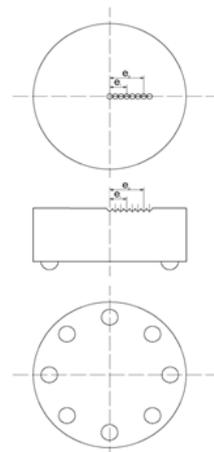
Научный руководитель профессор В.В. Нескоромных  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Экспериментальные работы по исследованию зависимости угла перекоса забоя от эксцентриситета приложения удара производились на базе кафедры Технологии и техники разведки Сибирского федерального университета на специально оборудованном стенде, позволяющем симитировать процесс передачи на забой внецентренного ударного импульса. Схема стенда представлена на рисунке 1.

Стенд включает направляющую трубу 1, установленную и закреплённую строго вертикально, ударник 2, долото 3 с шариком 4 и плоскопараллельный блок горной породы 5. Долото 3 оснащено восьмью породоразрушающими вставками из сплава ВК со сферическими рабочими поверхностями радиусом 5 мм и располагаемые по периметру торца долота 3 с равным шагом. Ударный импульс от ударника 2 к породе передаётся через шарик 4, что позволяет, меняя положение шарика 4 на поверхности долота 3, изменять эксцентриситет приложения удара. Установка величины эксцентриситета приложения удара производится путём размещения шарика 4 в одной из специально изготовленных лунок на верхнем торце долота (рис. 2). Данное решение позволяет производить экспериментальные работы с достаточной точностью. Труба 1 представляет собой бурильную трубу диаметром  $\varnothing 108$  миллиметров и длиной 3 метра



**Рис. 1** Схема стенда для исследования процесса разрушения горной породы внецентренными ударными импульсами



**Рис. 2** Принципиальная схема устройства долота

Методика проведения эксперимента. Ударник 2 устанавливается в верхней части направляющей трубы 1 на определённом расстоянии от долота и фиксируется путём подвешивания на нити. Затем ударник освобождается от фиксации и перемещается под действием собственной силы тяжести вниз, нанося удар по шарикку 4. Шарик передаёт ударный импульс на долото 3 с определённой величиной эксцентриситета, регулируемой путём перемещения шарика по лункам, находящимся на верхнем торце долота. Долото же,