

УДК 622.235 : 622.24.05

## **РАЗРАБОТКА БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ НЕКРУГЛЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ**

Г. Д. Буялич, д. т. н., профессор  
М. К. Хуснутдинов, ст. преподаватель  
Научный руководитель: Г. Д. Буялич, д. т. н., профессор  
Кузбасский государственный технический университет  
им. Т. Ф. Горбачева

При разработке полезных ископаемых открытым способом на окружающую среду оказывается мощное техногенное воздействие, значительная часть которого связана с проведением массовых взрывов при дроблении горных пород. При взрывной подготовке горных пород к выемке в атмосферу выбрасывается значительное количество пыли и газов [1], поэтому снижение объемов использования взрывчатых веществ является актуальной задачей, как с точки зрения снижения расходов на взрывные работы, так и с экологической точки зрения, которая может быть решена повышением эффективности действия взрыва. Ведутся исследования по повышению эффективного действия взрыва с помощью изменения формы поперечного сечения удлиненного заряда [2-5]. Практическое применение таких зарядов с некруглым поперечным сечением реализуемо при использовании взрывных скважин с некруглым поперечным сечением. Имеется ряд разработок конструкций бурового инструмента, позволяющего бурить такие скважины [6]. На практике бурение является процессом получения полости в горной выработке преимущественно с помощью вращения бурового инструмента и с образованием круглого ее поперечного сечения. Для образования некруглого поперечного сечения скважины использование вращения является затруднительным, поэтому рассмотрены условия, при которых возможно получение скважин с некруглым поперечным сечением.

При бурении скважины с некруглым поперечным сечением важным является не только отделение и транспортирование горной массы с целью образования полости в массиве, но и получение поверхности с более сложной, отличной от поверхности вращения, формой. Поэтому в данном случае целесообразно бурение представить как процесс формообразования – возникновения поверхности во времени. Теоретическое изучение процесса формообразования наиболее основательно представлено в металлообрабатывающей промышленности [7], согласно которому используется кинематический способ задания поверхности, который основан на перемещении линии, представляющей собой геометрическое место различных положений образующей линии. Закон перемещения в пространстве образующей задается неподвижными кривыми, которые называют направляющими линиями кинематической поверхности. Таким

образом, любую кинематическую поверхность можно задать с помощью направляющих ( $L$ ) и образующих ( $L_1$ ) линий (рис. 1).

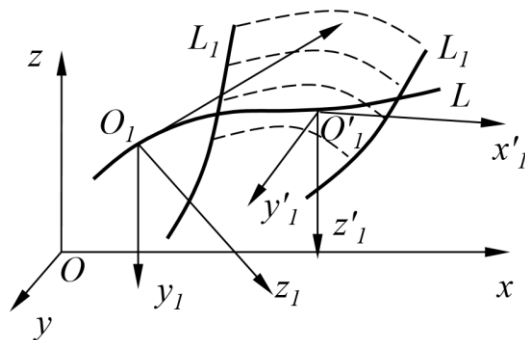


Рис. 1. Схема образования поверхности

Перемещения формообразующих элементов можно осуществлять за счет изменения линейных размеров устройства, а также за счет пространственного вращательного и поступательного перемещений. При этом размеры поперечного сечения полученной скважины являются одним из главных условий, определяющих направление моделирования бурового инструмента. Особенно это касается малых размеров поперечного сечения, при которых рационально применение устройств, не изменяющих свои линейные размеры в процессе бурения скважин.

На основе функциональной модели бурового инструмента (рис. 2) проанализированы способы образования полости.

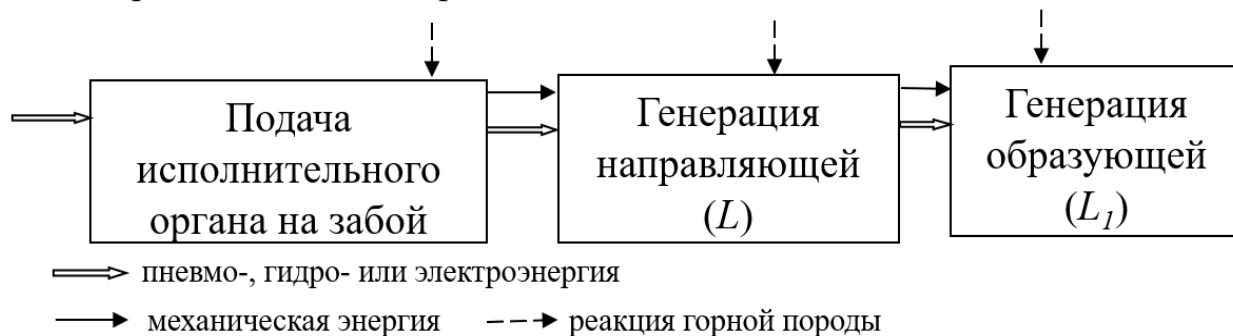


Рис. 2. Функциональная модель бурового инструмента

Применительно к буровому инструменту количество движений элементов системы ограничено забоем скважины, выполняющим в данном случае функцию заготовки и неподвижным в общей системе координат XYZ (рис. 1).

Поступательное движение исполнительного органа на забой (подача) присутствует при работе любого бурового инструмента. В самых простых конструкциях бурового инструмента генерация направляющей и образующей линий происходит либо только за счет вращения, либо только за счет подачи. Это связано с тем, что для осуществления каждого вида движения по образующей и направляющей линиям исполнительный орган имеет отдельную кинематическую ветвь для каждого вида движения.

При механических способах бурения вращение инструмента используется для генерации направляющей ( $L$ ) и, наряду с движением подачи, является

дополнительным способом передачи энергии на породоразрушающие элементы. Кроме этого, вращение инструмента способствует перемещению зоны разрушения по поверхности забоя, освобождая пространство для эффективного выноса буровой мелочи из призабойной зоны. На промышленно применяемых буровых инструментах, не изменяющих свои линейные размеры, вращение приводит к образованию цилиндрической полости.

Для буровых инструментов без изменения линейных размеров при образовании некруглого профиля скважины требуется отсутствие вращения [8], а также создание параллельно-сопряженных полостей [9].

Для бурового инструмента с изменяющимися линейными размерами получение некруглого поперечного сечения скважины требует наличия дополнительного кинематического звена [10]. Исключением является шарошечный буровой инструмент [11], при котором кинематическим звеном, позволяющим изменять линейные размеры, является пара «шарошка-горная порода». Пара «тело качения-горная порода» в конструкции зубчато-дискового режущего долота была использована для поочередного ввода в контакт с горной породой режущих элементов без изменения линейных размеров инструмента при бурении скважин с круглым поперечным сечением [12]. В нашем случае изменение линейных размеров и радиуса разрушаемого поперечного сечения скважины при вращении инструмента происходит за счет поочередного ввода в контакт с горной породой переменной длины линий, образующих конус шарошек, при их перекатывании по забою вокруг оси скважины.

Использование шарошечного способа бурения для образования скважин с некруглым поперечным сечением позволяет обеспечивать разрушение горной породы в режиме чистого качения шарошек за счет ударного и раздавливающего воздействия без значительного увеличения количества кинематических ветвей конструкции бурового инструмента, а также возможно использование комбинированного, например режуще-шарошечного бурового инструмента (рис. 3).



Рис. 3. Макет режуще-шарошечного бурового инструмента для образования квадратного поперечного сечения скважины

#### Список литературы:

1. Кутузов, Б. Н. Безопасность взрывных работ в промышленности [Текст] / Б. Н. Кутузов [и др.]. – Москва: Недра, 1992. –544 с.

2. Коновал, С. В. Проверка предполагаемой эффективности скважинных зарядов взрывчатых веществ (ВВ) разной формы сечения в полигонных условиях гранитного карьера [Текст] / С. В. Коновал // Проблемы недропользования. – 2014. – Вып. 2. – С. 34-38
3. Беришвили, Г. А. Влияние формы поперечного сечения зарядной камеры и конструкции заряда на эффект направленного раскола твердых тел [Текст] / Г. А. Беришвили, Р. В. Михельсов, Н. Н. Гугушвили, Р. И. Эбралидзе // Физика и механика горных пород. – Вып. 2, Тбилиси, 1975. – С. 64–69
4. Каркашадзе, Г.Г. Влияние формы горизонтального сечения скважинных зарядов на величину энергонасыщения породного массива при взрывной отбойке [Текст] / Г.Г. Каркашадзе, В. А. Алексеева // ГИАБ. – №1. – 2000. – С. 33–35.
5. Буялич, Г. Д. Оценка форм поперечного сечения взрывной полости для разрушения горной породы [Текст] / Г. Д. Буялич, М. К. Хуснутдинов, А. А. Баканов // Вестн. КузГТУ – 2017. – № 1. – С. 53-59.
6. Богомоллов, И. Д. Анализ направлений по созданию исполнительного органа для бурения скважин с концентраторами напряжений [Текст] / И. Д. Богомоллов, М. К. Хуснутдинов // Совершенствование технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых: Сб. науч. Тр., № 19 / Ред. Кол. Егоров П. В. (отв. Ред.) и др.: Науч.-техн. центр «Кузбассуглетехнология» - Кемерово, 2002. – С. 120-127
7. Коновалов, Е. Г. Основы новых способов металлообработки [Текст] / Е. Г. Коновалов. – Минск: Изд-во Академии наук БССР, 1961. – 296 с.
8. Жуков, И.А. Обоснование практической необходимости и возможности разрушения ударом хрупких сред с образованием отверстий некруглого сечения [Текст] / И. А. Жуков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – №2. – С. 46-48
9. Устройство для бурения скважин некруглого сечения : пат. 2407875 РФ на изобретение: МПК Е 21 В 3/00 (2006.01) / Юнгмейстер Дмитрий Алексеевич и др. ; патентообладатель Гос. образоват. учреждение высш. профес. образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова", Открытое акционерное общество "Апатит" – № 2009129807/03 ; заявл. 03.08.2009 ; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 36. – 8 с.
10. А. с. 1493762 СССР, МКИ Е 21 В 10/32. Долото для бурения взрывных скважин / Г. С. Садыков [и др.]. – № 4210152 ; заявл. 17.03.1987 ; опубл. 15.07.1989, Бюл. № 26. – 2 с.
11. Богомоллов, И. Д. Забуривание квадратной скважины шарошечным долотом [Текст] / И. Д. Богомоллов, М. К. Хуснутдинов // Вестн. КузГТУ – 2004. – № 6.1. – С. 39-41
12. Гилев, А. В., Бовин К. А. Обоснование рациональных режимных параметров бурения горных пород долотами режуще-вращательного действия [Текст] / А. В. Гилев, К. А. Бовин // Известия вузов. Горный журнал. – 2017. – № 6. – С. 101-108