

УДК 622.233.4

Некоторые вопросы гидромеханического способа бурения

Давиденко А. Н., Игнатов А. А., Вяткин С. С.

ГВУЗ «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Поступила в редакцию 01.03.11, принята к печати 18.03.11

Аннотация

Проанализированы состояние и перспективы развития техники и технологии бурения с применением струйных аппаратов. Рассмотрены особенности конструкции и принцип действия снарядов для гидромеханического бурения. Намечены основные пути совершенствования указанной технологии.

Ключевые слова: струйный аппарат, гидромеханический способ бурения, шары, забой скважины, рейс, механизм разрушения.

Введение

Разрушение горных пород при бурении осуществляется двумя методами: механическим, который получил наибольшее распространение, и физическими способами, которые находятся в стадии изучения или применяются в ограниченных объемах.

Среди физических способов разрушения горных пород при бурении скважин можно выделить два – термический и гидромеханический. Наибольшее применение в промышленности получил второй: при разработке угольных пластов, строительстве туннелей, распиливании блоков породы в карьерах, разрушении бетона, перфорировании обсадных колонн. Гидромеханический способ может быть условно разделен на два – гидромеханический эрозионный (использование высоконапорных струй) и гидромеханический абразивный (использование высоконапорных струй содержащих абразивные частицы, такие как кварцевый песок, стальные шарики).

При гидромеханическом (абразивном) бурении для разрушения горных пород используется энергия большого количества стальных или твердосплавных шаров, многократно соударяющихся с забоем скважины с большой скоростью. Шары приводятся в движение специальным жидкостным или воздушным инжекторным (струйным) аппаратом [1].

Для бурения с помощью такого аппарата на забой скважины засыпается определенная порция стальных или твердосплавных шаров. Затем по бурильным трубам подается расчетное количество промывочной жидкости.

Выходя из аппарата с большой скоростью, шары ударяются о забой, производя разрушение породы, и снова поднимаются вверх, увлекаемые восходящим потоком жидкости. Такие циклы в указанной последовательности многократно повторяются. За одну секунду через аппарат может проходить до 1200 штук шаров. Такую частоту ударов пока не может обеспечить ни одна из существующих машин ударного действия.

При соударении шаров, движущихся со скоростью порядка нескольких десятков метров в секунду, с горной породой последняя интенсивно разрушается. Продукты разрушения частично рециркулируют с жидкостью, измельчаясь при этом, вследствие чего шлам, образующийся при шароструйном бурении, легко выносится из скважины восходящим потоком промывочной жидкости.

Забой скважины шароструйного бурения имеет вогнутую криволинейную форму. Получение такой формы забоя объясняется тем, что шары, вылетая из аппарата в различных направлениях, встречаются с поверхностью забоя скважины под различными углами, что приводит к неравномерному разрушению, кроме того, шары, сталкиваясь друг с другом, рикошетируют. Все это является следствием хаотичности движения шаров в интервале скважины между аппаратом и забоем.

Способ разрушения горных пород ударами шаров, приводимых в движение струйным аппаратом, был предложен в середине 50-х годов минувшего столетия в США. В бывшем СССР первые попытки применить этот способ не увенчались успехом. Позднее А. Б. Уваковым была доказана возможность эффективного использования указанного метода для сооружения направленных скважин [1].

Гидромеханический абразивный способ имеет ряд важных преимуществ, среди которых можно выделить.

1. Позволяет реализовать на забое гораздо большие мощности в сравнении с другими способами бурения.
2. Значительная продолжительность рейса, ограничиваемая лишь износостойкостью струйного аппарата и простота его конструкции.
3. Возможность эффективного использования понизителей твердости.
4. Частичное упрощение и облегчение схемы поверхностного оборудования.
5. Надежное управление трассой скважины.

К главным недостаткам следует отнести как технические, а именно необходимость наличия мощного насоса и малая стойкость снаряда для бурения скважины с отбором керна, так и технологические – отсутствие единой методики определения рациональных параметров процесса и значительная зависимость механической скорости от формы забоя.

Целью статьи является обоснование принципов совершенствования конструкции и технологии применения струйных аппаратов, которые позволят максимально эффективно использовать преимущества гидромеханического способа бурения.

Основной материал

Ряд авторов, проводивших сравнительный анализ различных способов бурения, считают, что именно гидромеханический метод пока единственно технически осуществимый, который может повысить в кратное число раз механическую скорость бурения и продолжительность рейса проходки.

Несмотря на очевидные преимущества и перспективность гидромеханического способа сооружения скважин следует отметить, что среди публикаций посвященных разработке и исследованию новых методов бурения гидромеханическому принадлежит лишь малое количество.

Значительное число работ носит конструкторский характер, в них разработанная ранее принципиальная схема аппарата гидромеханического бурения подвергалась дальнейшему совершенствованию.

В частности в работе [2] представлено описание схемы снаряда, отличительной особенностью которой является возможность смены износившегося струйного аппарата без подъема бурильной колонны. Для этого аппарат в верхней своей части имеет головку для захвата овершотом и дальнейшей транспортировки внутри бурильных труб. Кроме того, конструкцией предусмотрен вариант его извлечения путем включения обратной промывки.

Рассмотренная схема снаряда впоследствии была несколько изменена с целью обеспечения надежной работы аппарата при бурении мерзлых пород [3]. Такой аппарат в верхней части выполнен с рабочей камерой, имеющей капиллярные отверстия на боковых стенках и оборудованной нагревателем. Внутренние стенки рабочей камеры и корпуса также имеют капиллярно-пористые слои. Это обеспечивает непрерывную транспортировку конденсата в зоне

нагрева и интенсивное парообразование. При этом система в целом действует подобно открытой тепловой трубе и обладает свойством сверхтеплопроводности, что обеспечивает наряду с механическим действием породоразрушающих шаров, также и тепловое воздействие на забой. Дополнительная транспортировка конденсата может осуществляться шарами при их выполнении из капиллярно-пористого материала, например пенокерамики.

Позднее была предложена схема снаряда позволяющая бурить геологоразведочные скважины с отбором керна [4], основой которой послужила конструкция, ранее заявленная в США. Аппарат сочетает в себе два механизма, один из которых позволяет разрушать периферийную часть забоя и является по принципу действия собственно гидромеханическим, другой – обрабатывает центральную часть забоя и представлен буровой коронкой и керноприемной трубой. Коронка, в случае необходимости, может быть заменена на долото и снаряд позволит бурить без отбора керна. Следует, однако, заметить, что реализация в данном аппарате комбинированного метода разрушения горных пород требует значительно большего диаметра скважины, а это в свою очередь увеличивает необходимые площадь и объем разрушаемой породы, вследствие чего существенно снижается скорость проходки. Как отмечалось ранее, одним из главных преимуществ гидромеханического способа является большая продолжительность рейса, наличие породоразрушающего инструмента в составе снаряда почти исключает это достоинство.

В качестве примера сравнительно недавних работ, затронувших основные вопросы определения рациональных параметров процесса разрушения гидромеханическим способом и разработки новой конструкции снаряда можно привести [5].

Оригинальность работы заключается в следующем:

- установлена закономерность изменения частоты ударов шаров в зависимости от их количества, скорости вымывания и вылета из бурового снаряда, а также других влияющих факторов;
- разработана объемно-динамическая модель процесса движения шаров в призабойной зоне, позволяющая устанавливать рациональные параметры разрушения горных пород;
- разработан метод расчета гидромеханических параметров рабочего процесса шароструйного бурения, позволяющий создавать и рассчитывать конструкции буровых снарядов для различных диаметров скважин;
- обоснована и разработана новая конструкция шламметаллоуловителя, обеспечивающего эффективную очистку скважины от металлических шаров и других посторонних предметов.

Проведенный теоретический анализ исследований посвященных гидромеханическому способу разрушения позволяет сделать вывод о том, что практически все разработки не решили один из главных вопросов, тормозящих развитие способа – это наличие криволинейной формы забоя, которая, как указывалось выше, уменьшает механическую скорость бурения, а в некоторых случаях приводит к полной остановке процесса углубки скважины.

В работе [2] предлагается способ формирования забоя за счет обработки его периферийной части специальным опорным породоразрушающим башмаком. Причем, реализация механизма обрушения криволинейных стенок призабойной зоны осуществляется за счет башмака, нагруженного весом буровой колонны.

Конструкция снаряда, рассмотренная в работе [6], позволяет поочередно проводить обработку различных участков забоя путем поворота камеры смещения аппарата, где происходит разгон породоразрушающих шаров.

Значительное сопротивление породы сжимающим усилиям в первом случае и сложность конструкции и регулировки механизма отклонения камеры смещения струйного аппарата во втором, ведут к тому, что предлагаемые снаряды можно считать малоэффективными в отношении формирования плоской формы забоя.

Совершенно очевидным является вывод о том, что снаряд для осуществления гидромеханического способа бурения с одной стороны должна характеризовать простота конструкции, а с другой – эффективность механизма формообразования забоя. Этого можно достигнуть за счет реализации наименее энергоемких механизмов разрушения без существенного усложнения как механической так и гидравлической части снаряда гидромеханического бурения.

Выводы

Указаны основные преимущества и недостатки, присущие гидромеханическому способу бурения. Проведено сопоставление конструктивных и технологических возможностей струйных аппаратов. Изложенный материал позволяет корректно формулировать основные требования к разработке конструкции и технологии бурения гидромеханическими снарядами.

Библиографический список

1. Уваков А. Б. Шароструйное бурение. – М.: Недра, 1969. – 207 с.
2. А.с. 417599 СССР, МПК Е 21 В 7/18. Шароструйный снаряд для бурения скважин / Уваков А. Б., Штрассер В. В. № 1451266; Заявлено 15.06.70; Опубл. 28.11.74; Бюл. № 8. – 2 с.
3. А.с. 939710 СССР, МПК Е 21 В 7/18. Шароструйный снаряд для бурения скважин / Коротков В. П. № 3009898; Заявлено 02.12.80; Опубл. 30.06.82; Бюл. № 24. – 2 с.
4. А.с. 1002498 СССР, МПК Е 21 В 7/18. Шароструйный снаряд/ Майлибаев М. М., № 3278854; Заявлено 24.04.81; Опубл. 07.03.83; Бюл. № 9. – 2 с.
5. Заурбеков С.А. Повышение эффективности призабойных гидродинамических процессов при шароструйном бурении скважин: Автореф. дис... к-та техн. наук: 05.15.11 / КНТУ. – Алматы, 1995. – 19 с.
6. А.с. 1120733 СССР, МПК Е 21 В 7/18. Устройство для шароструйного бурения скважин / Дугарцыренов А. В., Ларин О. Р., Потехин Е. А. и др. № 3597561; Заявлено 31.05.83; Опубл. 15.08.86; Бюл. № 30. – 3 с.

© Давиденко А. Н., Игнатов А. А., Вяткин С. С., 2011.

Анотація

Проаналізовано стан та перспективи розвитку техніки та технології буріння із застосуванням струминних апаратів. Розглянуто особливості конструкції та принцип дії пристроїв для гідромеханічного буріння. Наведено рекомендації що до подальшого удосконалення зазначеної технології.

Ключові слова: струминний апарат, гідромеханічний спосіб буріння, кульки, забій свердловини, рейс, механізм руйнування.

Abstract

The subject of the article is the analysis of the state and prospects of development of technique and technology with the use of streaming apparatus. The features of construction and principle of action of device are considered for the hydromechanical method of the drilling. The basic ways of perfection of the indicated technology are set off.

Keywords: streaming apparatus, hydromechanical method of the drilling, balls, well face of bore hole, trip, mechanism of destruction.