

СЕКЦИЯ 10. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
БУРЕНИЯ СКВАЖИН

4. Нескоромных В.В., Фахрутдинов А.А. «Отклонители для искусственного искривления геологоразведочных скважин». «Геоинформмарк», М., №4, 1995.
5. Устройство для бурения ударно–вращательным способом : пат. 2039185, РФ : МПК6 E21B7/00, E21B7/06 / Федоров В.В., Липин А.А., Нескоромных В.В., Костин Ю.С.; заявитель и патентообладатель Иркутский политехнический институт. – №92001971/03 ; заявл. 23.10.1992 ; опубл. 09.07.1995.
6. Шкурко А.К. Бурение скважин забойными ударными машинами. – М.: Недра, 1982. – 168 с.

**РАЗРАБОТКА ОТКЛОНИТЕЛЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЕМ СКВАЖИН
ПРИ УДАРНО – ВРАЩАТЕЛЬНОМ БУРЕНИИ**

А.Е. Головченко

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

Известные в настоящее время технические средства для управления направлением скважин имеют ряд недостатков, особо проявляющихся при присущих ударно–вращательному бурению высоких скоростях проходки скважин [1,4]. Как правило, бурение с корректировкой направления проведения скважины производится на пониженных технологических режимах, что негативно сказывается на производительности производимых работ.

Поиск путей решения проблемы низкой производительности работ по корректировке направления проведения скважины привёл к идее создания отклоняющего устройства на основе забойной пневмоударной машины с возможностью изменения направления проведения скважины. Корректировка направления скважины достигается несимметричным разрушением забоя вследствие нанесения по породоразрушающему инструменту ориентированных внецентренных ударов [2].

Предлагаемое устройство для направленного бурения ударно–вращательным способом (рис.1) состоит из породоразрушающего инструмента 1, закрепленного в корпусе 2 с помощью шарикового фиксатора и имеющего на торце резцы для разрушения породы ударом. В корпусе установлены гильзы 3 и 4. Гильза 3 имеет отверстие 6, гильза 4 имеет отверстия 5 для прохода сжатого воздуха. Внутри корпуса 2 и гильз 3 и 4 свободно размещен ударник 7, выполненный со смещённым центром тяжести от его собственной продольной оси и оси устройства размещением внутри ударника 7 эксцентрично расположенной полости, заполненной более тяжелым относительно стали материалом (свинец, вольфрам, и др.). Для прохода сжатого воздуха в ударнике 7 выполнены каналы 8 и 9. На нижнем торце ударника 7 соосно с ним расположена пята 10 с возможностью установочного поворота относительно ударника 7, например, путём закрепления пяты к ударнику с помощью резьбового соединения с фиксацией положения контргайкой 11. На пяте 10 эксцентрично расположен выступ 12. В верхней части над корпусом закреплен переходник 13 с каналами 14 для прохода сжатого воздуха для соединения устройства с колонной бурильных труб. В породоразрушающем инструменте выполнен канал 15 для прохода сжатого воздуха, очищающего забой [5].

Работает устройство следующим образом. Забойный ударный механизм спускают в скважину на бурильных трубах и ставят на забой. Через бурильные трубы подаётся под давлением воздух, который попадает внутрь корпуса 2 через каналы 14 в переходнике 13 и далее по отверстиям 5 в гильзе 4 и каналу 8 в ударнике 7 попадает под торец пяты 10, поднимая ударник 7 в верхнее крайнее положение. Одновременно с движением воздуха по каналу 9, воздух движется по каналу 8, попадая через отверстие 6 в гильзе 3 и канал 15 под торец породоразрушающего инструмента 1 и очищая забой скважины. Перекрытие отверстий каналов 8 и 9 при перемещении ударника 7 в верхнее положение обеспечивает рост давления воздуха над ним и ударник 7 наносит удар по породоразрушающему инструменту 1, одновременно делая выхлоп воздуха на забой по каналу 8, отверстию 6 и каналу 15. Удар по породоразрушающему инструменту 1 наносится выступом 12, который расположен эксцентрично на пяте 10, зафиксированной контргайкой 11. Поскольку выступ 12 расположен эксцентрично, то и удар по породоразрушающему инструменту 1 наносится эксцентричный.

В процессе работы устройства забой разрушается неравномерно: со стороны нанесённого удара удельная нагрузка на забой наибольшая, с противоположной стороны наименьшая. Вследствие этого забой разрушается неравномерно, причём получая направленное неравномерное разрушение за счёт того, что эксцентричный удар наносится в определённую точку забоя, что регулируется установочным поворотом пяты 10 с выступом 12 относительно ударника 7 и становится возможным при выполнении ударника 7 со смещённым центром тяжести, что ориентирует его в процессе работы в апсидальной плоскости.

Для изменения направления искривления пяту 10 следует повернуть и зафиксировать контргайкой 11 в нужном определённом положении относительно центра тяжести ударника 7 с тем учётом, чтобы удары по породоразрушающему инструменту наносились с противоположной относительно направления искривления стороны. В свою очередь величина интенсивности искривления регулируется изменением эксцентриситета выступа на пяте 10 путём её замены. Появляется возможность бурения скважин различного назначения, в том числе при прокладке коммуникаций со сложной траекторией, параметры кривизны которой изменяются по всей длине ствола.

К одной из главных проблем данного технического решения для управления направлением скважины относится ориентация ударника со смещённым центром масс в апсидальной плоскости, за счёт чего достигается нанесение эксцентричного удара в одну определённую точку.

В процессе работы на ударник действуют момент смещения, ориентирующий ударник со смещённым центром тяжести в апсидальной плоскости, и момент трения, препятствующий этой ориентации (рис.2). Момент

смещения зависит от веса ударника, а также угла отклонения центра тяжести ударника от апсидальной плоскости и зенитного угла скважины:

$$M_{cm} = Q_y \cdot \sin \Theta \cdot \sin \Delta \omega_0$$

В свою очередь момент трения определяется:

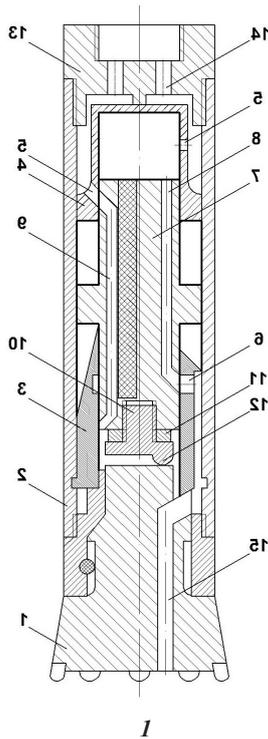
$$M_{mp} = Q_y \cdot R_B \cdot \mu \cdot \left(\sin \Theta + \frac{e \cdot \omega^2}{g} \right)$$

где R_B – радиус ударника, м;

ω – частота вращения забойной ударной машины, c^{-1} ;

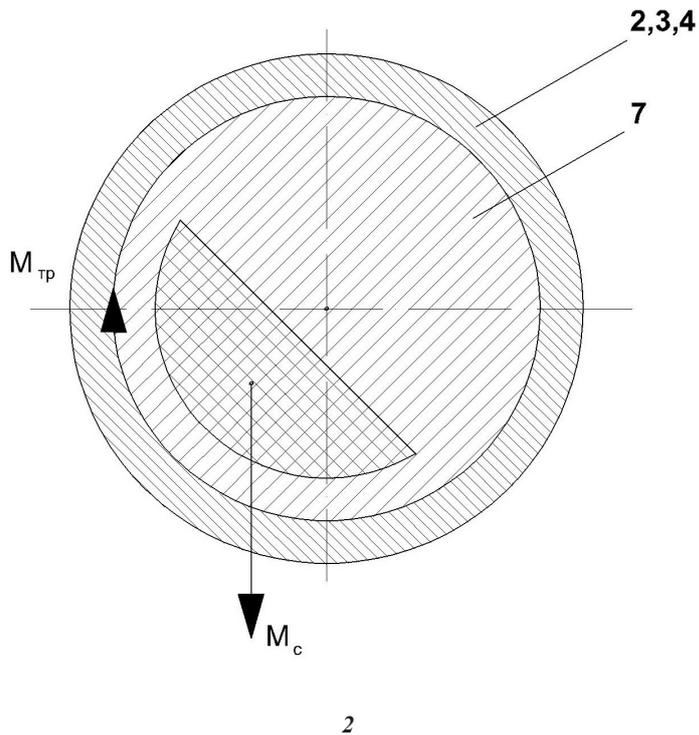
g – ускорение свободного падения, m/c^2 ;

μ – коэффициент трения пары корпус–ударник при ударно–вибрационном характере работы.



1

Рис. 1. Принципиальная схема устройства для направленного бурения ударно–вращательным способом



2

Рис. 2. Схема, поясняющая поведение ударника при работе

Для корректного набора кривизны с минимальными отклонениями от проектной траектории и соответственно более точной ориентации ударника со смещённым центром тяжести в апсидальной плоскости необходимо уменьшить момент трения пары ударник – корпус, путём, например, уменьшения массы ударника или уменьшением коэффициента трения ударника о корпус путём применения смазок (хотя коэффициент трения ударника о корпус итак мал вследствие вибрационного характера работы устройства). Также к увеличению точности ориентации центра масс ударника в апсидальной плоскости будет способствовать увеличение смещающего момента, который увеличивается с увеличением эксцентриситета центра масс ударника.

При разработке данного отклоняющего устройства в дальнейшем необходимо найти техническое решение для минимизации момента трения, действующего на ударник, оценить погрешность набора кривизны, которая главным образом состоит из погрешности ориентирования центра масс ударника в апсидальной плоскости.

Также возможны работы над конструкцией ударника с изменяющимся установочным углом между эксцентричным выступом на торце и смещённым центром массы, что даст возможность корректировки направления проведения скважины без подъёма снаряда на поверхность.

Литература

1. Нескоромных В.В. Направленное бурение и основы кернотетрии. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2012. – 328 с.
2. Нескоромных В.В. Результаты экспериментальных исследований разрушения горных пород внецентренными ударными импульсами/ В.В. Нескоромных // Изв. вузов. «Геология и разведка». – М.: 1999. – № 6.
3. Нескоромных В.В., Фахрутдинов А.А. «Исследование возможности формирования ствола различной

- кривизны в скважинах внецентренными точечными ударами (статья)». Известия ВУЗов «Геология и разведка», М., №2, 1995.
4. Нескоромных В.В., Фахрутдинов А.А. «Отклонители для искусственного искривления геологоразведочных скважин». «Геоинформмарк», М., №4, 1995.
 5. Устройство для бурения ударно-вращательным способом : пат. 2039185, РФ : МПК6 E21B7/00, E21B7/06 / Федоров В.В., Липин А.А., Нескоромных В.В., Костин Ю.С.; заявитель и патентообладатель Иркутский политехнический институт. – №92001971/03 ; заявл. 23.10.1992 ; опубл. 09.07.1995.

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ

В.С. Горбачев

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Термины «горизонтально-направленное бурение (ГНБ)» и бурение горизонтальных скважин (ГС) зачастую считаются синонимами, но технологии и оборудования для каждой из них принципиально отличаются по ряду критериев. В частности, ГНБ осуществляется с применением специальных буровых установок, в то время как ГС бурятся с применением стандартных стационарных и мобильных буровых установок. Технология бурения ГС подразумевает сооружение бурения на первом этапе наклонно-направленной скважины, обладающей различными по интенсивности искривления интервалами (вертикальный, набор угла, стабилизация, падение угла), из которой затем производится резка горизонтального ствола. Процесс бурения установкой для ГНБ условно можно разделить на четыре этапа: бурение пилотного ствола, расширение скважины, калибровка скважины, бурение горизонтального ствола. На первом этапе бурится пилотный ствол с зенитным углом, позволяющий забурить горизонтальный ствол. При пилотном бурении используются различные системы навигации, предназначенные для проведения скважины по заданной траектории, с целью контроля зенитного угла. Далее производится расширение скважины до необходимого размера в месте предполагаемого срезки в пилотном стволе. Количество проходок, необходимых для выполнения расширения скважины до нужного диаметра, различно и по большому счету это зависит от литологических особенностей разреза. Расширение может производиться как ходом вперед, так и ходом назад. После этого калибруют скважину, с целью очищения от любых помех, которые могут существовать внутри нее и затруднять перемещение обсадных труб по скважине. Не смотря на такие различия в технологии сооружения, ГНБ и ГС весьма близки в плане исторического развития и используются для решения схожих проблем. Целью данной работы является анализ истории развития данных технологии и оценка перспектив их применения для строительства нефтяных и газовых скважин [1-3].

Способ горизонтально-направленного бурения на отечественном рынке строительства скважин появился относительно недавно, однако история становления данного способа насчитывает не одно столетие. К предпосылкам возникновения горизонтально-направленного бурения (ГНБ) относятся этапы развития различных методов бурения, а так же процесс становления техники от самых примитивных машин до полноценных установок для горизонтально-направленного бурения. Метод бурения с использованием горизонтального ствола скважины в нефтегазовой отрасли впервые разработан и успешно реализован в отечественной практике в начале 50-х гг. Первые экспериментальные работы в данном направлении (по методу А. М. Григоряна) были успешно осуществлены в 1952—1953 гг. на Карташевском месторождении в Башкирии, когда была сооружена первая горизонтально-разветвленная скважина № 66/45 [1].

Семидесятые годы - начало промышленного бурения горизонтальных скважин (ГС) за рубежом. Лидером бурения ГС стал Французский институт нефти (ФИИ), специалисты которого взяли за основу исследования советских ученых - нефтяников. Это время ознаменовалось появлением технологии горизонтально-направленного бурения в США. Изобретателем данной технологии считается Мартин Черрингтон. В 1963 году, во время работы подрядчиком в Лос-Анджелесе, он понял, что возможность использования технологии бурения значительно повысит эффективность размещения кабелей и трубопроводов под землей. Именно Мартин Черрингтон был главным в проекте прокладки телефонного кабеля открытым способом в траншею в жилом районе. Затем Мартин Черрингтон в 1964 году изобрел свою первую буровую установку и основал фирму «Titan Contractors». Это компания, которая специализировалась на прокладке коммуникаций бестраншейными методами в штате Калифорния, Сакраменто [2].

Благодаря успехам горизонтально-направленного бурения в сфере прокладки коммуникаций, в 1978-1979 гг. резко возрастает интерес к бурению ГС в США, так как этот вид бурения становится экономически выгодным с использованием даже обычного, традиционного оборудования. Опыт эксплуатации ГС на нескольких месторождениях уже к 1982 г. показал, что они обладают большими потенциальными возможностями для обеспечения наиболее полного извлечения из недр углеводородов особенно там, где традиционные методы не дают эффекта [2-3].

В Европе технология ГНБ появилась в 80-е годы. Впервые она было использована в Карлсруэ фирмой «FlowTex» в 1986 году для прокладки кабелей и трубопроводов. Затем был совершен первый прокол под офисным зданием. Потом была разработана установка ГНБ, использующая буровую жидкость для очистки ствола скважины от выбуренной породы. В связи с определенной технической и технологической сложностью строительства ГС зарубежными фирмами были резко увеличены ассигнования на научно-исследовательские работы по горизонтальному бурению. За короткие сроки были сконструированы, прошли промышленные