

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТКЛОНИТЕЛЯ
УДАРНО – ВРАЩАТЕЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЕМ СКВАЖИН

А.Е. Головченко

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

В настоящее время ударно – вращательное бурение с использованием погружных пневмударных машин является одним из самых эффективных видов разрушения горных пород при бурении скважин. В рамках разработки отклоняющего устройства на основе забойной пневмударной машины с возможностью изменения направления проведения скважины возникла необходимость анализа области применения данного технического решения.

Конструкция предлагаемого технического решения основывается на конструкции типовой забойной пневмударной машины, с тем отличием, что ударник выполнен с эксцентриситетом центра масс, благодаря чему в наклонной скважине имеет возможность поворота вокруг своей оси до совмещения линии силы тяжести и апсидальной плоскости трассы скважины. На нижнем торце ударника расположена пята с эксцентричным выступом, благодаря чему в процессе работы ударник наносит по долоту внецентренные удары. Пята крепится к ударнику с помощью резьбового соединения с фиксацией положения контргайкой. Получая эксцентричный ударный импульс, долото неравномерно разрушает забой: со стороны нанесённого удара удельная нагрузка на забой наибольшая, с противоположной стороны наименьшая. Вследствие этого происходит ориентированное неравномерное разрушение забоя.

Управление направлением искривления скважины производится с помощью установочного поворота пяты относительно ударника с учётом того, чтобы удары по породоразрушающему инструменту эксцентричным выступом пяты наносились со стороны, противоположной направлению искривления скважины. В свою очередь управление интенсивностью искривления трассы скважины осуществляется изменением эксцентриситета выступа на торце пяты путём ее замены. Зависимость угла перекоса забоя и интенсивности искривления от эксцентриситета приложения удара и расстояния от точки приложения удара до забоя изучались на базе Иркутского государственного технического университета [2], результаты экспериментальных работ представлены на рис.1 и рис.2.

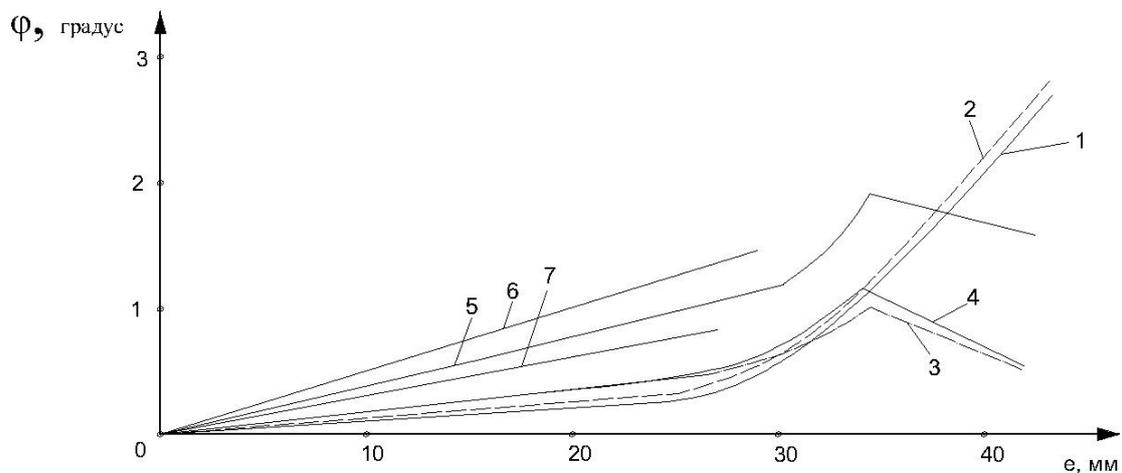


Рис. 1. Экспериментальные кривые зависимости угла перекоса забоя от эксцентриситета приложения удара: кривая I – порода мрамор, масса ударника $m_y=6,5$ кг, высота ударника $H_y=12$ см, высота сбрасывания ударника $h_c=2,9$ м; II – порода мрамор, $h_c=2$ м, остальные параметры аналогичны кривой I; III – порода мрамор, $m_y=3,5$ кг, $H_y=7$ см, $h_c=2,9$ м; IV – материал дюралюминий, параметры ударной системы те же; V, VII – порода гранит, параметры ударной системы те же; VI – порода мрамор, параметры ударной системы те же.

Принимая во внимание технические характеристики и возможности отклоняющего устройства на базе забойной пневмударной машины можно обозначить примерную область применения данного технического решения. Помимо геологоразведочного бурения и бурения на нефть и газ это, несомненно, разнообразные технические скважины, прежде всего при бестраншейном строительстве подземных коммуникаций.

Бестраншейное строительство подземных коммуникаций производится по технологии горизонтального направленного бурения. Данная технология по сравнению с траншейной прокладкой коммуникаций выгодно отличается экономичностью, оперативностью, отвечает требованиям экологии и может использоваться там, где применение традиционных методов затруднено водными преградами, автотрассами, аэродромами и др.

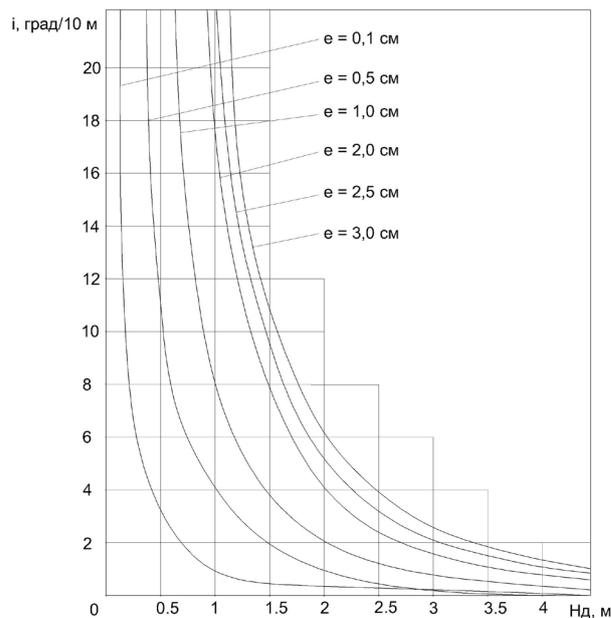


Рис. 2. Графическая зависимость интенсивности искривления от эксцентриситета приложения удара и расстояния от точки приложения удара до забоя

Работы по технологии горизонтального направленного бурения начинаются с бурения пилот-скважины при помощи специального породоразрушающего инструмента – буровой головки с встроенным излучателем и скосом в торце съёмной лопатки. Вторым этапом производится предварительное расширение скважины, при этом буровая головка заменяется на расширитель обратного действия, прорабатывающий диаметр скважины до значений на 25–30% превышающих диаметр трубопровода. Третьим этапом трубопровод протягивается буровой установкой через скважину.

При всех своих достоинствах данная технология имеет один существенный минус – проведение работ осуществляется только в мягких четвертичных отложениях, породоразрушающий инструмент для горизонтального бурения не способен разрушать крепкие породы скального типа. Но нередко может возникать такая ситуация, при которой прокладка коммуникаций требуется на местности, частично или полностью представленной скальными горными породами. В данной ситуации традиционная технология горизонтального бурения не применима, но проблему можно решить применением разрабатываемого отклоняющего устройства.

Известна ситуация с прокладкой коммуникаций на остров Ольхон (Иркутская обл.). Геологический разрез по предполагаемой трассе скважины через пролив Ольхонские ворота (ширина порядка 2000 м) в срединной части был представлен донными отложениями, а в прибрежной зоне скальными породами. Это сделало невозможными работы по прокладке коммуникаций с помощью технологии горизонтального направленного бурения.

Способ направленного бурения приложением внецентренных ударных импульсов может применяться при пневмоударном бурении как без керна, так и с отбором керна. При этом возможно получение искривления с высокой механической скоростью и сплавным набором кривизны. Данный способ открывает возможность бурения скважин в анизотропных и перемежающихся по твёрдости горных породах с минимальной интенсивностью искривления и с высокой производительностью, т.к. исключает применение технических средств корректировки направления скважины путём компенсации отклоняющих сил, изгибающего момента, действующих со стороны забоя и формирующих направление скважины. Компенсация обозначенных сил и моментов может осуществляться ориентацией забойной ударной машины-отклонителя в направлении, противоположном направлению естественного искривления. Эксцентриситет приложения удара может определяться экспериментально, в том числе непосредственно при проходке скважин, а также расчётом.

Согласно графику на рис.2 разрабатываемое отклоняющее устройство может реализовывать как высокие (0,2–2 град/м) значения интенсивности, так и минимальные. В первом случае возможно использовать забойную машину-отклонитель для искусственного искривления скважин, во втором – для стабилизации направления скважины путём компенсации силовых факторов, определяющих направление естественного искривления скважин.

Литература

1. Нескоромных В.В. Направленное бурение и основы кернометрии. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2012. – 328 с.
2. Нескоромных В.В. Технические средства для искусственного искривления геологоразведочных скважин // Курск лекций. – Иркутск, 1995. – 82 с.
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.
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