

Виктор П. Тен, Владислав П. Тен за работу «Расчет и конструирование установки для обработки породоразрушающего инструмента жидким азотом» (руководитель доцент С.Я. Рябчиков);

Н.А. Окишев за работу «Исследование, разработка и испытание технических средств для отбора керна на нефть и газ в сложных геологических условиях» (руководитель доцент В.И. Брылин).

Студенты специальности «Технология и техника разведки МПИ» систематически и достаточно успешно выступали на традиционных студенческих конференциях, посвященных академикам В.А. Обручеву, М.А. Усову, а также студенческих олимпиадах, проводимых в Томске и других городах России.

С 1996 года в Томском политехническом университете проводятся Международные симпозиумы студентов, аспирантов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». За это время на секции «Технология и техника разведки МПИ» выступили с докладами более 150 человек. Победители награждались дипломами и занимали призовые места. Среди них следует отметить следующих студентов, награжденных дипломами I степени: Спиридонов А.Н., Ликаровский Н.С., Бондарчук И.Б., Булахов С.С., Кириченко Е.А., Шац С.В., Павлов В.В.

Участие студентов в проведении научных исследований имеет важное значение в повышении уровня подготовки специалистов. Во Всероссийском конкурсе «Лучший студент России» (г. Санкт-Петербург) в 2006 году наш студент Булахов С.С. занял 1-ое место, в 2007 году студент Котов А.Н. занял 2-ое место. На Всероссийских конкурсах выпускных квалификационных работ выпускники кафедры в разные годы занимали призовые места (Рузанов С.А. и Булахов С.С. – 1-ое место, Баландин И.А. – 2-ое место, Бондарчук И.Б. – 3-е место), что свидетельствует о существенном влиянии научной студенческой работы на качество подготовки специалистов.

Многие выпускники кафедры прошли аспирантскую подготовку и стали кандидатами (56 человек), а 10 из них – докторами наук, в том числе Рожков В.П., Чубик П.С., Рябчиков С.Я., Борисов К.И. Как правило, все они в студенческие годы активно занимались научной работой.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРИЕНТИРОВАНИЯ КЛИНОВЫХ ОТКЛОНИТЕЛЕЙ ПРИ ЗАРЕЗКЕ БОКОВЫХ СТВолов ИЗ ОБСАЖЕННЫХ СКВАЖИН

И.Б. Бондарчук^{1,2}, Д.Н. Евграфов¹, Н.С. Пухов¹

Научный руководитель профессор С.Я. Рябчиков¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
²ЗАО «Сервисный центр бурения», г. Нижневартовск, Россия

Строительство дополнительного наклонного или горизонтального ствола из вырезанного щелевидного окна обсадной колонны в настоящее время является одним из основных способов восстановления бездействующих и увеличения производительности малодебитных скважин.

Одним из важных этапов работ по резке боковых стволов из обсаженных скважин с помощью вырезания щелевидных окон является ориентирование клиновых отклонителей. При этом в основном используют следующие компоновки: клин, набор вырезающих устройств (фрезы) и ориентирующее устройство измерительного типа. В отечественной практике используются в основном 2 варианта ориентирования:

ориентирование с помощью системы, работающей по обобщенной модели: ориентирующая кабельная (проводная) аппаратура, состоящая из призабойной части, размещенной над отклонителем; наземной части в виде переносного пульта и съемной части в виде штывевого датчика, опускаемого через бурильную колонну до забойной части на период ориентирования и передающего через кабельный канал связи сигнал оператору на пульт в момент совмещения отклонителя с расчетным положением при медленном вращении с расхаживанием, осуществляемом с поверхности [2]. При резке боковых стволов в качестве призабойной части используется ориентирующий переводник, внутри которого размещается шпонка, а в качестве штывевого датчика используется прибор, на поверхности которого имеется паз (например, ОРБИ-36 [ОАО НПФ "Геофизика"]). Для спуска прибора и фиксации угла установки отклонителя используется геофизический подъемник;

ориентирование с помощью телеметрических систем (ТС) комплекса датчиков измерения зенитного угла скважины, ее азимута и положения отклонителя. При резке боковых стволов для ориентирования клиновых отклонителей используют ТС чаще с гидравлическим каналом связи зарубежного производства (Schlumberger, Halliburton [США], Sperry-Sun [Великобритания], Baker Hughes, Teleco, Eastman Cristensen [США] и др.) и реже с проводным каналом как отечественного (СТТ [Харьковский СКТБ "Потенциал"], ОРБИ-3, НАДИР [ОАО НПФ "Геофизика"], ЭТО-2М [ОАО НПО "Буровая техника"], Пилот-БП-26-01 [Уфимский ГНПП "Пилот"] и др.) так и зарубежного производства (Scientific Drilling Controls, Sperry-Sun [Великобритания], Shell Development [США], FLEXODRILL [Франция] и др.). Далее, весь ствол скважины бурят с использованием той же телесистемы, что и при резке дополнительного ствола. Инженерно-технологическое сопровождение при использовании телеметрических систем осуществляют, как правило, подрядные сервисные компании.

Проведенный анализ технических средств и способов ориентирования отклонителей, в том числе практический опыт автора² в области резки боковых стволов, позволяет сделать вывод, что вышеприведенные варианты ориентирования с помощью ориентаторов измерительного типа не достаточно эффективны по целому ряду причин, основные из которых сводятся к следующему:

недостаточная точность ориентирования, обусловленная влиянием закручивания колонны бурильных труб;

привлечение подрядных организаций, что требует значительных дополнительных средств на сооружение скважины (например, стоимость 1 часа работ по инженерно-технологическому сопровождению с использованием зарубежной телеметрической системы с гидравлическим каналом связи на 2010 г. составляло около 200000 руб.);

сравнительно большие затраты времени на ориентирование отклонителя. Процесс ориентирования клина по первому варианту (спуск и подъем прибора на кабеле, ориентирование) на глубине 2000 м составляет не менее 3-х часов. Кроме того, спуск скважинного прибора бывает весьма затруднен уже при зенитных углах 30° в связи с резко возрастающими силами сопротивления;

при использовании ТС (особенно с гидравлическим каналом) резку бокового ствола часто проводят в два этапа. На первом этапе ориентируют клин и вырезают окно стартовой фрезой, во втором этапе уже без ТС работают оконной и арбузообразной фрезами. Технология резки бокового ствола в два этапа обусловлена значительным износом и возможной поломкой ТС при воздействии на нее больших нагрузок (работа в обсадной колонне и желобе клина) и металлической стружки.

Ориентирование отклонителей с помощью самоориентирующих устройств не имеет отмеченных недостатков (по сравнению с ориентаторами измерительного типа) и является наиболее перспективным. Самоориентаторы положительно зарекомендовали себя для ориентации отклонителей в практике направленного бурения геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые [2 – 5]. В практике направленного бурения нефтяных и газовых скважин самоориентаторы пока не используются.

Обобщенная модель самоориентаторов представляет собой следующее: ориентирующая аппаратура в виде забойного автономного механизма, который по команде оператора устанавливает отклонитель в расчетное положение, поворачивая его вокруг оси без вращения колонны бурильных труб [2]. Затраты времени на ориентацию с использованием устройств данной группы не превышают нескольких минут, так как отсутствует необходимость доставки дополнительных устройств в забойную зону и поиска требуемого положения забойного прибора вращением бурильной колонны. По сравнению с телеметрическими системами самоориентаторы имеют достаточно простую конструкцию и невысокую стоимость. Использование данных ориентаторов для резки бокового ствола позволит произвести ориентацию и вырезание целевидного окна за один этап.

Из наиболее перспективных самоориентирующих устройств можно выделить конструкцию дебалансно-гидравлического ориентатора ДГО-1-ТПИ, разработанного на кафедре «Техника разведки месторождений полезных ископаемых» Томского политехнического института [6].

Ориентатор работает следующим образом (см. рис.). Ориентатор устанавливается между отклонителем и колонной бурильных труб на резьбовых соединениях 22, 23. При этом угол между плоскостью действия отклонителя и кулачком 7 должен соответствовать требуемому направлению бурения. В скважине компоновка устанавливается таким образом, чтобы от долота (не показано) до забоя наклонной скважины было не менее 0,3 – 0,5 м. После того, как эксцентричный груз 7, поворачиваясь на подшипниках 21, займет положение устойчивого равновесия, в бурильные трубы подается промывочная жидкость, которая через канал 19 попадает в полость корпуса 1. Так как подпоршневые полости цилиндров 2 и 8 каналами 15 и 16 гидравлически связаны с полостью корпуса, то за счет давления промывочной жидкости поршни 3 и 9 перемещаются вверх. Причем скорость перемещения верхнего поршня 3 выше, чем нижнего. Промывочная жидкость из цилиндров 2 и 8 через отверстия 17 и 18 вытекает в скважину. Движение верхнего поршня 3 и связанного с ним штока 4 прекращается после зацепления шлицев 11 эксцентричного груза 5 со шлицами 12 корпуса 1. При взаимодействии винтовых поверхностей 13 и 14 нижний кулачок 7 и связанные с ним ось 10 с поршнем 9 поворачиваются относительно верхнего кулачка 6 в направлении, которое определяется геометрией винтовых поверхностей 13 и 14. После смыкания кулачков 6 и 7 ось 10 занимает крайнее верхнее положение, при котором канал 20 находится в полости ориентатора. Через канал 20 промывочная жидкость поступает к отклонителю. При этом понижается давление в нагнетательной линии бурового насоса, что свидетельствует о завершении процесса ориентирования.

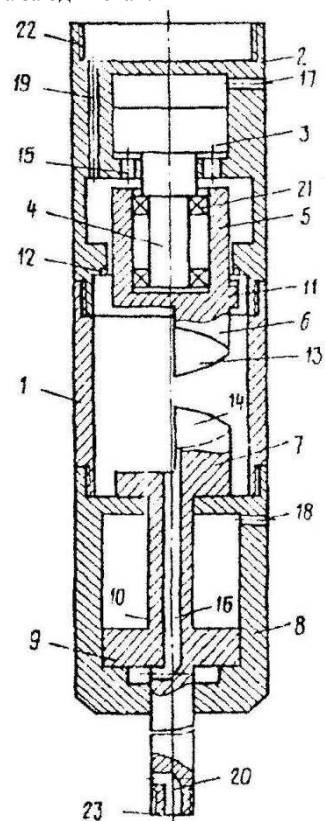


Рис. Схема ориентатора ДГО-1-ТПИ

Дебалансно-гидравлический ориентатор ДГО-1-ТПИ испытан в производственных условиях при направленном бурении геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые и показал эффективную работу в процессе ориентировании отклонителей (показатель точности ориентации равен 0,98) [4].

Для изготовления ориентатора ДГО-1-ТПИ при ориентировании клиновых отклонителей в случае резки боковых стволов из обсаженных нефтяных и газовых скважин потребовалась его модернизация в связи с несоответствием габаритных размеров бурового инструмента нефтяного сортамента и его технологических параметров (расход и давление нагнетания промывочной жидкости, крутящий момент). В настоящее время на

кафедре "Бурение скважин" Томского политехнического университета выполнены работы по модернизации ориентатора ДГО-1-ТПИ [1].

Таким образом, применение данного ориентатора для ориентирования клиновых отклонителей при резке боковых стволов обеспечит высокую точность ориентирования, сократит время установки отклонителя в нужном направлении и позволит использовать его силами буровых бригад без привлечения подрядных организаций, что в свою очередь снизит затраты на сооружение скважины.

В настоящее время планируется использовать модернизированный ориентатор ДГО-1-ТПИ в производственных условиях ЗАО «Сервисный центр бурения» (г. Нижневартовск).

Литература

1. Евграфов Д.Н. Модернизация дебалансно-гидравлического ориентатора ДГО-1-ТПИ для ориентирования клиновых отклонителей при резке боковых стволов из обсаженных скважин // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XV Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2011. – Т.2. – С. 264 – 265.
2. Костин Ю.С., Соловов Ю.Г., Нескоромных В.В. и др. Современные методы и технологии по управлению траекториями геологоразведочных скважин. – Чита: ООО "Издательский дом "Ресурсы Забайкалья", 2004. – 352 с.
3. Кривошеев В.В. Ориентация отклонителей // Техн. и технол. геол.-развед. работ; орг. пр-ва / Обзор ВНИИ экон. минер. сырья и геол.-развед. работ (ВИЭМС). М., 1988. Вып. 4 с.
4. Кривошеев В.В., Дельва В.А., и др. Дебалансно-гидравлический ориентатор отклонителей новой конструкции ДГО-ТПИ // Техн. и технол. геол.-развед. работ; орг. пр-ва / Экспресс-информация (ВИЭМС). М., 1986. Вып. 10. – С 24 – 28.
5. Нескоромных В.В., А.Г. Калинин. Направленное бурение: Учебное пособие. – М: Изд-во ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 384 с.
6. Пат. 1541362 Россия МКИ Е 21 В 7/08. Ориентатор отклонителя. Дельва В.А., Кривошеев В.В., Сулакшин С.С. Заявлено 24.11.1987; Опубл. 07.02.1990, Бюл.№ 5 – 3 с.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ МАССОПЕРЕНОСА ПРИ КРУПНООБЪЕМНОМ ОПРОБОВАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕТОДОМ СКВАЖИННОЙ ГИДРОДОБЫЧИ

Н.Е. Горшенин

Научный руководитель профессор С.Я. Рябчиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Детальное изучение технологии скважинной гидродобычи (СГД) и технологии отбора проб данным способом позволило выявить проблему изменения вещественного состава получаемых проб [1,2], предположительно в результате несовершенства механизмов массопереноса в добычной камере. В этой связи необходимо исследовать процесс массопереноса в добычной камере и сформулировать условия надежного выноса горной массы из формируемой в процессе гидродобычи полости. Для выполнения данных исследований был предложен и сконструирован стенд, общий вид которого приведен на рисунке.

Стенд состоит из металлического корпуса 1, внутрь которого вставляется картридж 2, состоящий из крышки 3, стяжных стержней 4, дна 5 и пластины перфорированного внутреннего корпуса 6. Техническая вода нагнетается в стенд через патрубок 8, подъем пульпы осуществляется через пульпоподъемный патрубок 9. Гидромониторы 10 крепятся к нижнему концу напорной трубы 11. Стравливание воздуха из стенда осуществляется краном 12, слив воды краном 13. Для наблюдения за процессом внутри стенда предусматривается использование средств видеоконтроля 14, с подсветкой 15. Работает стенд следующим образом – на дне картриджа размещается тонкий слой исследуемой пробы россыпного материала. Картридж вставляется в наружный корпус и герметично закрепляется в нем. Затем, по патрубку 8 насосом подается вода. Внутри корпуса повышается давление и происходит отток поступающей воды через перфорированный внутренний корпус и пульпоподъемный патрубок 9 за пределы герметичного корпуса. Возникающий поток формирует поле скоростей, эквивалентное полю скоростей при всасывании жидкости из добычной камеры с равной производительностью. В созданном поле придонных скоростей происходит частичное очищение дна 5 картриджа 2 на некотором расстоянии R от всасывающего патрубка, то есть формируется четкая граница для максимальной транспортирующей (взвешивающей) скорости. После непродолжительного цикла перекачивания жидкости (1..2 мин.) картридж извлекается, дно 5 снимается и фотографируется распределение грунта на нем. Затем закладывается новая проба и эксперимент повторяется. Кроме непосредственного переноса частиц пробы посредством всасывания, предусмотрено изучение влияния на этот процесс гидромониторов. В этом случае дополнительным источником жидкости в добычной камере являются гидромониторы 10. При этом формирование поля придонных скоростей происходит с участием прямых и отраженных от стенок камеры гидромониторных струй.

Для нагнетания воды в стенд используется насос НБ-3 с подачей 18..150 л/мин при максимальном давлении нагнетания 3,0 МПа, с возможностью ступенчатого регулирования подачи (5 ступеней). Контроль подачи насоса обеспечивается расходомером РС-ТПУ (погрешность в пределах 4%).