

отклоняющей компоновки. Одним из актуальных способов подготовки забоя является расширение ствола скважины в интервале забуривания нового направления с целью создания уступа в стенке скважины. Данная операция позволит сократить временные затраты на формирование уступа отклоняющей КНБК, а также минимизировать риски возврата долота в старый ствол. В качестве технических средств для формирования уступа могут использоваться гидравлические расширители ствола скважины, бицентричные долота, а также специальные гибридные долота со смещенным центром вращения, которые позволяют формировать ствол скважины больше номинального диаметра самого породоразрушающего инструмента.

Исходя из вышеизложенного, повышение качества забуривания нового направления ствола скважины достигается следующими методами:

- подготовка ствола и забоя скважины. На данном этапе выбирается оптимальный интервал зарезания и формируется первоначальный уступ для упрощения дальнейших работ по забуриванию нового направления;
- выбор подходящего материала для искусственного забоя. Оцениваются физико-механические свойства горных пород, слагающих ствол скважины в интервале зарезания и подбирается материал для искусственного забоя исходя из равенства энергоемкостей разрушения горной породы и искусственного забоя;
- выбор и подготовка породоразрушающего инструмента для зарезания нового ствола. Выбирается долото, обладающее максимальной фрезерующей способностью, а также исходя из несоответствия типа вооружения и материала искусственного забоя. Если данный способ неосуществим, то выполняется специальная подготовка долота путем покрытия вооружения специальными сплавами (латунь, олово).

Литература

1. Калинин, А.Г. Бурение наклонных скважин: Справочник/ А.Г. Калинин, Н.А.Григорян, Б.З.Султанов; под общей ред. А.Г.Калинина.- М.: Недра, 1990. – 348 с.
2. Нескоромных, В.В. Методы и технические средства бесклинового забуривания дополнительных стволов скважин с искусственных забоев/ В.В. Нескоромных - М.: МГП «Геоинформмарк», 1993. – 55 с.
3. Нескоромных, В.В. Направленное бурение и основы кернометрии/ В.В. Нескоромных - Иркутск: Изд. ИрГТУ, - 2010. – 328 с.
4. Нескоромных, В.В. Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ/ В.В. Нескоромных - Красноярск: изд. СФУ, 2012. – 298 с.
5. Шенбергер, В.М. Техника и технология строительства боковых стволов в нефтяных и газовых скважинах: Учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2007. – 496 с.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ЗАБОЙНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

А.В. Ушаков, А.В. Епихин

Научный руководитель: старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наиболее распространенными способами бурения являются роторный и с применением забойных двигателей. В первом случае вращение к породоразрушающему инструменту передается от поверхности к забою скважины посредством вращения всей бурильной колонны. Во втором случае вращается только призабойная часть компоновки низа бурильной колонны, расположенная между двигателем и забоем скважины. Каждый из способов обладает своими достоинствами и недостатками, но следует отметить, что в современных актуальных для наклонно-направленного бурения условиях (увеличение средней протяженности скважин по стволу, усложнение их траекторий, увеличение количества и протяженности интервалов искусственного набора параметров кривизны), объемы бурения с применением забойных двигателей постоянно растут (рис. 1). К настоящему времени разработаны различные комбинированные системы совмещенного роторного и турбинного бурения, но они находятся более на стадии разработки и полевых исследований, в различных пилотных проектах.

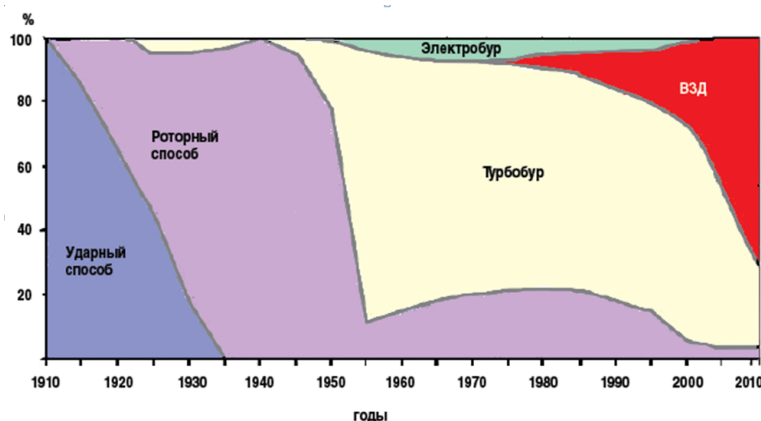


Рис. 1. Соотношение объемов и способов бурения по годам [1]

Забойный двигатель – это погружная машина, преобразующая гидравлическую, пневматическую или электрическую энергию, подводимую с поверхности, в механическую работу породоразрушающего инструмента (долота) при бурении скважин. Энергия к забойному двигателю подводится от источника по колонне бурильных труб или кабелю. Преобразование подведённой энергии в механическую работу осуществляется в рабочих органах забойного двигателя, в качестве которых выступает пара «ротор-статор» [2].

По типу движения, сообщаемого породоразрушающему инструменту, различают – вращательные и ударные забойные двигатели; по виду энергоносителя — гидравлические, пневматические и электрические; по особенностям породоразрушающего инструмента — для бурения сплошным и кольцевым забоем; по конструкции — одинарные, секционные, шпиндельные, редукторные [3].

Первый забойный двигатель был изобретен в 1922-1923 гг. в СССР М.А. Капелюшниковым, С.М. Волохом и Н.А. Корнеевым. Первый прототип винтового забойного двигателя (ВЗД) был изобретен в 1934-1935 гг. в экспериментальной конторе турбинного бурения АзНефти (ЭКТБ) советскими инженерами П.П. Шумиловым, Р.А. Иоаннесяном, Э.И. Тагиевым и М.Т. Гусманом [4]. А в 70-х годах прошлого века во ВНИИБТ и его Пермском филиале впервые в мире был создан ВЗД с многозаходными рабочими органами. С момента своего изобретения забойные двигатели стали активно модернизироваться и развиваться, вытесняя с рынка роторный способ бурения. В свою очередь турбобуры со временем стали уступать место на рынке строительства нефтяных и газовых скважин место ВЗД. Успешное продвижение последних, связано, в наибольшей степени, с тем, что они отвечают требованиям современного породоразрушающего инструмента и технологии бурения, благодаря своим уникальным техническими и энергетическими характеристиками (высокий удельный момент, жесткая зависимость крутящего момента от частоты вращения) [1].

Модернизация ВЗД ставит перед собой две основных цели: повышение управляемости характеристиками двигателя и увеличение срока его эксплуатации. Во втором случае исследователями рассматривается целый спектр возможных направлений улучшения конструкций ВЗД и одним из самых актуальных направлений является выбор разработки новых форм и конструкций эластомеров для формирования обкладки статора двигателя [1]. Используемая для этих целей резина ИРП-1226 стала терять свою актуальность по нескольким причинам:

- высокая вязкость и недостаточное времени подвулканизации, что не позволяет ее качественно использовать в новых модификациях статоров забойных двигателей;
- низкая для современных энергетических характеристик ВЗД усталостная выносливость (порядка 100 тыс. циклов при знакопеременном изгибе);
- неустойчивость в забойных условиях – деструкция и набухание эластомеров статоров под воздействием высоких температур и при работе в агрессивной среде современных буровых растворов, в том числе, на углеводородной основе.

Рассматривая проблему эластомеров статоров ВЗД, можно выделить два направления проведения исследований:

- совершенствование состава резины эластомеров и технологии ее вулканизации к статору;
- разработка присадок к буровым растворам, либо актуальных рецептур буровых растворов, позволяющих снизить агрессивное воздействие среды на эластомер. По этому направлению с осени 2014 года на кафедре бурения скважин Национального исследовательского Томского политехнического университета ведутся инициативные научные исследования.

На первом этапе было решено исследовать влияние различных сред на образцы резины ИРП-1226. ИРП-1226 представляет собой маслостойкую резиновую смесь повышенной износостойкости, с температурным интервалом работоспособности от -20 до + 100 °С. Ее условная прочность составляет 9,8 МПа, относительное удлинение при разрыве 125%, твердость 65-95 ед. Шор А. В первой серии экспериментов оценивалось влияние предельных сред (насыщенный соляной раствор, щелочной раствор (рН=14), нефть, дизельное топливо), на объем образцов при их длительном нахождении во взаимодействии. Выбор жидких сред для исследований обусловлен необходимостью обоснования уровня агрессии по отношению к ИРП-1226 различных основ бурового раствора. В дальнейших исследованиях это позволит оценить эффективность функционирования разрабатываемых присадок к буровым растворам. Оценка производилась по одному параметру: геометрические размеры образца, поскольку, в работах исследователей наиболее часто упоминают неустойчивость эластомеров по отношению к агрессивным средам в виде набухания или уменьшения габаритных размеров [1, 4, 5]. При обработке результатов эксперимента оценивалось изменение всех параметров образца (длина, высота, ширина) и его объема от времени нахождения в жидкой среде. Образцы изготавливались в форме параллелепипедов размерами ~ 34÷39 x 53÷60 x 11÷12 мм. Образцы выдерживались в пластиковых контейнерах на протяжении всего эксперимента с полным погружением в жидкость при комнатной температуре и атмосферном давлении. Для оценки воспроизводимости результатов исследования проводились с 3-5 образцами для каждой из сред. Длительность эксперимента составила 15 суток – это обусловлено тем, что время работы винтового двигателя составляет от 200 до 600 часов со средним значением в 240-300 часов [6].

На рис. 1 представлены результаты первой серии экспериментов. В качестве критерия для сравнения был выбран объем образца, поскольку он позволяет оценить процессы, происходящие с образцом: «набухание» или «уменьшение габаритных размеров». При анализе графиков отмечено, что все исследуемые жидкости оказали влияние на образцы ИРП-1226 со схожей динамикой изменения объема образцов: на первом этапе (50-100 часов) происходит стабильное набухание (соляной раствор) или уменьшение габаритных размеров (нефть, дизельное топливо, щелочной раствор) образцов. Затем динамика изменения объема образцов сменяется противоположной и за следующие 100-150 часов эксперимента объем образца достигает значения, которое затем

стабильного значения. Кроме того, для всех исследуемых жидкостей было получено итоговое изменение образца на конец эксперимента, достигавшее 0,5-1 см³ (увеличение объема для соляного раствора, дизельного топлива и щелочного раствора; уменьшение объема образца при его нахождении в нефти). Наибольшее изменение объема между начальным и конечным измерениями отмечено для эксперимента с щелочным раствором. Эксперимент проводился без дополнительных условий на образцы в виде механических нагрузок, повышенных температуры и давления. Это подчеркивает, что в забойных условиях изменения параметров (форма, размер) эластомера и, как следствие, его износ будут идти динамичнее.

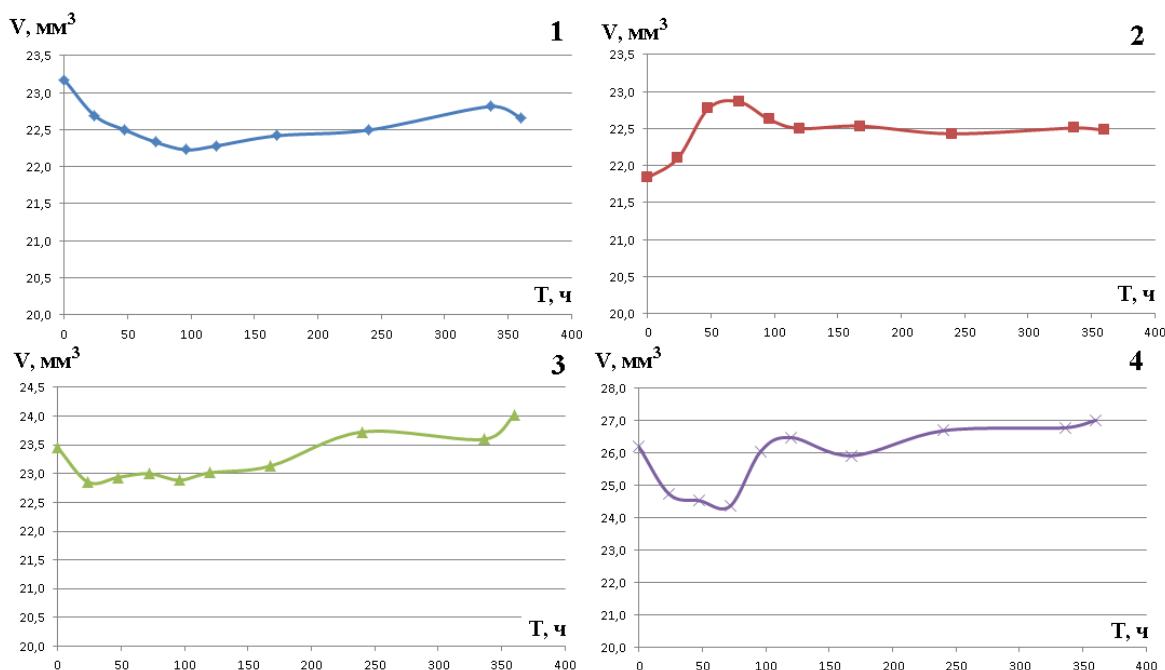


Рис.1. Зависимость объема образца ИРП-1226 от времени его нахождения в жидкости: 1 – нефть, 2 – насыщенный соляной раствор, 3 – дизельное топливо, 4- щелочной раствор

В ходе исследований было оценено влияние различных предельных жидкостей (как основы буровых растворов) на геометрические размеры образцов резины ИРП-1226, используемой в качестве эластомеров ВЗД. Доказано, что под их длительным воздействием идет динамичное изменение объема образца резины, которое в течение 200-250 часов стабилизируется. Изменение объема образца по итогам составляет 2-3% относительно исходного. Полученные результаты зарегистрированы в условиях отсутствия забойных температур и давлений, а также механического воздействия рабочих элементов ВЗД на эластомер, что позволяет прогнозировать более интенсивное влияние основы бурового раствора и его компонентов на элементы ВЗД, представленные ИРП-1226. В дальнейших исследованиях планируется оценить влияние температуры на характеристики образцов, а в качестве критериев сравнения дополнительно ввести анализ изменения массы образцов и их прочности.

Литература

1. Балденко Д.Ф., Коротаев Ю.А. Современное состояние и перспективы развития отечественных винтовых забойных двигателей [Электронный ресурс] // Журнал «Бурение и нефть». Режим доступа: <http://burneft.ru/archive/issues/2012-03/1>.
2. Забойный двигатель [Электронный ресурс] // Горная энциклопедия. Информационный ресурс. Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/z/zabojnye-dvigatel/>.
3. Винтовые забойные двигатели [Электронный ресурс] // NEFTEGAZ.RU. Официальный сайт. Режим доступа: http://neftegaz.ru/tech_library/view/2607.
4. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Гноевых А.Н. Винтовые гидравлические машины. Том 2. Винтовые забойные двигатели. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007. – 470 с.
5. Устройство и работа винтовых забойных двигателей [Электронный ресурс] // GazPB.ru. Официальный сайт. Режим доступа: <http://www.gazpb.ru/ekspluatatsiya-turbinoj-tehniki/105-ustrojstvo-i-rabota-vintovyx-zabojnyx-dvigatelj.html>.
6. Игнатов, Д. Н. Показатели надежности винтовых забойных двигателей // Молодёжь и наука: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section18.html>