

- «НЕФТЕГАЗМАШ-ТЕХНОЛОГИИ» - система циркуляционная СЦ-26, СЦ-32, СЦ-35М.

Как показывает анализ, серьезное распространение получили системы с модульной установкой оборудования заводом-производителем на отдельные блоки, которые могут размещаться на автоприцепе или платформе на санях. Конструкция такой циркуляционной системы решает следующие задачи: охрана окружающей среды; ускоряет и удешевляет монтаж; исключают необходимость использования желобных систем в грунте и амбаров.

На основе изученной информации были сформированы категории недостатков блоков очистки циркуляционных систем и их элементов.

Совокупные недостатки, которые обусловлены несовершенством оборудования первой, второй и последующих ступеней очистки бурового раствора. Например:

Вибрационное сито. Установка сеток с мелкой ячейкой производится с целью повышения степени очистки, но использование мелкоячеистых сеток приводит к уменьшению пропускной способности вибросита.

Гидроциклонный илоотделитель/пескоотделитель. Рассчитан на долю шлама в единице объема раствора 1,5-2% процента, в то время как раствор может поступать «пачкообразно» с количеством шлама 5% или более. Как следствие, перегрузка оборудования и закупоривание насадок и недоочищенный буровой раствор поступает в циркуляционную систему, забивает центрифугу и попадает обратно в скважину.

По условиям применения. Сравнение эффективности циркуляционных систем при бурении скважин в различных горно-геологических условиях является некорректным, поскольку регистрируемые параметры для разных скважин обладают высоким разбросом. Следовательно, сравнение эффективности работы блоков очистки актуально для условий изменения режима очистки бурового раствора в ходе бурения одной скважины или бурение двух и более скважин, в идентичных горно-геологических условиях (сооружение куста скважин), с использованием различных компоновок очистного оборудования и режимов очистки.

По типу буровой установки. При анализе недостатков очистных блоков циркуляционных систем было получено, что они зависят от типа буровой установки (стационарная, мобильная, кустовая), и включают в себя ряд прямых и косвенных параметров, влияющих на итоговую оценку: безопасность работы обслуживающего персонала; значение технико-экономических показателей при бурении; уровень экологической безопасности; готовность к оперативному ремонту (универсальность блоков); взаимодействие элементов системы очистки и влияние на скорость обработки бурового раствора; эксплуатация в различных климатических условиях; заданные характеристики (качественные и количественные) очистки раствора; возможность использования растворов на углеводородной основе;

Анализ недостатков циркуляционных систем позволил сделать следующий вывод. Буровое оборудование, в том числе и система очистки бурового раствора, имеет заданный проектом на скважину режим работы, при котором они обеспечивают фиксированные производительность, объем поступающего бурового раствора и его предполагаемые параметры при выходе на устье скважины. В свою очередь, изменение геологических свойств разреза при его проходке приводит к варьированию объема по времени и характеристик шлама. Следовательно, возникает противоречие: при неизменных параметрах работы очистного оборудования в циркуляционную систему попадает буровой раствор с различными характеристиками и объемом шлама на единицу объема раствора по времени. В свою очередь, буровая бригада принимает решения по изменению режимов работы очистного оборудования (с учетом заданных проектом) часто с запозданием, что приводит к падению качества очистки раствора, его возвращению в таком виде в скважину, с созданием предпосылок для будущих осложнений. В дальнейших исследованиях будет произведено моделирование работы различных циркуляционных систем с целью выработки оптимальных алгоритмов их эксплуатации.

#### Литература

1. Буровые растворы: учебное пособие / Л.В. Ермолаева. – Самара, 2010. – 60 с.
2. Коршак А.А., Шамазов А.М. Основы нефтегазового дела: учебник для ВУЗов/ А.А. Коршак, А.М. Шамазов. – Уфа, 2011. – 119 с.
3. История нефтегазовой отрасли и основы нефтегазового дела: Учебное пособие / В. Г. Крец, А. В. Шадрин. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — 77 с.
4. Группа компаний «НЕФТЕГАЗМАШ-ТЕХНОЛОГИИ» [Электронный ресурс]//Официальный сайт. Режим доступа: <http://www.ngmt.ru/partners/>.

### ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Ю.Р. Исмаилов

Научный руководитель старший преподаватель А.В.Епихин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

В наше время большими темпами набирает обороты добыча трудноизвлекаемой нефти из нестандартных коллекторов в сложных горно-геологических и климатических условиях. Это обусловлено тем, что крупные и уникальные месторождения находятся на поздних стадиях разработки и сильно истощены. Главными целями разработки месторождения углеводородов были и остаются: получение высокого дебита скважин и достижения высоких показателей коэффициента извлечения нефти. В связи становятся все более

актуальными различные методы и технологии интенсификации потока, одним из которых является гидравлический разрыв пласта.

Гидравлический разрыв пласта (ГРП, фрекинг) - механический метод воздействия на продуктивный пласт, при котором в скважину по специальным насосно-компрессорным трубам нагнетается гель (гуар), приготовленной на основе воды или углеводородной жидкости. Давление, создаваемое жидкостью, разрывает породу пласта по плоскостям минимальных напряжений горного давления. В результате в пласте образуется трещина. После разрыва пласта, за счет продолжающейся закачки жидкости, образовавшаяся трещина увеличивается в размерах. При достижении трещиной определенных (предварительно запроектированных) размеров на забой с жидкостью разрыва начинает подаваться расклинивающий агент, называемый проппантом (искусственный песок с частицами шаровидной формы, изготовленный на основе бокситов). Расклинивающий агент транспортируется жидкостью разрыва в трещину. Его задача удерживать трещину в раскрытом состоянии после прекращения подачи жидкости разрыва в скважину и снятия избыточного давления. За счет созданной трещины, заполненной проппантом, расширяется область пласта, дренируемая скважиной; подключаются ранее не участвующие в разработке участки залежи, создается высокопроводящий канал для поступления нефти в скважину. Это позволяет увеличить дебит скважины в несколько раз (в среднем по нефти в 3 раза), увеличить коэффициент извлечения нефти из пласта, и тем самым переводить часть забалансовых запасов нефти в промышленные [5].

На данный момент разработано множество модификаций, типов и видов ГРП. В зависимости от объема закачки проппанта различают: локальный (до 5 тонн), глубокопроникающий (до 100 тонн), массивированный (более 100 тонн), также широко распространены многостадийный и супер-ГРП. Классифицируют также ГРП по используемому расклинивающему реагенту – проппантный, азотный, кислотный и др.

Проведение первого в мире ГРП приписывается компании Halliburton, выполнившей его в США в 1947 году. В качестве жидкости разрыва в тот момент использовалась техническая вода, в качестве расклинивающего агента — речной песок. Технология быстро приобрела широкое распространение: уже к 1968 году в мире было сделано более миллиона таких операций. В отечественной нефтедобыче ГРП начали применяться с 1952 года. Разработчиками теоретической основы явились советские учёные Христианович С. А. и Желтов Ю. П. За 1988-1995 гг. только в Западной Сибири было произведено более 1600 операций ГРП.

В настоящее время ежегодно в Российской Федерации производится около 9000 операций гидроразрыва пласта. С этим показателем Российская Федерация является крупнейшей на территории постсоветского пространства и Европы, уступая в мире только США. Из извлеченных в 2013 году в Российской Федерации, по различным подсчетам, 525-540 млн. тонн нефти, благодаря ГРП было получено не менее 30% объемов. Такие нефтяные гиганты, как «Лукойл», «Роснефть», «Сургутнефтегаз», «Газпром», «Татнефть» и многие другие значительную часть нефти также получают благодаря методам интенсификации, из которых первоочередное внимание уделяется гидроразрыву пласта [1].

На рис. 1 показана диаграмма, отражающая динамику количестве проведенных ГРП с 2011 по 2013 гг. несколькими отечественными нефтедобывающими компаниями. За 2013 год компания «Татнефть» провела не меньше 605 операций ГРП, что составляет 23% общей собственной добычи. Суммарно, за последние 15 лет, этой компанией было осуществлено более 2500 ГРП. «Газпром нефть» ежегодно увеличивает объемы ГРП, причем за 2013 год из общего объема в 896 реализованных проектов - 139 являются многостадийными. Интерес вызывает тот факт, что с помощью этого метода компанией было извлечено лишь 4,5% общей добычи, что значительно ниже, чем у конкурентов. Но по данным на 2014 год число запланированных операций многостадийного ГРП составило 167, что говорит о возрастающей популярности этого метода [4]. «Лукойл» произвел за 2013 год 978 ГРП, таким образом, обеспечив дополнительные 30% добычи. Компании «Роснефть» и «Сургутнефтегаз» занимают лидирующие позиции на отечественном рынке по объему проведения ГРП, поскольку все новые скважины вводятся с применением этой операции. Это позволяет повысить дебит с 15 до 100 тонн нефти в сутки, а коэффициент извлечения – на 10-15% [3]. В ближайшем будущем эти компании планируют проводить до 3000-4000 ГРП/год и повышать свою добычу благодаря этой технологии на величину до 100 млн. тонн нефти [2].

К настоящему времени более 10 лет осуществляется интенсивное освоение сланцевых месторождений, при котором получение углеводородов невозможно без ГРП. Абсолютный лидер в области - США. Интерес нефтяных компаний к данным месторождениям связан со снижением добычи легкой и средней плотности нефти. В Российской Федерации сланцевую нефть также добывает ряд компаний, но пока в небольших объемах. Например, «Лукойл» использует технологию разрыва пласта сланцев на Средне-Назымском месторождении в Западной Сибири. Тем не менее, в промышленных масштабах извлекать нефть из сланцев пока не позволяют даже современные технологии. К тому же, есть много нерешенных вопросов экологической безопасности и целесообразности освоения подобных месторождений. Еще в середине прошлого века в США этот метод был признан экологами «экологическим терроризмом». В связи с возможным ущербом для окружающей среды добыча сланцевого газа запрещена в 30 странах, среди которых Франция и Болгария; приостановлена также в нескольких городах Германии, ряде штатов США [6]. Но месторождения сланцевого газа и нефти остаются перспективным источником углеводородов и, как следствие, потенциальной областью применения ГРП.

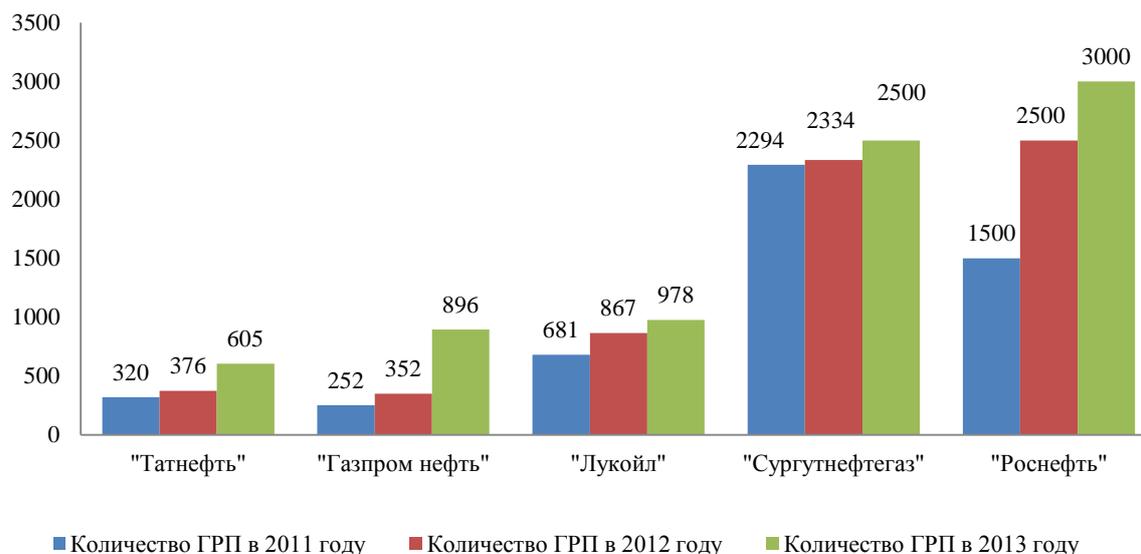


Рис 3. Динамика проведения ГРП в Российской Федерации в 2011-2013 гг.

Технология гидроразрыва пласта остается одной из самых востребованных среди методов интенсификации притока и увеличения нефтеотдачи во всем мире. Анализ данных по интенсификации добычи в Российской Федерации демонстрирует четкий восходящий тренд, характеризующий ежегодное увеличение количества операций ГРП отечественными нефтяными компаниями. С другой стороны, нужно констатировать, что представленные данные характеризуют объемы проводимых ГРП по заказу отечественных компаний, в то время как исполнителями чаще всего выступают зарубежные агенты. Это подтверждает высокую актуальность научных исследований в направлении разработки отечественных методов и технологий проектирования и проведения гидравлического разрыва пласта.

#### Литература

1. Лактионов А. Без гидроразрыва Россия не способна удержать текущий уровень добычи углеводородов// [Электронный ресурс] / 2014. – URL: <http://news.finance.ua/ru/> (дата обращения 9.03.2015)
2. Описание деятельности НК «Роснефть» // [Электронный ресурс] / – URL: [http://tender.rosneft.com/neftepromisel/archive/2009/01-26\\_07\\_2009.html](http://tender.rosneft.com/neftepromisel/archive/2009/01-26_07_2009.html) (дата обращения: 8.03.2015)
3. Описание компании НК «Роснефть» // [Электронный ресурс] / – URL: <http://www.rosneft.ru/news/pressrelease/04022014.html> (дата обращения: 3.03.2015)
4. Новости компании ОАО «Газпром нефть»// [Электронный ресурс] / – URL: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/1100014/> (дата обращения: 7.03.2015)
5. Отдел Пенсильвании по охране окружающей среды// Обзор ГРП [Электронный ресурс] / 2010. – URL: <https://fracfocus.org/hydraulic-fracturing-how-it-works/hydraulic-fracturing-process> (дата обращения: 9.03.15)
6. [Сланцевый газ — новый вектор развития мирового рынка углеводородного сырья](#)// ВЕСТНИК ОНЗ РАН, ТОМ 2, NZ5001, doi:10.2205/2010NZ000014, 2010

### ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ И МОМЕНТА ВХОДА В ПРОДУКТИВНЫЙ ПЛАСТ

А.В. Ковалев, А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Горизонтальное, многозабойное и многоствольное бурение, а также бурение скважин со сверхбольшим смещением забоя от устья являются современными технологиями, позволяющими повысить дебит скважины, увеличить рентабельность эксплуатации малопродуктивных залежей нефти и газа, а также сократить затраты на эксплуатацию морских месторождений. Причиной их использования является потребность в освоении трудноизвлекаемых ресурсов.

Месторождения с трудноизвлекаемыми запасами отличаются низкими коллекторскими свойствами продуктивных горизонтов, равно как и низким качественным составом насыщающих их флюидов. Острой проблемой является загрязнение призабойной зоны при вскрытии продуктивного пласта. Ее состояние в период заканчивания скважин определяет эффективность добычи нефти и газа из скважин и разработку нефтяных и газовых месторождений. Вскрытие продуктивных пластов является наиболее важным, ответственным и экономически значимым этапом буровых работ по заканчиванию эксплуатационных и разведочных скважин. От