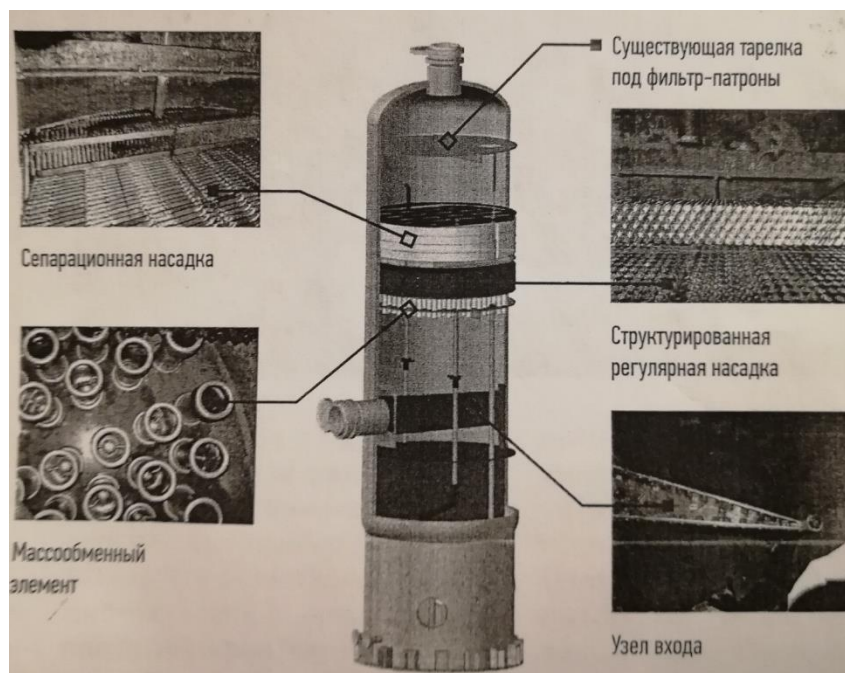


исследования и опыт эксплуатации сепарационного оборудования показали возможность достижения оптимальных параметров за счет применения сочетания внутренних устройств без фильтров.

В качестве примера использования сепаратора с сочетанием внутренних устройств без фильтр-патронов можно привести модернизацию сепараторов с промывочной секцией цеха Юбилейного НГКМ (ООО Газпром добыча Надым»). Первоначально для модернизации сепаратора с промывочной секцией был выбран наиболее нагруженный аппарат. Сепаратор установлен перед ГПА, предназначенный для очистки газа от влаги, механических примесей, а для очистки солей при выносе минерализованной воды установлена секция с промывкой пресной водой. Модернизация представляла собой замену инерционного узла входа, применение новых центробежных элементов, работающих в двух режимах – с подачей промывочной жидкости и без нее, а также замену прямоточных центробежных элементов на регулярную насадку. С учетом технических требований необходимо было предусмотреть установку фильтр-патронов в случае несоблюдения требований СТО, а также возможность обратной замены новых внутренних устройств на проектные. На (рис. 2) показан модернизированный сепаратор с промывочной секцией цеха очистки газа Юбилейного НГКМ. [3]



**Рис. 2 Модернизированный сепаратор с промывочной секцией цеха очистки газа Юбилейного НГКМ [3]**

В настоящее время на базе Томского политехнического университета разработан экспериментальный стенд для удаления механических примесей из потока газоконденсатной смеси аэромеханическими методами. Проводятся эксперименты для правильной настройки аппарата и создания прототипа для промышленного использования.

#### Литература

1. Толстов В.А., Коныхов Н.Б., Немов М.В. Экспериментальная база - основа создания современного оборудования // Газовая промышленность. – Москва, 2013. – № 11. – С. 74 – 77.
2. Бойко С.И., Литвиенко А.В. Сепарационная техника для систем сбора, подготовки и переработки нефтяного газа//Газовая промышленность. – Москва, 2013. – № 10. – С. 85 – 87.
3. Совершенствование сепарационного оборудования за счет применения новых контактных устройств Технология // Газовая промышленность. – Москва, 2016. – № 7-8. – С.56 – 60.

### **ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРИТОКА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ**

**Д.В. Гамей**

Научный руководитель – старший преподаватель Ю.А. Максимова  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Интенсивный рост потребления топливного сырья, истощение ресурсов нефти и газа во многих странах мира, снижение прироста запасов нефти и газа на суше явились причиной большого интереса человечества к проблеме освоения континентального шельфа морей и океанов [1]. Но эксплуатация и разведка морских нефтяных и газовых месторождений в значительной степени отличается от разработки их на суше. Огромная сложность и

специфические особенности проведения этих работ в море определяются уникальностью технических средств, окружающей средой, высокой стоимостью, инженерно-геологическими изысканиями и т.п. [2]. Изучение интенсификации притока, как одного из этапов эксплуатации морских нефтяных и газовых залежей с низкой проницаемостью коллекторов, изменивших свои фильтрационные свойства, представляет большой интерес и также является весьма актуальным исследованием. Чаще всего воздействия на призабойную зону на шельфовых месторождениях ведется традиционными способами, такими как ГРП и кислотная обработка. Применение которых именно на акваториях морей имеет ряд особенностей.

Кислотная обработка и кислотный ГРП широко используются в Северном море в горизонтальных скважинах, пробуренных в карбонатных коллекторах. Здесь немаловажное значение имеют способ и скорость закачивания кислоты, ее объём. Утилизация кислоты при интенсификации предусматривает особые требования к судну, так как оно обеспечивает хранение и перекачку больших объемов высококоррозионной кислоты. В общем, интенсификация притока на шельфовых скважинах становится очень продуманным процессом, что связано с круглосуточным наблюдением всех эксплуатационных и технических требований. Существует ряд ограничений, которые следует учитывать, таких как вместимость резервуаров, объёмная подача насоса, время плавания. Все это играет важную роль в обеспечении бесперебойной закачки [3].

В залежах же с невысокой мощностью и с непосредственной близостью воды или газа, использование обычного ГРП является неоправданным риском. Так как избыточный рост трещин в высоту может вызвать неконтролируемые газо- и водопроявления. В этом случае для залежей со средне- и высокой проницаемостью пластов применяется технология ГРП, в которой рост трещин происходит не в длину, а в ширину. А для пластов с низкой проницаемостью может быть применено альтернативное решение, такое как «Fishbones Jetting». Рассмотрим несколько подробнее каждую из технологий.

Для залежей со средне- и высокой проницаемостью пластов основным фактором увеличения дебита скважины вследствие ГРП является ширина трещин. Для создания коротких широких трещин используется технология осаждения проппанта на конце трещины, которая состоит в продавливании проппанта в первую очередь к концу трещины путем постепенного увеличения его концентрации в рабочей жидкости в ходе обработки. Осаждение проппанта на конце трещины препятствует ее росту в длину. Дальнейшая закачка жидкости, несущей проппант, приводит к увеличению ширины трещины, которая доходит до 2,5 см, тогда как при обычном ГРП ширина трещины составляет 2.3 мм. Данная технология успешно применяется на месторождении в Мексиканском заливе, Индонезии и в Северном море [4].

Под технологией «Fishbones Jetting» понимается бурение многоканальной горизонтальной скважины с симметричным расположением боковых каналов. Конструкция «Fishbones» собирается заранее и включает трубу и прикрепленные к ней титановые трубки меньшего диаметра, так называемые «полюс иглы». Иглы приводятся в действие гидравлическим способом. При нагнетании жидкости под давлением около  $2,1 \text{ т/м}^2$  в конструкцию они выдвигаются и ортогонально исходят в залежь. Проникновение в породу создается путем использования малогабаритных буровых долот, расположенных на концах игл. Каждая из них создает микро-каналы в породе длиной до 12 метров, что повышает эффективный радиус ствола скважины и ее добычные характеристики. Конструкция позволяет направить каждое из ответвлений в отдельные нефтяные участки недр, не задевая соседние пласты с водой. Зарубежный опыт показывает увеличение добычи до 8,3 раз при использовании «Fishbones» [5].

Данная технология впервые была применена в 2013 году и на сегодняшний день является весьма новой. Наиболее распространенный и применяемый метод интенсификации добычи трудноизвлекаемых запасов - это бурение боковых стволов, один из эффективных способов вскрытия застойных зон продуктивных пластов и отдельных мелких залежей нефти на шельфе. Так на месторождении Чайво, характеризующимся высоким газовым фактором был использован данный метод с целью интенсификации отбора нефти. На скважине Z-4 дебит по нефти возрос с 445 т/сут до 774 т/сут, а газовый фактор снизился с 3000-4000 м<sup>3</sup>/т до 500 м<sup>3</sup>/т.

В морских условиях разработки месторождений этот метод приобретает наибольшую актуальность и особую экономическую целесообразность. Это связано, прежде всего, с ограниченным количеством ячеек-устьев для бурения на блок-кондукторах и морских стационарных платформах. Ограниченная возможность морских гидротехнических сооружений не позволяет в полной мере проводить работы по извлечению остаточных запасов нефтяных залежей. Строительство же новых сооружений требует больших затрат. Используя геонавигацию можно бурить с морских платформ направленные скважины с отходами в несколько километров, что позволяет вскрывать различные части месторождения, не прибегая к дополнительному строительству и бурению новых скважин [6].

Резюмируя можно сказать, что при интенсификации месторождений и на суше и на море применяются одни и те же технологии и методы, но стимуляции притока на шельфовой зоне имеет совершенно иные подготовку, затраты и объём работ. Что связано в большей степени с окружающей средой и высокой стоимостью, а также с организацией и обслуживанием работ на море. На морских месторождениях более распространённым методом интенсификации все еще остается кислотная обработка, проведение которой часто сопряжено с различными проблемами. Но использование современных технологий, таких, как «Fishbones» позволяет делать прогноз о том, что интенсификация добычи трудноизвлекаемых запасов скоро станет более эффективным и экологически чистым процессом.

#### Литература

1. Лекция: Эксплуатация скважин на морских территориях [электронный ресурс] - Электрон. Дан. URL: <http://www.mfa.gov.kg/contents/view/id/90>, свободный. – Дата обращения: 22.12.2017 г.
2. Элементы гидрогеологического режима [электронный ресурс] – Электрон. Дан. URL: [http://info-neft.ru/index.php?action=full\\_article&id=101](http://info-neft.ru/index.php?action=full_article&id=101), свободный. – Дата обращения: 20.12.2017 г.

3. Offshore Well Stimulation [электронный ресурс] – Электрон. Дан. URL: <http://www.scmdaleel.com/category/offshore-well-stimulation/150>, свободный. – Дата обращения: 23.12.2017 г.
4. Опыт применения гидроразрыва пласта за рубежом [электронный ресурс] - Электрон. Дан. URL: <http://oplib.ru/random/view/158365>, свободный. – Дата обращения: 20.12.2017 г.
5. Fishbone [электронный ресурс] - Электрон. Дан. URL: <https://neftegaz.ru/news/view/153464-Fishbone-Messoyahaneftegaz-oproboval-novuyu-tehnologiyu-bureniya-gorizontalnyh-skvazhin-ne-trebuyuschuyu-gidrorazryva-plastov>, свободный. – Дата обращения: 25.12.2017 г.
6. Дэвид Хилл, Эрик Ним. Бурение боковых стволов из существующих скважин дает новую жизнь старым месторождениям // Нефтегазовое образование - 1997г.- С.37.

## **АНАЛИЗ И ОСОБЕННОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ МЕТОДОВ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПРИТОКОВ Ф.А. Гасанов**

Научный руководитель – старший преподаватель Ю.А. Максимова  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Ограничение притока воды в нефтяные скважины осуществляется путем проведения водоизоляционных работ [3,4]. Основное их назначение – изоляция путей поступления воды в скважину с целью снижения обводненности добываемой продукции. Основным способом проведения водоизоляционных работ в нефтяных скважинах является закачка химических реагентов, способных фильтроваться в пористую среду и тампонировать пути поступления воды в скважину.

Для проведения водоизоляционных работ в скважине применяется множество химических реагентов [2, 4], но окончательный выбор зависит от причины обводнения и места, откуда поступает вода, а также от петрофизических особенностей продуктивного пласта.

Ожидаемые результаты исходя из выбора того или иного способа технологии обработки:

- закачиваемые материалы должны целиком заполнить каналы поступления воды;
- материалы обязаны создать водоизолирующий барьер, который при последующей эксплуатации скважины обеспечит достаточное сопротивление без разрушения при действующей депрессии;
- при проведении водоизоляционных работ не будут снижены фильтрационные свойства нефтенасыщенной части пласта;

При этом применяемые химические материалы и растворы должны:

- быть химически инертными по отношению к горным породам и металлу труб;
- обладать низкой ценной и недефицитностью;
- гарантировать не только высокую эффективность водоизоляционных работ, но и безопасность рабочих при работе;
- соответствовать существующим экологическим требованиям;
- иметь вязкость, оптимальную для проникновения в низко-проницаемые породы;
- быть пригодными для использования в любое время года и простыми в применении.

При проведении водоизоляционных работ обработке могут подвергаться не только добывающие, но и нагнетательные скважины. Добывающие скважины, являясь основным объектом проведения водоизоляционных работ, предъявляют высокие требования к своей обработке. Необходимо не только обеспечить поступление водоизолирующего состава в зоне притока воды, но и исключить его негативное воздействие на нефтенасыщенную часть пласта.

Проведение водоизоляционных работ в нагнетательных скважинах необходимо при выявлении опережающего прорыва закачиваемой воды в добывающие скважины по наиболее проницаемым зонам пласта. В этом случае закачиваемая вода преимущественно фильтруется по таким зонам, практически не вытесняя нефть, что приводит к резкому увеличению обводненности добываемой продукции и снижению дебита по нефти. Основной целью водоизоляционных работ в нагнетательных скважинах является тампонирование наиболее промытых зон. Это приводит не только к ограничению водопритока в добывающие скважины, но и перераспределяет фильтрационные потоки внутри пласта, что способствует вытеснению нефти из ранее не дренируемых прослоев. Таким образом, обработка нагнетательных скважин водоизолирующими реагентами не только решает задачу ограничения водопритока, но и позволяет повышать нефтеотдачу пласта. Иногда такие технологии называют потокоотклоняющими или выравниванием профиля приемистости [2,4,5].

Используемые технологии сокращения притока вод в скважины в зависимости от характера воздействия закачиваемой водоизолирующей массы на проницаемость нефтенасыщенной части пласта, вскрытого перфорацией, делятся на селективные и неселективные [2,4].

Селективные методы изоляции – это методы, при которых используют материалы, закачиваемые во всю перфорированную часть пласта, смысл этого метода в том, что при цементировании скважины используется такой материал, который схватывается только при соприкосновении с водой. При этом образующийся осадок, гель или отверждающееся вещество увеличивает фильтрационное сопротивление только в водонасыщенной части пласта, а закупорки нефтяной части не происходит.

Селективный метод не может иметь абсолютной избирательностью. Чем выше степень снижения продуктивности притока пластовых вод, тем выше селективность метода. Наряду со снижением продуктивности обводнённых интервалов в результате изоляционных работ возможно и желательное повышение проницаемости нефтенасыщенных интервалов пласта.