

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОТОКОВ ФЛЮИДОВ В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ ПЛАСТА ПРИ ОСВОЕНИИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ НЕФТЕЙ

Мосенцова А.И. - студент, Радаев А.В. - к. т. н, директор Центра энергоресурсосберегающих аппаратурно-технологических инноваций
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский государственный энергетический университет (г. Казань)
ООО "КГЭУ-ЦЭРСАТИ"

Флюид, насыщающий продуктивный пласт, представляет собой трехфазную среду – нефть, газ, вода, которые фильтруются через породу пласта к скважине по существующим в нем поровым каналам и трещинам. С годами пластовое давление падает, дебит скважины так же падает. Снижается добыча нефти, возрастает количество попутно добываемого водно-солевого раствора. В состав нефти входят тяжелые и вязкие углеводороды – асфальтены, смолы, парафины, а в состав воды – соли. Из-за снижения пластового давления снижается скорость фильтрации флюида из пласта в скважину. Поэтому в околоскважинном пространстве (призабойной зоне пласта – ПЗП) начинают осаждаться асфальтены, смолы, парафины, соли. Это вторично снижает дебит скважины. Другой причиной низкого дебита скважины являются природно низкие фильтрационные свойства породы пласта – низкие пористость и проницаемость. Причиной низкого дебита может также являться проникновение в пласт бурового (глинистого) раствора. Фильтрат бурового раствора, попадая в поры и трещины, набухает от воды и закупоривает каналы фильтрации нефти из пласта в скважину.

Для борьбы с осаждением асфальтенов, смол, парафинов, солей, с низкой пористостью и проницаемостью, а также с фильтратом бурового раствора применяются следующие основные методы:

- 1) закачка в пласт реагентов – растворителей, кислотных составов, поверхностно-активных веществ и т.д.;
- 2) гидроразрыв пласта – создание в пласте протяженных трещин за счет разового воздействия из скважины на пласт излишним давлением;
- 3) повторная перфорация продуктивного интервала – создание дополнительных отверстий в обсадной колонне и каналов фильтрации в ПЗП;

4) пульсационный режим воздействия на пласт – как метод очистки каналов фильтрации от всех видов забивающих их частиц и как метод создания дополнительных микро-трещин и каналов фильтрации в ПЗП.

Пульсационное воздействие – оптимальный и наиболее прогрессивный метод воздействия на ПЗП, а аппаратурное оформление этого воздействия – актуальная проблема, требующая решения.

В настоящей работе решается задача разработки комплекса регулирования пульсаций флюида (КРПФ) в призабойной зоне пласта (ПЗП) путем модернизации действующей массообменной пульсационной установки (МПУ) (рисунок 1), показавшей свою высокую эффективность при проведении промышленных испытаний на месторождениях ОАО «Татнефть» и ЗАО «Татойлгаз», г. Альметьевск Республика Татарстан.

Промысловые испытания показали, что эффективность применения пульсационной установки можно значительно увеличить, изменяя частоту колебаний давления с существующих 2 МПа до 6 МПа, а также включив в технологическую схему дополнительный ресивер и пакер. Кроме того, предполагается, что технологическая эффективность может быть повышена при осуществлении комплексного воздействия на ПЗП с использованием различного рода химических присадок.

Целью настоящего проекта является разработка оптимального конструктивного исполнения КРПФ и схемы его применения на промыслах при проведении промысловых испытаний.

Проблема очистки ПЗП от всех видов частиц, забивающих каналы фильтрации нефти из пласта к скважине, является острой и в России и за рубежом, поскольку блокирование каналов фильтрации приводит к резкому снижению дебита скважины и увеличению затрат энергии на добычу нефти. В России наиболее распространенной технологией по-

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОТОКОВ ФЛЮИДОВ В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ ПЛАСТА ПРИ ОСВОЕНИИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ НЕФТЕЙ

вышения дебита и увеличения приемистости такого рода скважин является технологии гидроразрыва пласта (ГРП), которая заключается в закачке в скважину с помощью мощных насосных станций жидкости разрыва (гель, в некоторых случаях вода, либо кислота при кислотных ГРП при давлениях выше давления разрыва нефтеносного пласта. Для поддержания трещины в открытом состоянии в терригенных коллекторах используется расклинивающий агент — проппант (обработанный кварцевый песок), в карбонатных — кислота, которая разъедает стенки созданной трещины. После проведения ГРП дебит скважины, как правило, резко возрастает. Метод позволяет «оживить» простаивающие скважины, на которых добыча нефти традиционными способами уже невозможна или малопродуктивна. Однако проведение ГРП сопровождается высокими затратами энергии и приводит к необратимым структурным изменениям, к их консервации и простаиванию.

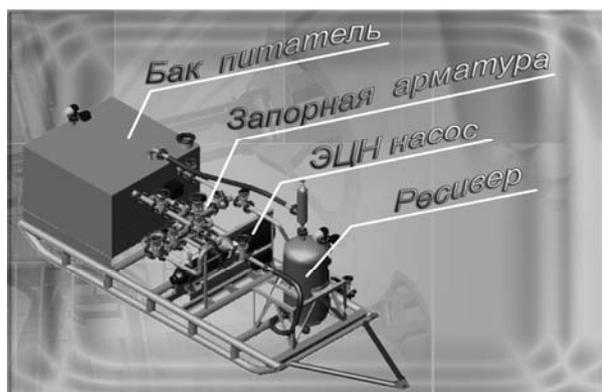


Рисунок 1 – Общий вид массообменной пульсационной установки

В этой связи актуальным является разработка технологий, основанных на принципах пульсационного воздействия на пласт, позволяющих очистить ПЗП от асфальтосмолистых и парафиновых отложений (АСПО), стойких водо-нефтяных эмульсий, солей и т.д. и, тем самым, увеличить дебит скважины. За рубежом (Канада) на низкодебитных месторождениях реализуется технология импульсного давления (РРТ) [1], основанная на создании в скважине импульсов давления, применение которых позволяет преодолеть закупоривание ПЗП твердой фазой и асфальтенами и увеличить дебит скважины. Технология прошла стадию НИОКР и применяется на месторождениях в промышленных масштабах.

В России, судя по открытым источникам информации в данной области, применяются ультразвуковые излучатели и электрические вибраторы [2]. Однако вследствие низкой мощности и незначительного срока службы, их применение весьма ограничено.

Аналогами разрабатываемого комплекса генерирования низкочастотных пульсаций являются гидравлические вибраторы и гидродинамические пульсаторы давления [3,4], создающие импульсное высокоскоростное движение жидкости в системе «пласт-скважина» за счет создания циклов «репрессия-депрессия»; гидровибратор производит очистку породы ПЗП от всех видов частиц, забивающих каналы фильтрации нефти из пласта к скважине, а за счет высокоскоростного нагружения породы создает в ПЗП систему трещин, по которым нефть фильтруется из пласта к скважине с большей скоростью, чем по поровым и трещинным каналам, уже имеющимся в нефтяном пласте; гидродинамический пульсатор давления создает автоколебательный процесс знакопеременных давлений, в результате чего возникает усталостное разрушение пласта с образованием микротрещин. Обладая высокой эффективностью, указанные аппараты, тем не менее, обладают и высокой стоимостью, из-за большого количества привлекаемой для обработки ПЗП техники, сложностью изготовления и доставки в рабочую область скважины.

В этой связи, предлагаемый к реализации подход, предусматривающий разработку комплекса, способного осуществлять очистку ПЗП от различного рода отложений без остановки скважины и без доставки его внутрь скважины, является новым и перспективным направлением аппаратного оформления пульсационного режима воздействия на ПЗП. Предлагаемый в проекте комплекс, разрабатываемый на базе массообменного пульсационного аппарата требует для своей работы, как и последний, минимального набора оборудования и значительно меньших материальных затрат на проведение обработки ПЗП. В табл. 1 приведены сравнительные характеристики МПУ и аналогов. С целью коммерциализации научно-технических результатов, полученных при модернизации МПУ, 20 мая 2011 г в соответствии с 217 федеральным законом 217-ФЗ создано малое инновационное предприятие ООО «КГЭУ-ЦЭРСАТИ».

Так как все участники проекта являются сотрудниками КГЭУ, на этапе НИОКР нет необходимости арендовать помещение за его пределами. Имеется гарантийное письмо от

руководства университета о предоставлении ООО «КГЭУ-ЦЭСАТИ» производственных помещений площадью 14 кв.м.

Таблица 1 - Сравнительные характеристики различных установок для обработки призабойной зоны пласта.

Наименование продукции и производитель	МПУ	Аналоги (спускается на трубах и работает от закачки жидкости с поверхности земли)	Преимущества МПУ
Количество оборудования, необходимого для эксплуатации вибратора	Геофизический подъемник	1. геофизический подъемник 2. насосный агрегат 3. подъемник труб 4. трактор 5. автоцистерна 6. емкость для жидкости	Снижение стоимости работ на скважине в 3-4 раза
Время простоя скважины из-за работы вибратора	2 суток (в перспективе работа без простоев)	7-8 суток	
Технологическая эффективность	Увеличение дебита в 2-3 раза	Увеличение дебита в 1,5-2 раза	

Для проведения этапа НИОКР необходимо осуществить гидродинамический расчет пульсационного аппарата на новые значения амплитуды колебаний, с этой целью предполагается приобрести программный продукт AFT impulse. Проведение гидродинамических расчетов планируется за счет средств гранта. Заработную плату участники проекта будут получать по основному месту работы – ФГБОУ ВПО КГЭУ.

В первый год производственной деятельности планируется закупка специализированного программного продукта (AFT impulse) для математического моделирования пульсационного воздействия на призабойную зону пласта. В целях обеспечения продуктивной работы над технической документацией планируется приобретение двух персональных компьютеров, принтера, сканера и плоттера для печати чертежей крупного формата. Будут отработаны технологические параметры установки на различных режимах работы (непрерывный, пульсационный, проточный режим, пульсационный с пакером, пульсационный с глубинным насосом), что потребует

проектирования и изготовления нескольких типоразмеров аппарата, а также разработана наиболее оптимальная конструкция, предназначенная для осуществления обработки призабойной зоны пласта при различных осложняющих факторах.

На второй год производственной деятельности планируется запустить серийное производство аппаратов и выполнить работы по запуску опытного образца. В этой связи потребуются аренда дополнительных площадей и наем на работу дополнительного персонала. Будут отработаны технологические параметры изготовления КРПФ применительно к промышленным условиям потенциальных заказчиков.

В ходе реализации проекта будут осуществлены следующие мероприятия по привлечению потенциальных потребителей:

1. Проведение показательных испытаний на безвозмездной основе непосредственно на нефтяных промыслах малых нефтяных компаний.

2. Размещение информации в сети интернет, в т.ч. создание сайта компании с информацией о продуктах компании и технических характеристиках; контактной информацией. Также планируется регистрация в ведущих поисковых системах (www.google.com, www.yahoo.com, www.yandex.ru и т.д.); публикация в специализированных интернет-изданиях и форумах, размещение ссылок и рекламы на профильных веб-страницах, адресная электронная рассылка

3. Планируется участие в таких выставках и конференциях как «Международный нефтяной форум», «Нефть, газ, нефтехимия», «Нефть, газ, химия».

4. Публикация в научно-практических журналах в таких журналах как «Нефть России», «Нефтяное хозяйство», «Нефтепромысловые технологии», «Каротажник» позволит привлечь внимание потенциальных потребителей на достоинства предлагаемой технологии комплексной перфорации и повысить спрос на химически активные элементы.

5. Основным средством продвижения продуктов, особенно на начальном этапе продаж станут прямые продажи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурьянов, А.И. Структуросберегающая технология импульсного дренирования нефтяных пластов / А.И. Гурьянов, Д.В. Прощекальников, Р.Х. Фассахов // Нефтяное хозяйство, 2004.-№12.- С. 92-93.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОТОКОВ ФЛЮИДОВ В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ ПЛАСТА ПРИ ОСВОЕНИИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ НЕФТЕЙ

2. Гурьянов А.И. Сопряженное моделирование и конструирование пульсационных аппаратов / А.И. Гурьянов, А.К. Розенцвайг // Казань: Научное издание Казанского гос. Энергетического университета, 2005.- 199 с.

3. Гурьянов А.И. Энергосбережение в гидромпульсном воздействии на призабойной зоне пласта / А.И. Гурьянов, Р.Х. Фассахов, Я.М. Сахапов // Известия вузов «Проблемы энергетики», 2005.-№ 9-10.- С. 56-60.

4. Гурьянов А.И. Энерго- и ресурсоэффективность диффузионного аппарата / А.И. Гурьянов, А.А. Синявин, Д.П. Иовлев // Сахар, 2008.-№ 2.- С. 44-46.

5. Гурьянов А.И. Волновые процессы и технологии и добычи и подготовки нефти / А.И. Гурьянов, Б.И. Иванов, А.М. Гумеров // Казань: Научное издание Академии наук РТ, 2009.- 400 с.

6. Прощекальников Д.В. Использование математического моделирования в определении энергозатрат в скважине добыче нефти / Д.В. Прощекальников, А.И. Гурьянов, А.Р. Али Ниджрс // В мире научных открытий, №6.1, 2010, с. 108-110

7. Прощекальников Д.В, Гурьянов А. И., Али Ниджрс А.Р. Математическое моделирование пульсационной очистки нефтяной скважины // В мире научных открытий, №6.1, 2010, с. 111-113.

8. Гурьянов А.И. Разработка энергоэффективного способа обработки призабойной зоны пласта и аппаратного оформления процесса при освоении трудноизвлекаемых нефтей и природных битумов // А.И. Гурьянов, Д.В. Прощекальников, А.В. Ахмеров. Всероссийская молодежная конференция на тему: «Повышение эффективности теплоэнергетического оборудования», Казань, 9 сентября 2011 г.