

ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ ПЛАСТА – ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ СТИМУЛЯЦИИ СКВАЖИН

Поддержание стабильных темпов добычи нефти возможно без систематизированного применения на скважинах эффективных методов, способов и технологий обработки призабойной зоны (ОПЗ) пласта, основная задача которых – восстановление и улучшение фильтрационной характеристики этой зоны пласта.

Необходимость применения методов ОПЗ обуславливается низкими естественными фильтрационно-емкостными свойствами пластов или отдельных пропластков. Ухудшение коллекторских свойств пластов начинается при первичном их вскрытии бурением (проникновение в призабойную зону пласта водных фильтратов глинистых растворов, коагуляция глинистыми частицами) и продолжается в течение всех последующих стадий строительства (цементирование, вторичное вскрытие пластов перфорацией в среде водных полимерных и глинистых растворов) и эксплуатации скважин (глушение водными системами). Призабойная зона пласта (ПЗП) постоянно загрязняется продуктами коррозии металла, истыми взвешенными частицами, нефтяными включениями, вносимыми закачиваемой водой (нагнетательные скважины), асфальтено-смолистыми и парафиновыми веществами при эксплуатации скважин с низкими пластовыми давлениями и температурами; происходит периодическая (как минимум раз в год) гидрофилизация ПЗП водными жидкостями глушения; снижается пропускная способность ПЗП из-за отложения неорганических солей, возможного образования высоковязких эмульсионных загрязнений (добывающие скважины). Таким образом, снижение фазовой проницаемости по нефти в добывающих

скважинах происходит в результате разнообразных естественных и искусственных причин и явлений. Поэтому проблема приведения фильтрационно-емкостных параметров пластов к первоначальным природным величинам, а, тем более, к улучшенным, требует комплексного решения с многофакторным механизмом воздействия.

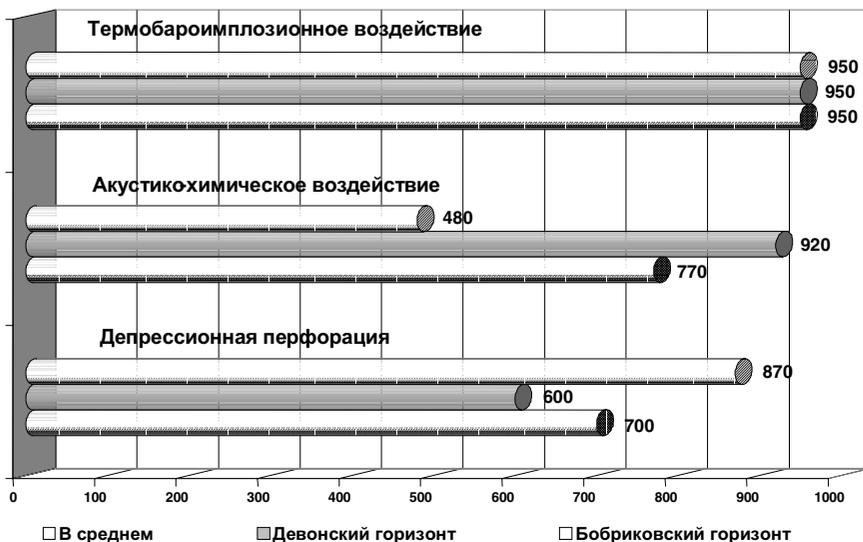
Ретроспективный анализ применения методов и технологий ОПЗ пластов за последние 10 лет в ОАО "Татнефть" показывает приоритетную динамику развития технологических решений комплексного действия, так из 3800 операций по стимуляции скважин, выполненных в период 1997–2000 гг., более 30 % можно отнести к комплексным технологиям ОПЗ пластов. Наиболее эффективными являются технологии физико-химического воздействия в сочетании с перфорационными операциями, термобароимплозионные способы, волновые методы в сочетании с депрессионно-репрессивными операциями. Ведутся экспериментальные работы по разработке модификаций этих технологий с наложением высокотемпературного нагрева ПЗП. За счет успешного применения комплексных технологий в ОАО "Татнефть" за последние годы дополнительно добыто более 1 млн. т нефти.

Относительно высокая удельная технологическая эффективность комплексных технологий (рис.) обуславливается широким спектром физико-химического воздействия на загрязненную призабойную зону пласта.

Технология термобароимплозии характеризуется си-нергетическим механизмом взаимоналожения эффектов термического нагрева, импульсно-волнового воздействия и имплозии. Технологии депрессионной перфорации и

модификации перфорационных технологий основаны на проведении вскрытия пластов или их перестрела в специальных перфорационных жидкостях или в режиме создания притока флюида из пласта в ствол скважины.

Комплексность действия технологии акустико-химической обработки ПЗП основана на синхронном воздействии на пористую загрязненную среду углеводородного раствора катиоактивного ПАВ (в добывающих скважинах), ультразвуковым излучением, температуры и при усилении всех процессов очистки за счет гидродинамического режима воздействия. Кроме того, для обеспечения гарантированной связи ствола скважины с продуктивным пластом рекомендуется производить перестрел пласта в среде катиоактивного ПАВ.



□ В среднем □ Девоновский горизонт □ Бобриковский горизонт
 Диаграмма распределения удельной среднегодовой технологической эффективности от применения технологий стимуляции скважин (по данным ТатАСУнефть на 1.01.2000).

Принципиальное отличие нового способа ОПЗ в том, что впервые процесс ультразвуковой обработки пласта проводят не в статической среде, а в движущемся специальном обрабатывающем составе. Разработаны три варианта технологии, охватывающие все возможные режимы движения обрабатывающего состава в системе “скважина-пласт” – при депрессии, репрессии и чередующемся депрессионно-репрессии режиме. Степень обработки заключается в том, что синхронно на загрязняющий материал пласта (а это целая гамма органических и неорганических, жидких и твердых веществ) оказывают акустическое, гидродинамическое, тепловое и физико-химическое воздействие. Сущность нового процесса очистки в разработанном режиме можно характеризовать как своеобразное “полоскание” призабойной зоны пласта в обрабатывающем (моющем) составе. Технологию можно классифицировать как принципиально новый вид обработки ПЗП - ультразвуковая физико-химическая ОПЗ пласта в динамическом режиме.

Технология основана на применении любых генераторов ультразвуковых колебаний с различными преобразователями (магнитострикционный, пьезоэлектрический и др.). Ультразвуковые колебания генерируются забойным излучателем, установленным в интервале обработки ПЗП (обычно в зону нижних перфорационных отверстий). Ультразвуковой излучатель работает в диапазоне частот от 18 до 20 – 25 кГц с интенсивностью до 0,8 – 1,0 кВт/м² (магнитострикционный преобразователь). Выбор режимов, мощности и темпа акустической обработки ПЗП определяются импульсно-энергетическими показателями, типом и конструкцией преобразователей и излучателя. В акустическом поле с высокой интенсивностью (свыше 0,1 кВт/м²) более 50% его энергии в пределах зоны интервала обработки трансформируется в тепло. Поэтому ПЗП облучается совместно тепловым и акустическим полями (термоакустическое воздействие).

Влияние акустического поля на обрабатываемый состав (следовательно, на все виды загрязнений в ПЗП) заключается в возникновении в нем знакопеременных (сжатие-растяжение) быстропотекающих во времени высоких градиентов давления, величина которых достаточна для разрушения коагулирующих твердых и пристенных аномально-вязких структур в поровых каналах. Жидкие гидрофилизующие загрязнения отрываются от стенок каналов и переходят во взвешенное мелкодиспергированное состояние. Этому способствуют катионактивные ПАВ, которые гидрофобизируют очищенную поверхность поровых каналов.

При выполнении технологии не возникают нарушения цементного камня и разрушения окружающего пласта, т.е. акустическое воздействие является бездефектным, поскольку знакопеременные градиенты давления создаются в масштабе, соизмеримом лишь с размерами пор. Обработка скважин по технологии ведется на высоком инженерном уровне, близком к геофизическим исследованиям. Технология характеризуется как малозатратное мероприятие, поскольку совмещается с текущими работами на скважинах по ПРС и КРС.

Большое значение для конкретных объектов имеет правильный подбор обрабатывающего состава, задаваемого в ПЗП, где осуществляется перестрел пласта и в среде которого генерируют ультразвуковое излучение. В

нефтяных скважинах применяются обрабатывающие составы на углеводородной основе - растворы катионактивных ПАВ, анионактивных маслорастворимых ПАВ или их синергетические смеси. В нагнетательных скважинах применяются водные растворы неионогенных ПАВ, водорастворимых анионактивных ПАВ или их смеси. Подбор эффективных реагентов осуществляется на основе лабораторных керновых исследований и результатов промысловых испытаний. Регламентируется качественный и компонентный состав углеводородных растворителей: должно быть полное отсутствие водной фазы, необходимое содержание ароматических углеводородов как наиболее мощных растворителей смол, асфальтенов, парафинов; исключено содержание токсичных и зловонных по запаху компонентов, а также галогенсодержащих углеводородов, как вредных (особенно хлорпроизводные) для процессов подготовки и переработки нефтей.

Термоакустическое воздействие на пласт в динамическом режиме “полоскания” призабойной зоны высокоэффективными обрабатываемыми растворами определенных ПАВ при предварительной дополнительной перфорации нефтенасыщенных интервалов пласта позволяет достигать максимального отмывающего и очищающего эффекта.

Динамика изменения технологических показателей работы скважин показывает высокую эффективность новой технологии. Скважины бездействующего фонда, после ОПЗ пласта ультразвуком в углеводородном растворе катионактивного ПАВ в динамическом режиме увеличивают дебит нефти до 3,0-7,0 т/сут. С 1996 г. объем внедрения новой технологии в ОАО «Татнефть» составил более 300 скв-операций. Накопленная дополнительная добыча нефти при этом составила более 200 тыс. т.

Данный способ с успехом может использоваться для освоения скважин после перфорации как заключительный этап строительства и капитального ремонта скважин.

Сущность технологии при заканчивании скважин бурением заключается в следующем: при продавке цементного раствора в качестве продавочной жидкости используется техническая или пластовая вода. После затвердения цемента в скважину спускается колонна НКТ и ствол промывается до “чистой воды”. Затем на забой закачивается 4-5 м³ водного раствора специального ПАВ. Колонна НКТ поднимается до кровли пласта и перфоратором ПР-43 производится перфорация колонны в среде раствора ПАВ. Перфоратор поднимается, а раствор продавливается в пласт. Спускается ультразвуковой излучатель и производится обработка продуктивного пласта в среде водного раствора ПАВ. В результате ультразвукового воздействия призабойная зона освобождается от фильтрата и глинистых частиц бурового раствора, поэтому никаких других операций по освоению скважины и вызову притока нефти не требуется. После подъема НКТ спускается глубиннасосное оборудование и скважина пускается в работу.

Таким образом, разработана универсальная технология комплексного воздействия на призабойную зону продуктивного пласта, решающая проблему очистки ПЗП от всех видов загрязнений при освоении и стимуляции скважин. Технология прошла широкие опытно-промышленные испытания и является одним из наиболее перспективных инструментов в области стабилизации добычи нефти на месторождениях Татарстана и России.