

Нефтяная промышленность России является основным сектором топливно-энергетического комплекса (ТЭК) страны. От успешного функционирования этой отрасли зависит эффективное удовлетворение внутреннего и внешнего спроса на нефть и продукты ее переработки. В Татарстане, как и во многих других регионах, существует проблема, связанная с существенным снижением производительности нефтяных скважин из-за асфальто-смолистых и парафиновых отложений, приводящих к ухудшению коллекторских свойств пласта в призабойной зоне скважин. Для повышения производительности скважин в мировой практике применяют разнообразные технологические приемы и технические средства [1,2]. К числу наиболее эффективных технологий следует отнести гидравлический разрыв пласта, способ обработки призабойной зоны пласта генераторами давления, однако они имеют недостатки, связанные с использованием в качестве материала генератора пороховые заряды, способные к детонации и представляющие опасность при их эксплуатации. Другими недостатками их являются создание чрезмерно высоких импульсных давлений приводящих к нарушению целостности конструкций скважины. С другой стороны достаточно эффективными могут быть способы обработки скважины с использованием жидких ГОС, не способных к детонации, но позволяющие увеличить коллекторские характеристики за счет достаточно длительного термогазобарического воздействия. Существующие на практике способы обработки призабойной зоны жидкими горюче-окислительными составами (ГОС) включают две основные операции - закачку ГОС с устья в забой скважины через насосно-компрессорные трубы (НКТ) и доставку кабель-тросом в зону обработки инициатора горения ГОС в виде порохового заряда, при этом используют пороховой заряд из баллиститного или смесового топлива, в частности, пороховой генератор давления типа ПГД.БК-ЮОМ, массой не менее 7 кг. В качестве ГОС в этом способе применяют водные растворы нитрата аммония с водорастворимым горючим органического происхождения. Для предотвращения гидроудара по устьевому оборудованию перед поджогом ГОС часть скважинной жидкости удаляют из скважины [3]. Недостатком способа является трудоемкость и продолжительность размещения в скважине ГОС путем спуска к забою НКТ, закачки с устья через НКТ ГОС и продавки его в зону обработки с использованием насосных агрегатов, а также использование в качестве инициатора горения ГОС взрывоопасного порохового заряда взрывчатого вещества с размещением его непосредственно в объеме массы ГОС, что неизбежно приводит соответственно к объемному взрыву всей массы ГОС и возможности нарушения целостности конструкции скважины и устьевого оборудования. Существует более совершенный способ термохимической обработки продуктивного пласта, включающий размещение в зону обработки скважины горюче-окислительного состава путем закачки его через колонну НКТ, установку инициатора горения путем спуска его в герметизированном

контейнере через колонну НКТ посредством промысловой лебедки непосредственно в горюче-окислительный состав и последующего разрушения контейнера путем взрыва шнуровой торпеды, установленной по всей длине контейнера, при соприкосновении в процессе спуска контейнера контактов шнуровой лебедки и источника электроэнергии, установленного в башмаке колонны НКТ. При этом в качестве инициатора горения используют твердый или жидкий (суспензионный) состав на основе боргидридов щелочных металлов и щелочи (NaOH или KOH). При соприкосновении с водой боргидриды в скважинных условиях разлагаются с выделением газообразного водорода, большого количества тепла и резкого давления [4]. Отличительной особенностью способа является то, что инициатор горения доставляется в массу ГОС в герметизированном контейнере путем спуска через НКТ с помощью промысловой лебедки. Недостатками этого способа являются трудоемкость и продолжительность размещения ГОС в зоне обработки скважины путем закачки его через колонну НКТ, а также сложность, ненадежность и опасность срабатывания инициатора горения в герметизированном контейнере, требующего предварительного разрушения его путем взрыва взрывчатого вещества в виде шнуровой торпеды, необходимости установления источника электроэнергии в башмаке НКТ и соприкосновения его контактов с контактами лебедки. Указанное срабатывание инициатора горения в среде ГОС приводит, кроме того, к объемному взрыву ГОС с резким повышением давления, что может привести к нарушению целостности конструкции скважины и устьевого оборудования. Целью данной работы является повышение эффективности за счет более рациональной технологии доставки и размещения ГОС в забое скважины, а также операций размещения и срабатывания инициатора горения ГОС. При этом размещение ГОС осуществляется путем доставки его известным из литературы контейнером-желонкой [7], представляющим корпус с окнами в верхней части и включающим крышку, решетку-рассекатель, разделяющую полость желонки на две камеры - верхнюю для размещения в среде инертной жидкости (вода) заряда с электровоспламенителем и нижнюю для размещения ГОС, головку для ввода кабель-троса и заглушки. Заглушка выполнена в виде эластичной сгораемой мембраны сегментной формы, сферической поверхностью обращенной к крышке корпуса. При этом сферическая поверхность мембраны связана с размещенным в желонке горюче-окислительным составом прочной полимерной нитью с возможностью фиксации этой нитью мембраны к поверхности нижнего торца пробки ГОС, образующейся после вытеснения его из желонки. В качестве шашки используется известный газогенерирующий патрон-генератор давления, представляющий пластмассовый корпус, снаряженный невзрывчатым газогенерирующим составом на основе аммиачной селитры и горючего эпоксидного полимера, и узлом электровоспламенения [8]. В качестве ГОС можно использовать широко применяемые в нефтедобывающей

промышленности водные растворы нитрата аммония (аммиачной селитры) с водорастворимым горючим органического происхождения, например, глицерин, мочеви́на, фенол, этаноламиннитрат и др. [7, 8]. В качестве инициатора горения ГОС в герметизированном контейнере предлагается использовать известный забойный источник тепловой энергии, основанный на процессе послойного горения непосредственно в забое скважины малогазового (70-80 л на один кг состава), медленногорящего (2-3 мм/с при скважинном давлении 10 МПа) и высокотемпературного на поверхности горения (около 24000 С) твердого состава, например, на основе железоалюминиевого термита. Состав является невзрывоопасным, т.к. не обладает взрывчатыми свойствами. Предлагаемый инициатор горения ГОС представляет в герметичном исполнении контейнер, состоящий из устройства для подсоединения к стандартной кабельной головке, состава на основе термита (железоалюминиевый термит, азотнокислый барий, алюминиевый порошок и горючий эпоксидный компаунд из смолы типа ЭД-20, взятых в соотношении 67:25:3:5 % масс.) и узла электровоспламенения [9,10]. Экспериментальная проверка работоспособности инициатора горения выполненная на стендовой установке, имитирующие скважинные условия, подтвердило, что при этом обеспечивается устойчивое воспламенение и послойное сгорание горюче-окислительного состава со средней скоростью горения около 4 мм/с. Предлагаемый способ обработки призабойной зоны пласта горюче-окислительным составом осуществляется следующим образом. Производят размещение ГОС в скважине путем доставки его контейнером-желонкой. Для этого в желонке последовательно устанавливают заглушку-сгораемую мембрану, размещают ГОС, затем вставляют решетку-рассекатель, газогенерирующий патрон-генератор давления, воду в качестве инертной жидкости и головку для ввода кабель-троса. Снаряженный контейнер-желонка на кабель-тросе спускается в забой скважины. Затем через кабель-трос подают с устья электрический импульс, после чего в автоматическом режиме последовательно происходит сгорание газогенерирующего патрона-генератора давления, образующиеся при этом газы оказывают давление одновременно на инертную жидкость, ГОС и связанную с ним полимерной нитью мембрану. ГОС совместно с мембраной, освобождаясь от желонки внутри скважины, образует единую массу - пробку в забое, располагаясь до заданного уровня подошвы интервала обработки пласта. В следующей операции осуществляют доставку на кабель-тросе инициатора горения ГОС в герметизированном контейнере - забойного источника тепловой энергии на основе твердого термитного состава в область границы раздела между ГОС и скважинной жидкостью. Затем выполняют непосредственное срабатывание инициатора горения от электрического импульса, подаваемого через кабель-трос с устья скважины. Благодаря малой скорости горения термитного состава и малому объему выделяемых при этом газов удается сохранить постоянство площади

поверхности воспламенения ГОС на границе раздела его со скважинной жидкостью, а в связи с высокой температурой сгорания термитного состава - обеспечить и надежность воспламенения ГОС. В итоге достигается равномерный прогрев, воспламенение и сгорание ГОС от слоя к слою, т.е. послойное, так называемое в литературе, нормальное горение. Послойное сгорание ГОС в скважинных условиях приводит к существенному увеличению продолжительности воздействия образующихся при сгорании нагретых газов на призабойную зону при умеренном характере повышения давления в интервале обработки, по сравнению с объемным сгоранием ГОС при использовании существующих инициаторов горения, располагаемых непосредственно в области середины массы ГОС, что приводит к резкому повышению давления и возможности нарушения целостности конструкции скважины. Кроме того, по сравнению с объемным горением, создающим резкое повышение давления и кратковременное воздействие газов на интервал обработки, при послойном горении ГОС осуществляется более полный нагрев, расплавление и последующий вынос закупоривающих каналы и поры пласта асфальтно-смолистых и парафиновых отложений, приводящих к повышению коллекторских свойств призабойной зоны пласта. Таким образом, предлагаемый способ является достаточно эффективным за счет упрощения операций доставки ГОС и инициатора горения, обеспечения послойного сгорания и существенного увеличения продолжительности воздействия нагретых газов на пласт за счет рационального размещения и срабатывания инициатора горения ГОС. Выводы

Впервые предложен способ обработки призабойной зоны пласта жидким горюче-окислительным составом, осуществляющийся по рациональной технологии доставки и размещения ГОС в забое скважины. В качестве инициатора горения ГОС в герметизированном контейнере используется известный забойный источник тепловой энергии на основе железоалюминиевого термита.

Предлагаемый способ является достаточно эффективным за счет упрощения операций доставки ГОС и инициатора горения, обеспечения послойного сгорания и существенного увеличения продолжительности воздействия нагретых газов на пласт за счет рационального размещения и срабатывания инициатора горения ГОС.