

УДК 622.276.72

*Подоплелов Евгений Викторович,**к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Машины и аппараты химических производств»,**ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,**e-mail: uch_sovet@angtu.ru**Качан Константин Петрович,**обучающийся, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,**e-mail: kachan840@gmail.com**Тикунова Наталья Сергеевна,**обучающаяся, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,**e-mail: natalitikunova62459@gmail.com*

МЕТОДЫ ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Podoplelov E.V., Kachan K.P., Tikunova N.S.

METHODS OF DEWAXING OIL WELLS

Аннотация. В работе рассмотрены методы удаления асфальто-смолопарафиновых отложений с поверхностей насосно-компрессорных труб нефтяных скважин. Отмечено, что выбор метода депарафинизации зависит от геолого-физических особенностей объекта разработки, компонентного состава отложений, состава и свойств нефти, а также интенсивности образования асфальто-смолопарафиновых отложений.

Ключевые слова: асфальто-смолопарафиновые отложения, депарафинизация нефтяных скважин, насосно-компрессорные трубы.

Abstract. The paper considers methods for removing asphalt-resin-paraffin deposits from the surfaces of pumping and compressor pipes of oil wells. It is noted that the choice of the dewaxing method depends on the geological and physical characteristics of the development object, the component composition of sediments, the composition and properties of oil, as well as the intensity of formation of asphalt-resin-paraffin deposits.

Keywords: asphalt-resin-paraffin deposits, dewaxing of oil wells, pumping and compressor pipes.

При добыче нефти и газоконденсата, а также в процессе разработки месторождений возникают осложнения, вызванные выпадением во внутреннем пространстве насосно-компрессорных труб (НКТ) асфальто-смолопарафиновых отложений (АСПО). Кристаллы парафина совместно с асфальтосмолистыми веществами зарождаются на поверхности оборудования при снижении температуры на ней ниже температуры кристаллизации. Главное условие формирования АСПО – это снижение пластовой температуры. При эксплуатации глубиннонасосных скважин, с преобладающими в них парафиновыми образованиями, используются разнообразные способы их удаления и предотвращения последующего образования в скважине. При выборе наиболее эффективного метода удаления АСПО необходимо учитывать состав, структуру и свойства этих отложений. Тем не менее, наличие многообразия методов удаления АСПО не позволяет полностью решить проблему образования отложений в скважинном оборудовании. К

основным методам удаления отложений относятся: тепловые, механические, химические и биологические [1].

Тепловые методы. Термический метод обработки скважин для удаления АСПО основан на искусственном увеличении температуры в стволе скважины и в призабойной зоне пласта (ПЗП). Метод способствует интенсификации притока нефти и повышению продуктивности добывающих скважин и применяется при добыче высоковязкой парафинистой и смолистой нефти. Тепловая обработка приводит к разжижению нефти и расплавлению парафина и смолистых веществ, осевших в процессе эксплуатации скважин на поверхности подъемных труб и в ПЗП. При температуре выше 50 °С парафин начинает плавиться, силы сцепления отложений с внутренней металлической поверхностью труб ослабевают, и происходит их отделение с последующим уносом потоком газожидкостной смеси. При повышении температуры, сам поток нагревается, и масса АСПО растворяется в нефти. Тепловая обра-

ботка осуществляется закачкой в пласт нагретого жидкого теплоносителя, циклической паротепловой, электротепловой, термокислотной обработками, электромагнитным и термоакустическим воздействиями, а также за счет экзотермической реакции реагентов, введенных в скважину.

Термообработка скважины и ПЗП жидким теплоносителем заключается в прогреве НКТ путем закачки нагретой жидкости в затрубное пространство агрегатом для депарафинизации скважин (АДПМ) [2]. Затем восходящий по НКТ поток газожидкостной смеси растворяет и выносит отложения. Установка АДПМ разогревает нефть до 120-150 °С и депарафинизирует скважину путем нагнетания теплоносителя под давлением. Растворенные отложения парафина выносятся в сборную линию промысла. Обычно горячая нефть закачивается в скважину по обсадным трубам, а затем поднимается на поверхность по трубам НКТ, однако в фонтанирующих скважинах процесс может осуществляться наоборот. В качестве жидкого теплоносителя используются нефть, вода, керосин, дизельное топливо, газолин и в основном добываемый флюид. Преимущество технологии закачки горячей нефти заключается в простоте реализации и минимизации затрат на приобретение химических реагентов. Недостатками технологии являются большие расходы на проведение обработок, прямая зависимость качества обработки от температуры нефти, пожароопасность. На больших глубинах ликвидация АСПО протекает менее интенсивно, так как происходят тепловые взаимодействия восходящего и нисходящего потоков, а также теплопотери на нагрев труб и горных пород, окружающих скважину.

Циклическая паротепловая обработка скважин проводится на месторождениях с высоковязкой (больше 50 мПа·с) или парафинистой нефтью. В остановленную скважину по НКТ нагнетают насыщенный пар в объеме 1000-3000 м³, который получают от передвижных котельных установок (ПКУ). Затем скважину герметизируют и выдерживают в течение 2-5 суток. Пар за это время полностью конденсируется в пласте. После проведения мероприятия эксплуатацию возобновляют.

Электротепловое удаление АСПО заключается в периодическом или постоянном прогреве призабойной зоны пласта глубин-

ным электронагревателем на месторождениях с высоковязкой или парафинистой (свыше 3% парафина) нефтью. Трубчатый электронагреватель спускают на кабель-тросе в скважину и осуществляют нагрев в течение 3-7 суток. Затем его извлекают и продолжают эксплуатацию скважины.

Термокислотная обработка проводится в карбонатных коллекторах, когда в ПЗП отлагаются АСПО. Удаление асфальтосмолопарафиновых веществ осуществляется расплавлением в ходе экзотермической реакции взаимодействия соляно-кислотного раствора HCl с магнием и его сплавами при закачке в скважину. При этом рассчитывается количество магниевой стружки и кислотного раствора для полной нейтрализации по магнию и повышения температуры до 75-90 °С, которая будет достаточной для расплавления отложений АСПО. Для проведения термокислотной обработки используют скважинный реактор.

При эксплуатировании скважины с открытым забоем и добыче вязкой, парафинистой нефти применяют электромагнитное воздействие на ПЗП. Метод основан на распространении электромагнитных волн от высокочастотного генератора на пробку, образованную АСПО, и ее нагреве до температуры плавления парафина с последующей ликвидацией. Для создания электромагнитных волн используется наземный СВЧ электромагнитный генератор (мощность до 60 кВт) и спускаемый в скважину электромагнитный излучатель. Воздействие волн приводит к деэмульсации нефти и снижению температуры начала кристаллизации парафина.

Термоакустическое воздействие на ПЗП применяется для удаления АСПО на месторождениях, осложненных, в том числе, гидратами углеводородных газов. Технология метода заключается в облучении призабойной зоны тепловым полем совместно с акустическим, посредством применения термоакустического излучателя. Данный излучатель соединен с наземным генератором ультразвуковых волн (мощность 4-30 кВт, диапазон частот 5-16 кГц). В призабойной зоне, вследствие совместного воздействия теплового и акустического полей, снижается вязкость нефти, разрушаются отложения парафина, гидратов газа и солей. При дальнейшей эксплуатации вместе с нефтяным потоком отложения выносятся по НКТ.

Механическими методами удаление

АСПО осуществляется с помощью скребков различных конструкций, а также универсальной гидромеханической насадки для очистки НКТ. Технология процесса удаления отложений скребками заключается в механическом соскабливании АСПО с внутренней поверхности труб. Затем отложения выносятся газожидкостным потоком. Срезание парафиновой массы скребком происходит при его перемещении вверх, либо при движении вниз-вверх, или при перемещении вверх-поворот вокруг оси. На скважинах, эксплуатируемых штанговыми глубинными насосами, устанавливаются скребки-центраторы [3]. Обычно на одной штанге крепят от 5 до 11 скребков. Скребок-центратор состоит из сформированного на штанге корпуса и конусных поверхностей на торцах. На корпусе находятся ребра со скошенными концами, которые образуют каналы. Эти каналы и выполняют роль центрирующего действия, нейтрализуя вращательные моменты при возвратно-поступательном движении колонны штанг. Удаление АСПО происходит за счет подвижных скребков, расположенных между телом штанги и скребком-центратором. После пробития парафиновых пробок, используются лезвийные и фрезевые скребки для периодических и постоянных чисток скважин. Режущие головки для депарафинизации скважин являются сменными, соответственно можно подобрать подходящую компоновку скребка. Технология удаления АСПО механическим методом посредством использования скребков существенно увеличивает межремонтный период работы скважин, а также добычу нефти. Технология не является дорогой и существенно сокращает экономические затраты. Однако область применения метода ограничена, ввиду технологических особенностей проведения операции. Недостатком метода является невозможность удаления АСПО на большой глубине и невозможность проведения полной очистки от парафиновых отложений, часть которых остается в НКТ и в дальнейшем служит центрами кристаллизации.

При химическом методе депарафинизации нефтепромыслового оборудования применяются растворители. Использование растворителей ускоряет процесс растворения и диспергирование АСПО и увеличивает межочистный период скважин, за счет эффективной и полной очистки внутренней по-

верхности НКТ. Растворитель подбирается в зависимости от состава АСПО, поскольку растворимость парафинового, асфальтенового или смешанного типа отложений различается. Эффективным растворителем для парафинов является смесь предельных углеводородов. Однако стоит учитывать температуру протекания процесса, так как при ее уменьшении, растворимость парафинов снижается. Повысить эффективность удаления АСПО можно за счет добавления ПАВ в углеводородные растворители. Поверхностно-активные вещества способствуют улучшению диспергирующих свойств растворителей в виду увеличения их поверхностной активности, что не дает отложениям выпасть в осадок, т.е. они находятся во взвешенном состоянии в потоке нефти. В качестве поверхностно-активных веществ могут применяться неионогенные ПАВ, сульфаты, амины и синтетические жирные кислоты. Максимальная эффективность борьбы с АСПО достигается путем правильной закачки химических реагентов в скважину.

Микробиологический метод обработки скважин основан на использовании бактерий для уничтожения отложений парафина и асфальтенов. Технология является экологически чистой и заключается в использовании микробной ассоциации углеводородоокисляющих бактерий, которая трансформирует отложения АСПО. Натуральные аэробные и анаэробные микроорганизмы подаются в скважину или ПЗП, где бактерии используют углеводороды нефти, как единственный источник питания, стимулирующий их рост. Раствор выдерживается в месте обработки скважины 5-7 суток. В течение жизнедеятельности микроорганизмы начинают выделять в среду органические кислоты и ПАВ, что способствует удалению АСПО. Применение микробиологических обработок способствует тому, что парафин в системе нефтедобычи меняет свои физические свойства и повторно не кристаллизуется, вязкость парафинистой нефти снижается, что приводит к пропорциональному снижению ее плотности.

При выборе метода удаления АСПО в скважинах необходимо учитывать такие факторы как: свойства парафиновых отложений, условия кристаллизации, свойства поверхности оборудования, геолого-физические особенности объекта разработки и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глущенко, В. Н. Предупреждение и устранение асфальтеносмолопарафиновых отложений. Нефтепромысловая химия / В. Н. Глущенко, В. Н. Силин. – М. : Интеркон-тракт Наука, 2009. – 475 с.

2. Подоплелов, Е. В. Проектирование передвижной установки для депарафинизации нефтяных скважин / Е. В. Подоплелов, Н. В. Лебедев, В. А. Глотов // Современные

технологии и научно-технический прогресс. – 2023. – № 10. – С. 49-50.

3. Хохлов, Н. Г. Удаление асфальтосмолистых веществ и парафина из нефтепро-водов НГДУ «Южарлан - нефть» / Н. Г. Хох-лов, Р. Р. Вагапов, З. М. Шагитов, А. С. Му-стафин // Нефтяное хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 110-111.

УДК 621.352.6

Сазонов Алексей Олегович,

магистрант кафедры «Химическая технология топлива»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: Alecs260797sssr@mail.ru

Фомина Лариса Валерьевна,

к.х.н., доцент кафедры «Химия»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: flvbaan@mail.ru

Раскулова Татьяна Валентиновна,

д.х.н., заведующий кафедрой «Химическая технология топлива»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: raskulova@list.ru

СОВРЕМЕННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИОНПРОВОДЯЩИХ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ МЕМБРАН

Sazonov A.O., Fomina L.V., Raskulova T.V.

MODERN COMPOSITE MATERIALS FOR THE FORMATION OF ION-CONDUCTING ORGANO-INORGANIC MEMBRANES

Аннотация. Рассмотрены основные достижения в области получения композиционных мембранных материалов. Приведена классификация представленных в литературных источниках структур композитных материалов, проанализированы преимущества и недостатки. Особое внимание уделено мембранным материалам на основе органо-неорганических (гибридных) структур, как наиболее перспективному классу протонпроводящих мембран.

Ключевые слова: композиционные мембранные материалы, органо-неорганические (гибридные) мембраны, органоорганические (комбинированные) мембраны, нанокмпозиты, наночастицы, модификация, допирование.

Abstract. The main achievements in the field of obtaining composite membrane materials are considered. The classification of the structures of composite materials presented in the literature sources is given, the advantages and disadvantages are analyzed. Special attention is paid to membrane materials based on organo-inorganic (hybrid) structures as the most promising class of proton-conducting mem-branes.

Keywords: composite membrane materials, organo-inorganic (hybrid) membranes, organo-organic (combined) membranes, nanocomposites, nanoparticles, modification, doping.

В настоящее время вследствие быстрых темпов развития антропогенных факторов, влияющих на окружающую среду, всё большее значение уделяется экологически чистым и, по возможности, безотходным технологиям. К таким технологиям относится альтернативная энергетика. Данный вид

технологии, в сравнении с традиционными источниками энергии, характеризуется практически бесконечным запасом, а также, по мере освоения технологии, экономической рентабельностью. В этом плане привлекательной является и водородная энергетика [1]. Перспективность данного вида энергетиче-