

ОБЗОР СПОСОБОВ И МЕТОДОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ АСФАЛЬТО-СМОЛО- ПАРАФИНОВ

Колесников А.С., Нурдаулет А.Н., Досжанов К.А.

1. РГП на ПХВ «Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова», кафедра «Нефтегазовое дело», (160012, Казахстан, г.Шымкент, пр-т Тауке хана 5), e-mail: kas164@yandex.ru

В настоящее время развитие нефтяной промышленности обусловлено значительными осложнениями при разработке нефтяных месторождений. Процессы добычи, сбора и подготовки нефти, осложняются комплексом проблем, связанных с асфальто-смоло-парафиновыми отложениями (АСПО) и солеотложениями, коррозионным разрушением оборудования, образованием стойких нефтяных эмульсий и др. Наиболее остро стоит проблема борьбы с АСПО и на месторождениях РК с добычей высокопарафинистых и парафинистых нефтей в частности, на месторождениях Узень, Жетыбай и ряда месторождений Южно-Тургайского прогиба сталкиваются с трудностями именно при борьбе с таким видом отложений.

Таким образом, в настоящей статье приведен обзорный анализ методов борьбы с АСПО. Рассмотрены известные на сегодняшний день химические и физические и технические методы предотвращения и удаления АСПО.

Ключевые слова: асфальто-смоло-парафиновые отложения, осложнения, разработка нефтяных месторождений, асфальтены, парафины, смолы

OVERVIEW OF WAYS AND METHODS TO PREVENT DEPOSITS OF ASPHALT - RESIN – PARAFFIN

Kolesnikov A.S., Nurdaulet A.N., Doszhanov K.A.

1. RSE on the RB "South-Kazakhstan State University named after M.AUEZOVA", Department of "Oil and Gas business", (160012, Kazakhstan, Shymkent, pr Tauke Khan, 5), e-mail: kas164@yandex.ru

Currently, the development of the oil industry caused significant difficulties in the development of oil fields. The processes of mining, oil gathering and treatment is complicated by the complex of problems connected with asphalt-resin-paraffin deposits (ARPD) and scaling protection, corrosion destruction of the equipment, the formation of stable oil emulsions and other. The most acute problem of combating ARPD and on the fields of Kazakhstan with the production of highly paraffinic and парафинистых oils in particular, deposits of the Uzen, Zhetybai, a number of fields in the South Turgai trough faced with the difficulties of combating this type of deposits.

Thus, the present paper provides an overview of the methods of struggle with paraffin. Are known to date, chemical and physical and technical methods of prevention and removal of paraffin.

Keywords: asphalt-resin-paraffin deposits, complications, development of oil fields, asphaltenes, waxes, resins

Накопление АСПО в проточной части нефтепромыслового оборудования и на внутренней поверхности труб приводит к снижению отборов нефти, уменьшению межремонтного периода (МРП) работы скважин и эффективности работы насосных установок.

Многолетняя практика эксплуатации скважин, добывающих парафинистую нефть, показала, что без проведения работ по предотвращению и удалению АСПО в трубопроводах и нефтепромысловом оборудовании, подъемных трубах, выкидных линиях и промысловых емкостях нельзя эффективно решать вопросы оптимизации добычи и сбора нефти. В этих условиях актуальной становится разработка новых технических средств и методов, направленных на предотвращение отложений в глубинно-насосном оборудовании, колонне насосно-компрессорных труб (НКТ), промысловых трубопроводах систем нефтесбора.

Борьба с АСПО предусматривает проведение работ по предупреждению образования отложений и их удалению (рисунок 1). Существует несколько наиболее известных и активно применяемых в нефтедобывающей промышленности методов борьбы с АСПО. Но многообразие условий разработки месторождений и различие характеристик добываемой продукции часто требует индивидуального подхода и даже разработки новых технологий.

Химические методы базируются на дозировании в добываемую продукцию химических соединений, уменьшающих, а иногда и полностью предотвращающих образование отложений. В основе действия ингибиторов парафиноотложений лежат адсорбционные процессы, происходящие на границе раздела между жидкой фазой и поверхностью металла трубы [3].

Химические реагенты подразделяются на смачивающие, модификаторы, депрессаторы и диспергаторы [1]:

Смачивающие реагенты образуют на поверхности металла гидрофильную пленку, препятствующую адгезии кристаллов парафина к трубам, что создает условия для выноса их потоком жидкости. К ним относятся полиакриламид (ПАА), ИП-1;2;3, кислые органические фосфаты, силикаты щелочных металлов, водные растворы синтетических полимерных ПАВ.

Модификаторы взаимодействуют с молекулами парафина, препятствуя процессу укрупнения кристаллов. Это способствует поддержанию кристаллов во взвешенном состоянии в процессе их движения. Такими свойствами обладают атактический пропилен с молекулярной массой 2000-3000, - низкомолекулярный полиизобутилен с молекулярной

массой 8000-12000, алифатические сополимеры, сополимеры этилена и сложного эфира с двойной связью, тройной сополимер этилена с винилацетатом и винилпирролидоном, полимер с молекулярной массой 2500-3000.

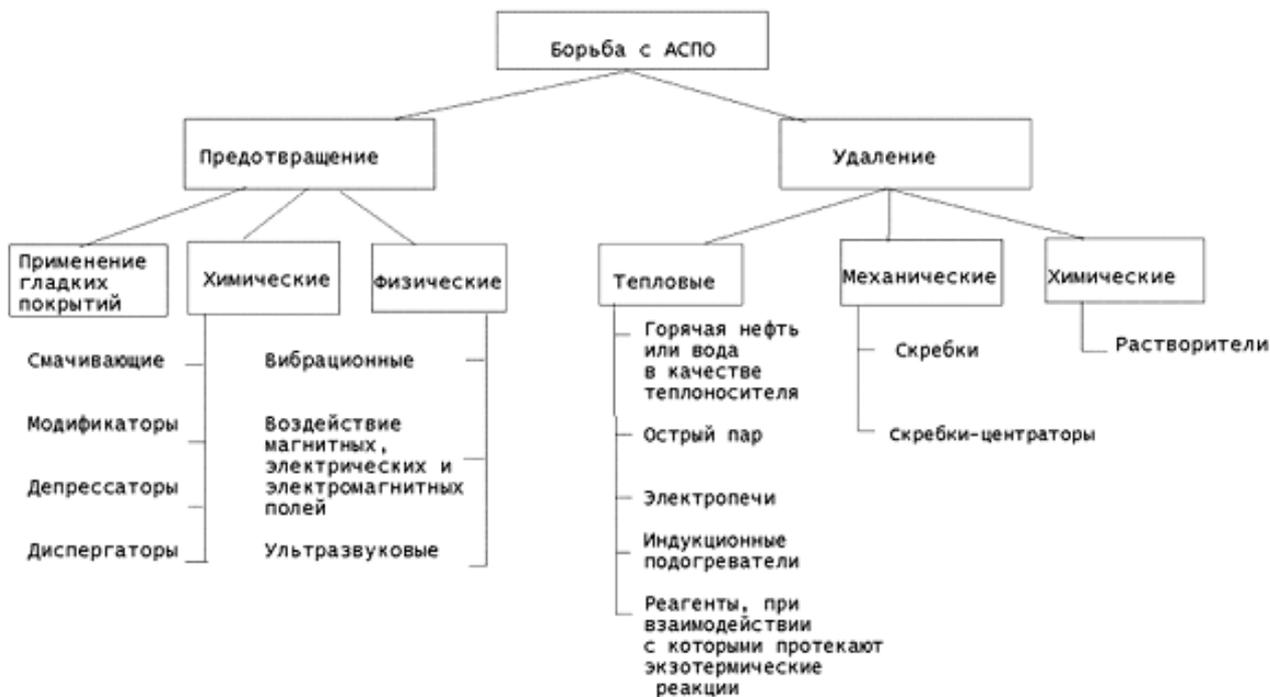


Рисунок 1 - Классификация методов борьбы с АСПО

Механизм действия депрессаторов заключается в адсорбции молекул на кристаллах парафина, что затрудняет их способность к агрегации и накоплению. К известным депрессаторам относятся "Парафлору АЗНИИ", алкилфенол ИПХ-9, "Дорад-1А", ВЭО-504 ТюмИИ, "Азолят-7" [10].

Диспергаторы - химические реагенты, обеспечивающие образование тонкодисперсной системы, которая уносится потоком нефти, что препятствует отложению кристаллов парафина на стенках труб. К ним относятся соли металлов, соли высших синтетических жирных кислот, силикатно-сульфанольные растворы, сульфатированный щелочной лигнин [3]. Использование химреагентов для предотвращения образования АСПО во многих случаях совмещается с:

- процессом разрушения устойчивых нефтяных эмульсий;
- защитой нефтепромыслового оборудования от коррозии;
- защитой от солеотложений;
- процессом формирования оптимальных структур газожидкостного потока.

Разработан достаточно широкий ассортимент химических реагентов для борьбы с АСПО. В настоящее время применяются следующие марки реагентов:

- бутилбензольная фракция (бутиленбензол, изопропилбензол, полиалкилбензолы).

Предложен к использованию СевКавНИПИнефть;

- толуольная фракция (толуол, изопентан, н-пентан, изопрен);

- СНПХ-7р-1 - смесь парафиновых углеводородов нормального и изостроения, а также ароматических углеводородов (ОАО "НИИнефтехим", г. Казань);

- СНПХ-7р-2 - углеводородная композиция, состоящая из легкой пиролизной смолы и гексановой фракции (ОАО "НИИнефтехим", г. Казань);

- ХПП-003, 004, 007 (ЗАО "Когалымский завод химреагентов", г. Когалым);

- МЛ-72 - смесь синтетических ПАВ;

- реагенты типа СНПХ-7200, СНПХ-7400 - сложные смеси оксиалкилированных ПАВ и ароматических углеводородов (ОАО "НИИнефтехим", г. Казань);

- реагент ИКБ-4, оказывающий комплексное воздействие на АСПО и коррозию металла труб (ИНХП, г. Уфа);

- ИНПАР (Опытный завод "Нефтехим", г. Уфа);

- СЭВА-28 - сополимер этилена с винилацетатом (ВНИИНП и ВНИИТнефть, г. Москва)

[5].

Кроме перечисленных реагентов в нефтегазодобыче используют также Урал-04/88, ДМ-51; 513; 655; 650, ДВ-02; 03, СД-1; 2, О-1, В-1, ХТ-48, МЛ-80, Прогалит ГМ20/40 и НМ20/40. Наряду с высокой стоимостью существенным недостатком химического метода является сложность подбора эффективного реагента, связанная с постоянным изменением условий эксплуатации в процессе разработки месторождения.

Методы, относимые к физическим, основаны на воздействии механических и ультразвуковых колебаний (вибрационные методы), а также электрических, магнитных и электромагнитных полей на добываемую и транспортируемую продукцию.

Вибрационные методы позволяют создавать ультразвуковые колебания в области парафинообразования, которые, воздействуя на кристаллы парафина, вызывают их микроперемещение, что препятствует осаждению парафина на стенках труб [10].

Воздействие магнитных полей следует отнести к наиболее перспективным физическим методам. Использование в нефтедобыче магнитных устройств для предотвращения АСПО началось в пятидесятые годы прошлого века, но из-за малой эффективности широкого распространения не получило. Отсутствовали магниты, достаточно долго и стабильно работающие в условиях скважины. В последнее время интерес к использованию магнитного поля для воздействия на АСПО значительно возрос, что связано с появлением на рынке широкого ассортимента высокоэнергетических магнитов на основе

редкоземельных материалов. В настоящее время около 30 различных организаций предлагает магнитные депарафинизаторы [2, 4-6, 8, 9,].

Установлено [6], что под воздействием магнитного поля в движущейся жидкости происходит разрушение агрегатов, состоящих из субмикронных ферромагнитных микрочастиц соединений железа, находящихся при концентрации 10-100 г/т в нефти и попутной воде. В каждом агрегате содержится от нескольких сотен до нескольких тысяч микрочастиц, поэтому разрушение агрегатов приводит к резкому (в 100-1000 раз) увеличению концентрации центров кристаллизации парафинов и солей и формированию на поверхности ферромагнитных частиц пузырьков газа микронных размеров. В результате разрушения агрегатов кристаллы парафина выпадают в виде тонкодисперсной, объемной, устойчивой взвеси, а скорость роста отложений уменьшается пропорционально уменьшению средних размеров выпавших совместно со смолами и асфальтенами в твердую фазу кристаллов парафина. Образование микропузырьков газа в центрах кристаллизации после магнитной обработки обеспечивает, по мнению некоторых исследователей, газлифтный эффект, ведущий к некоторому росту дебита скважин.

В нефтедобыче используют тепловые, химические и механические методы удаления АСПО. Тепловые методы основаны на способности парафина плавиться при температурах выше 50 0С и стекать с нагретой поверхности. Для создания необходимой температуры требуется специальный источник тепла, который может быть помещен непосредственно в зону отложений, или необходимо вырабатывать теплосодержащий агент на устье скважины. В настоящее время используют технологии с применением:

- горячей нефти или воды в качестве теплоносителя;
- острого пара;
- электропечей наземного и скважинного исполнения;
- электродепарафинизаторов (индукционных подогревателей), осуществляющих подогрев нефти в скважине;
- реагентов, при взаимодействии которых протекают экзотермические реакции.

Технология применения теплоносителя предусматривает нагрев жидкости в специальных нагревателях (котельных установках передвижного типа) и подачу ее в скважину способом прямой или обратной промывки. Обратная промывка более предпочтительна, так как при этом исключено образование парафиновых пробок, часто возникающих при прямой промывке [10].

Недостатками данных методов являются их высокая энергоемкость, электро- и пожароопасность, ненадежность и низкая эффективность применяемых технологий.

Применение растворителей для удаления уже образовавшихся отложений является одним из наиболее известных и распространенных интенсифицирующих методов в технологических процессах добычи, транспорта, хранения и переработки нефти. Однако и здесь проблема подбора растворителя в конкретных условиях весьма далека от своего разрешения. Как правило, подбор растворителей АСПО осуществляется эмпирически. Это связано с недостатком информации об их структуре и свойствах и малой изученностью механизма взаимодействия нефтяных дисперсных систем с растворителями.

Механические методы предполагают удаление уже образовавшихся отложений АСПО на НКТ. Для этой цели разработана целая гамма скребков различной конструкции.

По конструкции и принципу действия скребки подразделяют на:

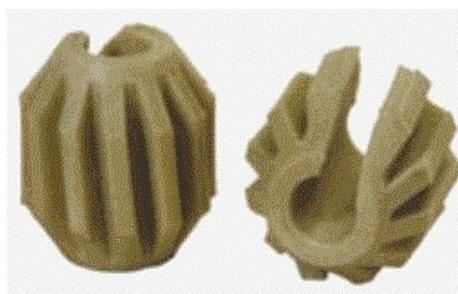
- пластинчатые со штанговращателем, имеющие две режущие пластины, способные очищать АСПО только при вращении. Для этого используют штанговращатели, подвешенные к головке балансира станка-качалки. Вращение колонны штанг и, следовательно, скребков происходит только при движении вниз. Таким путем скребок срезает АСПО с поверхности НКТ;
- спиральные, возвратно-поступательного действия;
- "летающие", оснащенные ножами-крыльями, которые раскрываются при движении вверх, что обеспечивает им подъемную силу. Применяют, как правило, в искривленных скважинах.

Использование такого метода борьбы с АСПО значительно осложняется тем, что для его применения часто необходима остановка работы скважины и предварительная подготовка поверхности труб (для некоторых видов скребков). Кроме того, возможно застревание скребков, обрыв их крепления и некоторые другие осложнения.

В последние годы вместо металлических пластинчатых скребков на штангах укрепляют пластиковые скребки (рисунок 2). Они одновременно играют роль центраторов. Есть информация, что при использовании скребков-центраторов протирается НКТ.



а) неподвижные скребки "Канаросс"



б) скребки-центраторы Альметьевского завода "Радиоприбор"

Рисунок 2 - Скребки- центраторы

Как метод предотвращения АСПО следует отдельно выделить применение гладких защитных покрытий из лаков, стекла и эмали. При перевозках, спускоподъемных операциях и в скважинах НКТ подвергаются значительным ударным, растягивающим, сжимающим, изгибающим и другим нагрузкам. Стеклоэмальное покрытие ввиду его хрупкости, значительной толщины и отсутствия сцепления с металлом трубы не надежно и разрушается в процессе спускоподъемных операций. Последнее приводит к образованию стеклянных пробок в колонне НКТ и заклиниванию насосов. Кроме того, технология нанесения стеклянных и эмалевых покрытий предполагает нагрев труб до 700-800 °С, что вызывает необратимые процессы в структуре металла и расплавление вершин резьб.

На промыслах ОАО "Оренбургнефть" (РФ) были опробованы НКТ с покрытиями из бакелитового лака, бакелито-эпоксидной композиции, эпоксидного лака и стеклоэмали [4]. Недостаточные термо- и морозостойкость эпоксидных смол являются сдерживающим фактором их широкого применения. С этих позиций лучшими могут считаться НКТ, футерованные стеклоэмалью. Прочность и адгезия эмали высоки. Сколы в процессе спускоподъемных операций и транспортировки не наблюдаются.

Большое сопротивление истиранию, низкие тепло- и электропроводность открывают большие перспективы внедрения труб со стеклоэмальным покрытием в нефтедобывающей промышленности.

Не смотря на ряд различных способов борьбы с АСПО, приведенных выше, на сегодняшний день, проблема с АСПО на промыслах остается актуальной и требует дальнейшего совершенствования методов по ее разрешению. Ежегодные исследования и опыт выявляют преимущества и недостатки применения различных способов борьбы с АСПО в условиях конкретных месторождений.

Список использованной литературы

1. Голонский П.П. Борьба с парафином при добыче нефти. - М.: Гостоптехиздат, 1960. - 88 с.
2. Депарафинизаторы. - <http://www.metalop.ru/magnit4.htm>.
3. Ибрагимов Г.З., Сорокин В.А., Хисамутдинов Н.И. Химические реагенты для добычи нефти: Справочник рабочего. - М.: Недра, 1986.- 240 с.
4. Карпов Б.В., Воробьев В.П., Казаков В.Т. и др. Предупреждение парафиноотложений при добыче нефти из скважин в осложненных условиях путем применения магнитных устройств // Нефтепромысловое дело. - 1996. - N 12. - С. 17-18.

5. Ковач В.И., Аливанов В.В., Шайдаков В.В. Магнитная активация жидкости как метод защиты от коррозии. // Нефтяное хозяйство - 2002. - N 10 - с.
6. Лесин В.И. Магнитные депарафинизаторы нового поколения /Изобретения и рацпредложения в нефтегазовой промышленности. - 2001. - N 1. - С. 18-20.
7. Люшин С.В., Репин Н.Н. О влиянии скорости потока на интенсивность отложения парафинов в трубах // Сб. борьба с отложениями парафина. - М.: Недра, 1965. - 340 с.
8. Магнитный депарафинизатор "Магнолеум".- [http:// www. mte. gov. ru./ntp/new bogud/rka/rka.htm](http://www.mte.gov.ru/ntp/newbogud/rka/rka.htm).
9. Малышев А.Г., Черемисин Н.А., Шевченко Г.В. Выбор оптимальных способов борьбы с парафиноотложением // Нефтяное хозяйство. - 1997. - N 9. - С. 62.-69.
10. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000.-653с.