



УДК 622.276

БОРЬБА С АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

FIGHT AGAINST ASPHALT AND PARAFFIN DEPOSITS IN OIL AND GAS INDUSTRY

Гайсин Антон Валерьевич

магистрант,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
gaysin-gaysin@mail.ru

Фаресов Александр Викторович

заместитель Генерального директора по маркетингу,
АО «Опытный завод Нефтехим»
faresov@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями в нефтегазовой отрасли, кратко изложен каждый метод борьбы, а также предложен более оптимальный метод борьбы для МЛСП «Приразломная».

Ключевые слова: Асфальтосмолопарафиновые отложения, АСПО, метод борьбы с АСПО, МЛСП «Приразломная».

Gaysin Anton Valeryevich

Graduate Student,
Ufa State Petroleum Technological University
gaysin-gaysin@mail.ru

Faresov Alexander Viktorovich

Deputy general director for Marketing,
SC «Pilot plant Neftehim»
faresov@gmail.com

Annotation. In this article, methods of and combating asphalt and paraffin deposits in the oil and gas industry are considered, each method of struggle is briefly described, and a more optimal method of struggle is proposed for the «Prirazlomnaya».

Keywords: asphaltic and paraffin deposits, Offshore Ice-resistant Fixed Platform «Prirazlomnaya», fight against asphalt and paraffin deposits.

Асфальтосмолопарафиновые отложения осаждаются на металлических стенках оборудования, которое используется для добычи и транспортировки нефти, а также препятствуют добычи нефти и существенно осложняют эксплуатацию нефтепромыслового оборудования. Асфальтеновые ассоциаты значительно влияют на парафинизацию скважин, потому что не позволяют парафино-нафтенам кристаллизоваться и выпадать из потока, а также сами являются инициаторами парафинизации, образуя крупные ассоциаты, которые затем коагулируют и выпадают на поверхности трубопроводов.

АСПО, образовавшиеся на внутренней поверхности магистральных труб, обычно имеют отличный компонентный состав и кристаллическую структуру. Это происходит по тем причинам, что при температуре ниже 20 °С начинается дезактивация САВ как поверхностно-активных веществ (ПАВ) и все парафино-нафтенные углеводороды, которые при более высоких температурах были связаны смолисто-асфальтеновой оболочкой и имели собственные температуры кристаллизации выше 20 °С, начинают выпадать, вызывая тем самым обвальную парафинизацию трубопроводов.

АСПО представляют сложную углеводородную смесь, состоящую из парафинов (20–70 % мас.), асфальтосмолистых веществ (АСВ) (20–40 % мас.), силикагелевой смолы, масел, воды и механических примесей.

Методы борьбы с АСПО

Для борьбы с АСПО необходимо провести конкретные виды работ, относящиеся к отдельному методу борьбы. Существует несколько наиболее известных и активно применяемых в нефтедобывающей промышленности методов борьбы с АСПО. Для каждого метода нужен свой индивидуальный подход, необходимые технологические мероприятия и технику для борьбы с АСПО.

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

Механизм действия депрессаторов заключается в адсорбции молекул на кристаллах парафина, что затрудняет их способность к агрегации и накоплению. К известным депрессаторам относятся «Парафлор АзНИИ», алкилфенол ИПХ-9, «Дорад-1А», ВЭО-504 ТюмИИ, «Азолят-7» [3]. 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 [1]. 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:

- бутилбензолная 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) [2].

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 [3].

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.

Установлено, 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 °С и стекать с нагретой поверхности. Для создания необходимой температуры требуется специальный источник тепла, который может быть помещен непосредственно в зону отложений, или необходимо вырабатывать теплодержательный 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 [3].

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).

Проведя анализ по методам борьбы с АСПО, было выявлено, что для МЛСП «Приразломная» оптимальным вариантом будет химический метод борьбы с АСПО, с помощью закачки ингибитора АСПО. На уфимском заводе АО «ОЗНХ» были подобраны специальные ингибиторы, которые основывались на скважинную сырую нефть. Перед подбором были проведены лабораторные исследования для выявления физико-химических свойств нефти. Для предотвращения образования АСПО на МЛСП «Приразломная» подобранный ингибитор на АО «ОЗНХ» подается в двух местах: на устье скважины и входе в стриппинг-колонну, с дозировкой 180 г/т. Подбор ингибитора подробно изложено в статье Гайсина А.В и Фаресова А.В «Исследование эффективности ингибиторов асфальтосмолопарафиновых отложений», где описывается сравнительный анализ ингибиторов РАО 82003 и СОНПАР-5203В по методике определения коэффициента флокуляции.

Литература:

1. Ибрагимов Г.З., Сорокин В.А., Хисамутдинов Н.И. Химические реагенты для добычи нефти : Справочник рабочего. – М. : Недра, 1986. – 240 с.
2. Брегман Дж. И. Ингибиторы коррозии. – Издательство «Химия», 1966 – С. 15–18.
3. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела : учебник для ВУЗов. – Уфа : ООО «Дизайн-ПолиграфСервис», 2001 – 544 с.
4. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. – М. : ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 653 с.

**References:**

1. Ibragimov G.Z., Sorokin V.A., Hisamytdinov N.I. Chemical reagents for oil production: Handbook of workers. – М. : Nedra, 1986. – 240 p.
2. Bregman JI. Inhibitors of corrosion. – Publishing house «Chemistry», 1966 – P.15–18.
3. Korshak A.A, Shammazov A.M. Fundamentals of oil and gas business. Textbook for High Schools. – Ufa : ООО «DesignPoligraphServis», 2001 – 544 p.
4. Persiyantsev M.N. Oil production in complicated conditions. – М. : ООО Nedra-Business Center, 2000. – 653 p.