

*Власова Алена Александровна, студент
Самарский государственный технический университет,
г. Самара, Россия*

ПАРАФИНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В НЕФТЯНЫХ СИСТЕМАХ: РОЛЬ ИНГИБИТОРОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ НАДЕЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация: Статья обсуждает различные механизмы действия ингибиторов, включая снижение температуры кристаллизации, изменение морфологии кристаллов, диспергирование и уменьшение адгезии. Подробно рассматриваются ключевые аспекты и технологии применения ингибиторов в нефтегазовой промышленности.

Ключевые слова: ингибирующие присадки, парафиновые отложения, нефтяные дисперсные системы, процесс образования, влияние.

Abstract: The article discusses various mechanisms of action of inhibitors, including a decrease in crystallization temperature, a change in crystal morphology, dispersion and a decrease in adhesion. The key aspects and technologies of the use of inhibitors in the oil and gas industry are considered in detail.

Keywords: inhibitory additives, paraffin deposits, oil dispersed systems, formation process, influence.

Данные парафиновые отложения образуются в результате кристаллизации парафиновых соединений из нефти и газа в условиях низких температур и/или высокого давления. Они могут вызвать засорение и ограничение потока, что приводит к снижению эффективности добычи и транспортировки нефти.

Для борьбы с этой проблемой нефтяные компании часто используют ингибирующие присадки, которые специально разработаны для предотвращения

образования парафиновых отложений.

Ингибиторы парафиновых отложений - это химические вещества, добавляемые в нефть или газ для того, чтобы предотвратить образование парафиновых кристаллов или замедлить их рост. Они действуют путем изменения физико-химических свойств нефти или газа, что делает более сложным образование кристаллов парафина. Влияние ингибиторов на процесс образования парафиновых отложений:

1) Снижение температуры кристаллизации: Ингибиторы могут снижать температуру, при которой парафин начинает кристаллизоваться. Это позволяет нефти оставаться жидкой при более низких температурах, что снижает вероятность образования отложений.

2) Изменение морфологии кристаллов: Ингибиторы также могут влиять на структуру и размеры парафиновых кристаллов. Они могут способствовать образованию более мелких и менее компактных кристаллов, что делает их менее склонными к образованию отложений.

3) Диспергирование: Ингибиторы могут помогать диспергировать парафиновые кристаллы в нефтяной среде, предотвращая их слипание и образование больших отложений.

4) Уменьшение адгезии: Ингибиторы могут снижать адгезию парафиновых кристаллов к внутренним стенкам трубопроводов и оборудования, что затрудняет их прикрепление и рост [1].

Ингибиторы парафиновых отложений играют важную роль в предотвращении образования отложений в нефтяных дисперсных системах. Они меняют физико-химические свойства нефти и газа, что снижает вероятность образования парафиновых отложений и улучшает производительность нефтедобывающих и нефтетранспортных процессов. Эффективное использование ингибиторов требует тщательного исследования и оптимизации, чтобы достичь наилучших результатов в борьбе с проблемой парафиновых отложений в нефтяных системах. В холодных климатических регионах, в процессе добычи, снижение температуры и давления приводит к снижению

растворимости дисперсных компонентов в нефти, что в свою очередь вызывает образование асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО), уменьшение диаметра нефтепроводов и, как следствие, снижение производительности (в некоторых случаях даже до полной остановки перекачивания) (рисунок №1) [3].



Рисунок №1- Парафиновое отложение в скважине

Существует множество методов борьбы с образованием парафиновых отложений (механические, тепловые, применение защитных покрытий и др.), но наиболее эффективным из них считается применение химических реагентов, которые предотвращают или ингибируют процесс образования АСПО во время добычи и транспортировки нефти. Изучение литературных данных о механизмах действия ингибирующих присадок позволяет заключить, что в области структуры парафиновых углеводородов (ПУ) действие присадок сводится к их воздействию на процесс ассоциации н-алканов. При температурах ниже точки замерзания н-алканов взаимодействие с молекулами ингибиторов происходит через адсорбцию и/или общее кристаллизацию. Считается, что полярные группы полимера способствуют адсорбции, а алкильные боковые цепи способствуют образованию смешанных кристаллов [2].

Исследования проводились с использованием различных ингибирующих присадок, таких как СОНПАР 5403Б, СИМ, СНПХ ИПГ-11, ТюмИИ-77, а также

"Flexoil" и К-210, на нефтяных дисперсных системах разного состава. Результаты показали различную эффективность этих присадок в предотвращении процесса осаждения в зависимости от состава нефти.

В анализе состава масляных фракций осадков исходных нефтей, можно наблюдать следующие изменения: уменьшение содержания нафтено-ароматических углеводородов (УВ) в масляной фракции, исходящей из исходных нефтей (снижение в 1,5 и 1,8 раза соответственно) (см. таблицу 2). Однако, в масляных фракциях нефтяных осадков, обработанных присадками К-210 и "Flexoil", наблюдается повышение содержания парафиновых углеводородов (ПУ) и снижение концентрации нафтено-ароматических углеводородов. Напротив, при использовании других присадок с более низкой эффективностью наблюдается снижение концентрации ПУ и увеличение нафтено-ароматической фракции (в среднем в 1,3 и 2,3 раза соответственно). Таким образом, наблюдается общая тенденция: эффективные присадки способствуют увеличению доли ПУ и уменьшению содержания нафтено-ароматических углеводородов.

При анализе молекулярных массных распределений (ММР) ПУ в нефти-II и ее осадке, можно наблюдать мономодальный характер с максимумами, приходящимися на C19-C23. Однако, использование ингибирующих присадок приводит к расширению границ и смещению максимума в область меньших молекулярных масс (C15-C22) [5].

Для ПУ осадков, исследуемых нефтяных дисперсных систем в присутствии высокоэффективных ингибирующих присадок характерно снижение доли жидких парафиновых углеводородов (C6-C16) и увеличение концентрации твердых (C17-C35) n-алканов.

С использованием малоэффективных ингибирующих присадок, тенденция в изменениях состава ПУ осадков сохраняется для нефти-I. Однако, для нефти-II наблюдается увеличение доли низкомолекулярных углеводородов и снижение концентрации твердых n-алканов.

Итак, можно сделать вывод, что использование высокоэффективных

ингибирующих присадок приводит к осаждению, в основном, твердых парафиновых углеводородов, которые обладают способностью образовывать более плотные и однородные структуры осадка. Это снижает размер полостей или пустот, доступных для взаимодействия с другими молекулами из объема нефти. Также в составе осадков с высокоэффективными ингибирующими присадками концентрируются преимущественно метил-и диметилалкилзамещенные производные ароматических углеводородов.

Анализ микрофотографий масляной фракции осадков, проведенный при 40-кратном увеличении с использованием микроскопа AXIO LAB.A1 Carl Zeiss, позволяет выявить интересные особенности в структуре исследуемых образцов.

Для нефти-I характерно образование множества дисперсных структур ПУ, которые формируют почти сплошную пространственную сетку.

Для масляной фракции осадка исходной нефти-II отмечается формирование отдельных образований ПУ, в основном сферолитного типа кристаллизации. Размеры этих образований варьируют в широком диапазоне от 1 до 25 мкрон. В осадках исходных нефтей также наблюдается существенное увеличение размеров кристаллических образований того же типа до 50 мкрон. Это изменение размеров связано с уменьшением доли ароматических углеводородов в составе осадка и увеличением концентрации твердых n-алканов в составе ПУ осадка.

Применение присадок "Flexoil" и K-210 приводит к резкому снижению сферолитных кристаллических образований ПУ. Механизм действия данных ингибиторов пока не ясен полностью, но большинство исследователей отмечают, что активные полимеры, входящие в состав присадок, формируют с парафинами смешанные кристаллы. Это изменяет структуру кристаллов и нарушает естественный процесс кристаллизации образований, которые имеют гораздо меньшую тенденцию к коагуляции [4].

Для образцов осадков нефтей с присадками, характеризующимися низкой степенью ингибирования (примерно 30%) - СОНПАР 5403Б, ТюмИИ-77 и СИМ, наблюдается гораздо большее количество кристаллических образований ПУ по

сравнению с осадками, обработанными присадками "Flexoil" и К-210. Размеры сферолитов находятся в широком диапазоне от 0,1 до 10 микрон.

Таким образом, использование высокоэффективных ингибирующих присадок приводит к образованию в осадках в основном твёрдых парафиновых углеводородов, которые имеют способность формировать более плотные и однородные структуры осадка. Это связано с изменением размеров кристаллов и их коагуляции. В результате, в составе осадков с высокоэффективными присадками концентрируются в основном высокомолекулярные парафиновые углеводороды, снижается доля нафтено-ароматических углеводородов и компонентов смолисто-асфальтеновых соединений.

Библиографический список:

1. Можайская М.В. Влияние состава и строения высокомолекулярных углеводородов и смолисто-асфальтеновых веществ на образование осадка в нефтях: Автореф. дис. на соискание ученой степени канд. хим. наук ИХН СО РАН — Томск, 2011. — 24 с.

2. Шамраи Ю.В. Предотвращение отложений парафина и асфальтосмолистых веществ в добыче нефти. — М.: ВНИИЦЭНГ, 1987. — 57с.

3. Баннов П. Г. Процессы переработки нефти. - Ч. 3, М: ЦНИИТ, Энефте- хим, 2003.

4. Капустин В. М. Основные каталитические процессы переработки нефти/В. М. Капустин, Е. А. Чернышева. - М.: Калвис, 2006. - 116 с.

5. Коршак А. А., Шаммазов А. М.: «Основы нефтегазового дела», издательство «Дизайнполиграфсервис», 2005. - 544 с.