УДК 622.276.72

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ УДАЛЕНИЯ АСПО

MODERN APPROACHES TO THE APPLICATION OF ASPHALT-RESIN-PARAFFIN DEPOSITS, REMOVAL METHODS

Гадиев Искандар Ильсурович
аспирант группы 73-11,
Альметьевский государственный технологический университет
iskandarus@bk.ru

Мельников Андрей Николаевич
аспирант группы 73-11,
Альметьевский государственный технологический университет
andreyka.melnikov.02@bk.ru

Урванцев Данил Сергеевич
аспирант группы 73-11,
Альметьевский государственный технологический университет
danilurvancev75danilurva@gmail.com

Научный руководитель

Хаярова Динара Рафаэлевна
Альметьевский государственный технологический университет
«Высшая школа нефти»

Аннотация. Одной из возможных причин, приводящих к осложнениям в функционировании скважин, нефтегазового оборудования и трубопроводных систем, является содержание асфальтосмолопарафиновых отложений, накопление которой может снизить производительность добычи нефти. В статье рассмотрены методы удаления АСПО. Все существующие на сегодняшний день методы борьбы с АСПО являются в большей степени периодическими, позволяющие лишь в той или иной мере увеличить межремонтный период технологического оборудования.

Ключевые слова: асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО), методы удаления, скребки, растворители, НКТ.

Gadiev Iskandar Ilsurovich
Graduate Students of the group 73-11,
Almetyevsk State University of Technology
iskandarus@bk.ru

Melnikov Andrey Nikolayevich
Graduate Students of the group 73-11,
Almetyevsk State University of Technology
andreyka.melnikov.02@bk.ru

Urvantsev Danil Sergeyevich
Graduate Students of the group 73-11,
Almetyevsk State University of Technology
danilurvancev75danilurva@gmail.com

Scientific supervisor

Khayarova Dinara Rafaelevna
Almetyevsk State University of Technology
Higher School of Petroleum

Annotation. One of the possible reasons leading to complications in the operation of wells, oil and gas equipment and pipeline systems is the content of asphalt-resin-paraffin deposits, the accumulation of which can reduce the productivity of oil production. The article discusses the methods of removing ASF. All currently existing methods of combating ASF are more periodic, allowing only to increase the inter-repair period of technological equipment to one degree or another.

Keywords: asphalt-resin-paraffin deposits (ARWD), removal methods, scrapers, solvents, tubing.

Проблема предотвращения отложения и удаление асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) была и остается чрезвычайно актуальной проблемой в практике эксплуатации нефтяных скважин, поскольку приводит к частым остановкам скважин с целью очистки глубинного оборудования от отложений, к существенным затратам на депарафинизацию и текущий ремонт скважин, а также к снижению добычи и значительному недобору и потерям нефти. Из опыта эксплуатации скважин в условиях нефтяных месторождений нашей страны известно, что около 30–35 % всех остановок скважин для выполнения текущих ремонтов происходит вследствие отложения парафина на поверхности насосно-компрессорных труб (НКТ), что неизбежно приводит к уменьшению диаметра проходного сечения труб и снижение дебитов скважин в результате отказов штанговых скважинных насосных установок и другого оборудования.

«Асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО) – это сложная структурированная дисперсная система, состоящая из парафинов (12…70 % масс.), смолисто-асфальтеновых веществ (5…40 % масс.), масел, воды и механических примесей в виде кварцевых зерен песчаника, глинистых частиц, солей и продуктов коррозии».

Над сегодняшний день практически выявлены все факторы, оказывающие влияние на образование АСПО, основными из которых, являются следующие:

- интенсивное газопроявление;
- снижение температуры в пласте и стволе скважины;
- уменьшение давления в призабойной зоне пласта;

– снижение скорости движения углеводородных флюидов;
– соотношение объемов нефти;
– компонентный составить нефти и газа в каждой фазе системы [1].

При продолжительном межочистном периоде или если методы профилактики недостаточно эффективны при существующих условиях эксплуатации, происходит формирование отложений парафина, которое проявляется в увеличении нагрузки на стержни колонны, снижения расхода и повышения рабочего давления. Для стабилизации работы скважины и предотвращения ее отказа нужно удалить образовавшиеся отложения. Наиболее широко для этих целей применяют, механические, тепловые и химические методы [2].

Тепловые методы основаны на способности парафина плавиться при температурах выше 50℃ 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 широко используются технологии с применением:
– острого пара;
– горячей нефти или воды;
– электродепарафинизаторов, которые подогревают нефть в скважине;
– реагентов, при взаимодействии которых выделяется тепло;
– электропечей.

Технология применения теплоносителя предусматривает нагрев жидкости в специальных нагревателях (котельных установках передвижного типа) и подачу ее в скважину способом прямой (закачка жидкости в НКТ) или обратной (нагнетание промывочной жидкости в затрубное пространство) промывки. При этом обратная промывка более предпочтительна, так как при этом исключено образование парафиновых пробок, часто возникающих при прямой промывке.

К основным физико-химическим процессам теплового воздействия относятся:
– расплавление и последующее растворение асфальтосмолопарафиновой массы в потоке горячей нефти при повышении температуры;
– комбинированное воздействие первых двух факторов;
– снижение сил сцепления отложений на поверхности контакта с металлической трубой, отделение парафиновой массы и последующий вынос её с потоком прокачиваемой горячей жидкости [3].

Достоинством тепловых методов является то, что процесс депарафинизации с применением горячей жидкости очень прост и достаточно эффективен. Данный способ депарафинизации применим для фонтанных и глубинно-насосных скважин. Основными недостатками тепловых методов, ограничивающих их применение, является недостаточная глубина прогрева оборудования (100–400 м), при обработке фонтанных скважин дегазированной нефтью или водой при определённых условиях возможно прекращение фонтанирования.

Механические методы удаления органических отложений основаны на удалении отложений с внутренней поверхности насосно-компрессорных труб специальными устройствами (скребками) во всём интервале образования отложений. Технология удаления АСПО с помощью скребков заключается в спуске в НКТ специального скребка с последующим подъемом на поверхность.

По конструкции и принципу действия скребки подразделяют на:
– пластинчатые со штанговращателем, имеющие две режущие пластины, способные очищать АСПО только при вращении;
– спиральные, возвратно-поступательного действия;
– «летающие», оснащенные ножами-крыльями, которые раскрываются при движении вверх, что обеспечивает им подъемную силу. Применяют, как правило, в искривленных скважинах.

За один ход полированного штока штанговращатель поворачивает колонну на определённый угол, значение которого пропорционально количеству зубьев. В последние годы вместо металлических пластинчатых скребков на штангах укрепляют пластиковые скребки. Они одновременно играют роль центраторов. Есть информация, что при использовании скребков-центраторов протирается НКТ [4].

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, также иногда предполагается остановка технологического оборудования для проведения очистки, что влияет на рентабельность добычи нефти.

В настоящее время широко применяются технологии комбинированного действия на удаление АСПО. Таким примером является применение электромеханического депарафинизатора. Данный способ предназначен для удаления отложений АСПО (отложения, которые представляют собой тя-

желые компоненты нефти, отлагающиеся на внутренней поверхности нефтепромыслового оборудования и затрудняющие его добычу, транспорт и хранение) и иных включений, с помощью механического воздействия на них вращающейся фрезы и высокочастотной вибрации.

Химический метод удаления уже отложившихся асфальтосмолопарафиновых веществ с поверхности нефтепромыслового оборудования основывается на применении растворителей. Действие метода основано на частичном растворении и последующем разрыхлении отложений парафина, в результате чего отложения становятся подвижными и выносятся потоком продукции скважин. Растворитель необходимо подбирать в зависимости от состава АСПО, так как растворимость парафинового, асфальтенового или смешанного типа отложений различается [5].

Ассортимент растворителей, которые используются на отечественных месторождениях и зарубежных представляет собой несколько классов составов и включает:

– органические растворители, выступающие в качестве индивидуальных (толуол, сернистый углерод, дихлорпропан);

– природные органические растворители (газоконденсат, газовый бензин, пироконденсат);

– органические смеси, включающие несколько классов соединений, производимых на нефтеперерабатывающих заводах (лёгкая нефть, керосиновая фракция, абсорбент, нефтяной сольвент).

В настоящее время применяются составы для удаления АСПО, техническим результатом которых является высокая растворяющая и диспергирующая способность по отношению к твердым отложениям, эффективное удаление тугоплавких АСПО с поверхности нефтепромыслового оборудования и в скважинах с одновременным предотвращением коррозионных процессов на поверхности нефтепромыслового оборудования.

Применение подобных составов имеет следующие преимущества по сравнению с известными составами:

– эффективно разрушает структуру асфальтеносмолопарафиновых отложений, защищает поверхность нефтепромыслового оборудования от АСПО и способствует улучшению технико-экономических показателей процесса;

– предотвращает осаждение АСПО на поверхность оборудования, что позволяет отказаться от использования дополнительных реагентов, предотвращающих отложения АСПО;

– одновременно с увеличением эффективности растворения АСПО предотвращает коррозионные процессы на поверхности нефтепромыслового оборудования, за счет проявления пленкообразования и ингибирующего действия.

Закачка химических реагентов производится в трубное пространство скважин, либо через затрубное пространство с дальнейшей продавкой растворителя через прием насоса ЭЦН до интервала отложений. Степень запарафинивания НКТ влияет на расход реагентов растворителей. Для скважин с большим количеством отложений закачку производят непосредственно в НКТ на интервал запарафинивания с остановкой на протекание процесса реагирования. В скважины с умеренным запарафиниванием растворитель можно закачивать как в затрубное пространство, так и в НКТ. При закачке через затрубное пространство расход реагентов рассчитывается из условия 20–30 % от объема НКТ. При закачке растворителя в НКТ расход рассчитывается по интервалу образования АСПО и составляет 20–30 % от объема НКТ при средней степени запарафинивания и 30–40 % – при высокой.

Наиболее эффективной является композиция алифатических, нафтеновых и ароматических углеводородов в сочетании с полярными гетероатомными соединениями. Этот факт объясняется различной растворимостью составляющих АСПО компонентов. Твердые парафиновые углеводороды растворяются в низкокипящих алифатических углеводородах, и чем меньше молекулярный вес алифатических углеводородов, тем лучше растворимость. Менее эффективными являются высококипящие парафиновые углеводороды, для них характерно набухание АСПО. Взаиморастворение парафиновых углеводородов в нафтеновых и ароматических углеводородах затруднено отсутствием сольватации [6].

Эффективность растворителей зависит от скорости разрушения и вытеснения масляной пленки с поверхности отложений; гидрофилизации поверхности отложений, определяемой составом и концентрацией поверхностно-активного вещества; скорости и глубины проникновения водного моющего раствора в поры отложений, в зависимости от размера пор и состава отложений; интенсивности перемешивания; изменения внутренних сил взаимодействия между частицами АСПО; возможности удаления осадочных частиц в потоке промывочной жидкости.

Общим недостатком почти всех применяемых для удаления АСПО составов является избирательность расширения, как правило, они не обеспечивают достаточной эффективности растворения при высоких концентрациях. Поэтому поиск новых реагентов, ингибиторов остается актуальным.

Практический опыт показывает, что, несмотря на многочисленное проведение различных технологических мероприятий, проблема с АСПО не решена. Использование традиционных методов не всегда дает положительные результаты. В условиях, когда месторождение находится на завершаю-

щей стадии разработки, целесообразно использовать комплексные технологии, направленные на удаление уже образовавшихся отложений и предотвращение образования АСПО. При этом необходимо обязательно знать состав нефти и отложений, геологическое строение пласта, фильтрационно-емкостные свойства горной породы, а также ее литологический состав.

Список литературы:

1. Бардаков, А.В. Современные способы предотвращения образования АСПО в скважинах на ЮТМ-месторождениях / А.В. Бардаков // Молодой учёный. – 2022.– № 18(413). – С. 35–39.
2. Шикунов Р.А. Методы борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО) / Р.А. Шикунов // StudNet. – 2020. – № 12. – С. 1773–1784.
3. Иванова И.К. Физико-химические подходы к выбору эффективных растворителей асфальтосмолопарафиновых отложений : дис. … д-ра хим. наук. – Якутск, 2019. – С. 36–41.
4. Лешкович Н.М. Повышение эффективности борьбы с парафиноотложениями на Анастасиевско-Троицком месторождении с использованием устройств постоянного магнитного поля / Н.М. Лешкович // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 183–200.
5. Фаресов, А.В. Борьба с асфальтосмолопарафиновыми отложениями в нефтегазовой отрасли / А.В. Фаресов, А.В. Гайсин // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 2. – Ч. 1. – С. 114–117.
6. Васильченко Д.Д. Высокоэффективный метод борьбы с отложениями / Д.Д. Васильченко, М.А. Истомова // Проблемы современной науки и образования. – 2019. – С. 43–46.
7. Сюзев А.В. Комплексная методика подбора реагентов для удаления асфальтосмолопарафиновых отложений в механизированных нефтедобывающих скважинах / А.В. Сюзев, А.В. Лекомцев, Д.А. Мартюшев // Известия Томского политехнического университета. – 2018. – № 1. – Т. 329. – С. 15–24.

List of references:

1. Bardakov A.V. Modern methods of preventing the formation of asphalt-resin-paraffin deposits in wells at UTM fields / A.V. Bardakov // Young scientist. – 2022. – № 18(413). – P. 35–39.
2. Shikunov R.A. Methods of combating asphalt-resin-paraffin deposits (ARWD) / R.A. Shikunov // StudNet. – 2020. – № 12. – P. 1773–1784.
3. Ivanova I.K. Physico-chemical approaches to the selection of effective solvents for asphalt-resin-paraffin deposits. Candidate's thesis. – Yakutsk, 2019. – P. 36–41.
4. Leshkovihc N.M. Improving the effectiveness of combating paraffin deposits at the Anastasievsko-Troitskoye field using permanent magnetic field devices / N.M. Leshkovich // Science. Technic. Technologies. – 2020. – № 1. – P. 183–200.
5. Faresov A.V. Control of asphalt-resin-paraffin deposits in the oil and gas industry / A.V. Gaisin, A.V. Faresov // Readings of Bulatov. – 2018. – Vol. 2. – P. 114–117.
6. Vasilchenko D.D. A highly effective method of sediment control / D.D. Vasilchenko, M.A. Istomova // Problems of modern science and education. – 2019. – P. 43–46.
7. Suzev A.V. A comprehensive method for the selection of reagents for the removal of asphalt-resin-paraffin deposits in mechanized oil wells / A.V. Lekomcev, D.A. Martyshev, A.V. Suzev // Proceedings of Tomsk Polytechnic University. – 2018. – № 1. – Vol. 329. – P. 15–24.