ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

DOI: 10.15593/2224-9923/2014.10.12

УДК 665.666.002.8

© Коротаева С.В., 2014

ВОЗМОЖНЫЕ МЕТОДЫ И ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ (НА ПРИМЕРЕ АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ)

С.В. Коротаева

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

Предмет исследования – методы предотвращения появления отходов асфальтосмолопарафинистых отложений.

Цели исследования – изучить и систематизировать возможные методы предотвращения появления отходов асфальтосмолопарафинистых отложений, а также методы утилизации данного вида отхода, выявить наиболее рациональный из них, показать практическую значимость рационального использования существующих методов по предотвращению появления отходов асфальтосмолопарафинистых отложений, а также методов переработки отходов.

Практическое значение можно наблюдать на примере Уньвинского нефтяного месторождения. Образование отходов асфальтосмолопарафинистых отложений возможно при бурении скважин, а также в период эксплуатации при капитальном ремонте скважин и зачистке дренажной емкости. Данный вид отхода в большей степени парафинистый, поэтому метод предотвращения принят механический (скрепки). Рациональный подход к утилизации отходов асфальтосмолопарафинистых отложений – передача их специализированному предприятию, которое производит насыщение отходов нефтью.

Ключевые слова: структура, факторы, отложения, отходы асфальтосмолопарафинистых отложений, асфальтеновый, парафиновый, смешанный, предотвращение, технологии, методы, насыщение, сжигание, пиролиз, переработка, утилизация.

POSSIBLE METHODS AND WAYS OF WASTE DISPOSAL OIL INDUSTRY (THE CASE OF ASPHALT, RESIN, AND PARAFFIN DEPOSITS)

S.V. Korotaeva

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

Subject of research – methods of preventing the waste appearance of asphalt, resin, and paraffin deposits.

Objectives of the study – to examine and classify possible methods for preventing the waste appearance of asphalt, resin, and paraffin deposits, as well as methods to dispose of this type of waste, identify the most rational of them, show the practical importance of the rational use of existing methods to prevent the appearance waste of asphalt, resin, and paraffin deposits, as well as waste disposal.

Practical importance can be observed on example of the Unvinskoye oilfield. Formation of asphalt, resin, and paraffin deposits is possible during well drilling, as well as during the operation while workover and stripping tank drainage. This type of waste is waxier, so the mechanical method (clips) is adopted to prevent. Rational approach to waste management of asphalt, resin, and paraffin deposits is to transfer them to specialized enterprise that produces oil waste saturation.

Keywords: structure, factors, sediments, waste of asphalt resin and paraffin deposits, asphaltene, wax, mixed, prevention, technologies, methods, saturation, incineration, pyrolysis, recycling, utilization.

Все сферы человеческой жизнедеятельности оказывают определенное влияние на окружающую среду. При рассмотрении производственной сферы можно сказать, что результатом деятельности человека в этой сфере являются продукты, которые потеряли потребительские свойства, т.е. являются отходами. Виды отходов, как и их свойства, различны. Они способны разрушать недра земли, загрязнять водные объекты, атмосферный воздух, губить растительный и животный мир, поэтому в наше время ликвидация и обезвреживание отходов, а также использование безотходных процессов является актуальной темой. Все чаще производственные процессы направлены на уменьшение воздействия на окружающую среду. В нефтяной отрасли остаются побочные продукты, отходы, которые требуют определенного внимания.

Нефтяные отходы и нефтепродукты, попавшие в окружающую среду, являются токсичными и взрывопожароопасными загрязнителями. Наличие их ухудшает и без того сложную экологическую обстановку любого города и региона.

Нефтяные отходы являются экологически опасными веществами, которые при попадании в окружающую среду (в почву, водоемы) нарушают, угнетают и заставляют протекать иначе все жизненные процессы. Происходит подавление дыхательной активности и микробного самоочищения, изменяется соотношение между отдельными группами естественных микроорганизмов, угнетаются процессы азотфиксации, нитрификации и разрушения целлюлозы и т.д. Попадая в почву, отход увеличивает общее количество углерода, а в составе гумуса возрастает нерастворимый остаток, что является одной из причин ухудшения плодородия.

С увеличением потребления нефтепродуктов растет количество нефтяных отходов. Источниками нефтесодержащих загрязнителей являются различные

транспортные средства, пункты их обслуживания и ремонта, склады и пункты выдачи горюче-смазочных материалов (ГСМ), теплоэнергетические комплексы (ТЭК), объекты строительства и эксплуатации нефтедобывающей отрасли и прочие объекты. Кроме того, источником нефтяных отходов является каждая установка (котел, печь, газовая турбина, дизель и карбюраторный двигатель), сжигающая жидкое углеводородное топливо. Нефтяные отходы попадают в окружающую среду как в жидком, так и в газообразном состоянии, причем газообразные углеводородные загрязнители способны переноситься на значительные расстояния (до 2000–3000 км за 2–3 дня) и рассеиваться на огромные площади [1].

По существующим правилам нефтесодержащие воды и нефтяные отходы должны собираться и вывозиться для дальнейшей очистки, регенерации или утилизации в специально отведенных местах.

Асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО) являются непосредственно отходом в нефтепромышленной отрасли. Это тяжелые компоненты нефти, отлагающиеся на внутренней поверхности нефтепромышленного оборудования [2].

АСПО не является простой смесью асфальтенов, смол и парафинов, а представляют собой сложную структурированную систему с ярко выраженным ядром из асфальтенов и сорбционно-сольватным слоем из нефтяных смол (ССЕ). Асфальтосмолистые вещества (АСВ) представляют собой гетероциклические соединения сложного гибридного строения, в состав которых входят азот, сера, кислород и металлы (Fe, Mg, V, Ni, Ca, Ti, Mo, Cu, Cr и др.). До 98 % АСВ составляют ароматические и нафтеновые структуры [3].

Каркас структуры молекул смол и асфальтенов представляет собой углеводородный скелет, составляющий 70–90 % от общего веса молекул [4]. В генетически связанном ряду углеводороды – смолы – асфальтены наблюдается постепен-

ная тенденция обеднения водородом и обогащения углеродом, возрастает доля ароматических элементов структуры, повышается степень их конденсированности, снижается доля атомов углерода в периферийной части, повышается удельный вес атомов в центральном ядре молекул – полиядерной структуре с сильным преобладанием ароматических колец.

Смолы и асфальтены различаются также по содержанию азота и кислорода. В смолах в основном концентрируется кислород, а в асфальтенах азот [5].

В зависимости от природы нефти и содержания в ней твердых углеводородов, а также в зависимости от места отбора проб в состав отложений могут входить: парафины – 9–77 %; смолы – 5–30 %; асфальтены – 0,5–70,0 %; связанная нефть до 60 %; механические примеси – 1–10 %; вода – от долей до нескольких процентов; сера – до 2 %.

В зависимости от органических составляющих АСПО делят на три класса:

- 1) асфальтовый – $\Pi/(A + C) < 1$;
- 2) парафиновый – $\Pi/(A + C) > 1$;
- 3) смешанный – $\Pi/(A + C) \sim 1$,

где Π , A и C – содержание (мас.%) парафинов, смол и асфальтенов соответственно.

АСПО можно наблюдать в нескольких процессах:

– накопление в проточной части нефтепромышленного оборудования;

– образование на внутренней поверхности труб;

– АСПО осаждаются на металлических поверхностях промышленного оборудования [6, 7].

Известны две стадии образования и роста АСПО (табл. 1).

Первой стадией является зарождение центров кристаллизации и рост кристаллов парафина непосредственно на контактирующей с нефтью поверхности. На второй стадии происходит осаждение на покрытую парафином поверхность более крупных кристаллов.

АСПО, образовавшиеся в разных скважинах, отличаются друг от друга по химическому составу в зависимости от группового углеводородного состава нефтей, добываемых на этих скважинах. Но при всем возможном разнообразии составов для всех отложений установлено, что содержание в них асфальтосмолистого и парафинового компонентов будет обратно пропорционально по отношению друг к другу: чем больше в АСПО доля асфальтосмолистых веществ, тем меньше будет содержаться парафинов, что, в свою очередь, определится их соотношением в нефти. Такая особенность обуславливается характером взаимного влияния парафинов, смол и асфальтенов, находящихся в нефти до момента их выделения в отложения [8, 9, 10].

Таблица 1

Источники образования АСПО, факторы их развития

Источник образования отложений	Отложения	Факторы развития отложений
Зарожденный центр кристаллизации	Асфальто-смолопарафиновые отложения	Плотность, вязкость нефти
Выросшие кристаллы парафина непосредственно на контактирующей с нефтью поверхности		Перепад температуры
		Давление и газовый фактор
		Скорость течения
		Свойства поверхности
		Обводненность продукции
		Содержание в нефти смолистоасфальтовых веществ
		Компонентный состав нефти
		Время

Для рассмотрения образования нефтяных отходов, их утилизации на практике был произведен расчет образования АСПО при строительстве и обустройстве скважин кустовой площадки Уньвинского нефтяного месторождения (на стадии разработки проектной документации).

Для предотвращения образования АСПО в стволах скважин предусматриваются полуавтоматические механизмы депарафинизации скважин типа СДУ-80. При бурении скважин куста образование АСПО может происходить в процессе зачистки дренажной емкости. В период эксплуатации АСПО могут образовываться в результате капитального ремонта скважин и, так же как и в период бурения, при зачистке дренажной емкости. Расчет образования отходов представлен в табл. 2.

С целью снижения воздействия образовавшихся отходов на окружающую среду данные отходы утилизируют [11]. Согласно договору подрядной организации они передаются предприятию, которое способно утилизировать данный вид отходов. Согласно нормам и правилам

транспортировки отходы передаются организации с паспортом на вид отхода АСПО в определенном количестве, указанном в договоре.

Таблица 2

Расчет образования отходов в период строительства и эксплуатации

№ п/п	Наименование отхода	Кол-во нефтешлама, т/г
На период бурения скважин		
1	Шлам очистки трубопроводов и емкостей (бочек, контейнеров, цистерн, гидронагнаторов) от нефти	13,500
На период строительства и эксплуатации		
2	Отходы при добыче нефти и газа (АСПО, НЗГ)	1,062
3	Шлам очистки трубопроводов и емкостей (бочек, контейнеров, цистерн, гидронагнаторов) от нефти	0,162

Для того чтобы такой вид отхода, как АСПО не образовывался, предусматривают проведение работ по предупреждению образования отложений и их удалению (рис. 1).

Рис. 1. Борьба с АСПО

Недостатками физических и химических методов являются их высокая энергоемкость, электро- и пожароопасность, ненадежность и низкая эффективность применяемых технологий [12].

Механические методы значительно осложняются тем, что для их применения часто необходимы остановка работы скважины и предварительная подготовка поверхности труб [13].

Как метод предотвращения АСПО следует отдельно выделить применение гладких защитных покрытий из лаков, стекла и эмали. При перевозках, спуско-подъемных операциях и в скважинах нефтепроводы подвергаются значительным ударным, растягивающим, сжимающим, изгибающим и другим нагрузкам. Стеклоанное покрытие ввиду его хрупкости, значительной толщины и отсутствия сцепления с металлом трубы ненадежно и разрушается в процессе спуско-подъемных операций.

В основном применяют механические методы, реже химические.

Для предотвращения образования АСПО на Уньвинском месторождении были предусмотрены полуавтоматические механизмы депарафинизации скважин (механический метод). Образовавшиеся отходы в ходе ремонта скважин и

чистке дренажных емкостей были переданы на технологическую площадку, где технологией работ было предусмотрено их насыщение товарной нефтью и дальнейшее использование. Данное решение позволило избежать попадания опасных отходов в почву и в водные объекты, выбросы от источника загрязнения сведены к минимуму.

Примером одного из предприятий, которое может утилизировать, переработать и обезвредить данный вид отхода, является ООО «Природа-Пермь». Одной из технологий является насыщение АСПО товарной нефтью (технология микробиологической ремедиации). Технология уже введена на Ярино-Каменоложском нефтяном месторождении Пермского края.

На рис. 2 представлена схема основных возможных путей переработки и использования отходов АСПО.

В настоящее время известно, например, что в Татарстане для переработки нефтяных отходов СП «Татойлгаз» построило установку, по технологии которой отходы разделялись на воду и твердый шлам. Последний содержит до 5 % нефти, остальное – сухой черный порошок, который используется в качестве дорожного покрытия.

Рис. 2. Возможные пути переработки АСПО

Экспериментальные исследования показали, что использование нефтегрунта с АСПО и известью в определенных соотношениях позволяет получить гидроизоляционный материал для покрытия полигонов ТБО с высокими физико-химическими свойствами.

Данный вид отхода АСПО – перспективное сырье для вторичного использования на площадках скважин и в других производственных сферах. Разрабатываются новые схемы и технологии для переработки этого отхода, методы его вторичного использования, снижения его негативного воздействия на окружающую среду.

Изучая физико-химические свойства асфальтосмолопарафиновых отложений как отхода нефтедобывающей отрасли, можно убедиться в том, что это действительно опасные соединения, которые могут нанести огромный вред всем оболочкам земной поверхности [14].

В производственной деятельности, при изучении процесса добычи нефти можно убедиться, что при использовании полуавтоматических механизмов депарафинизации скважин количество отходов АСПО значительно уменьшается. Это можно

проследить на примере строительства скважин Уньвинского нефтяного месторождения. Отходы образуются только при зачистке дренажных емкостей и капитальном ремонте скважин [15].

Для того чтобы такой вид отхода, как АСПО не образовывался, предусматривают проведение работ по предупреждению образования отложений и их удалению. Проанализировав методы борьбы с образованием АСПО, выделив их положительные стороны и недостатки, можно сделать вывод, что наиболее часто используемые – это физические и механические способы для удаления АСПО. Рассматривая способы утилизации отходов, можно сказать, что большинство предприятий передают отход специализированным организациям, а не используют его в качестве вторичного сырья.

Переработка такого вида отхода – очень сложный процесс. Деятельность предприятий, занимающихся переработкой АСПО, в основном направлена на то, чтобы превратить данный вид отхода в товарную нефть и ее использовать снова. Однако возможно использовать АСПО и в других сферах.

Список литературы

1. Агаев С.Г., Гребнев А.Н. Влияние физико-химических свойств асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) на парафинизацию скважин // Нефть и Газ Западной Сибири: материалы всерос. науч.-техн. конф. – 2009. – 392 с.
2. Акулышин А.И. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 1989. – 462 с.
3. Горошко С.А. Влияние ингибиторов парафиноотложений на эффективность транспорта газового конденсата месторождения «Прибрежное»: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2003. – 236 с.
4. Ибрагимов Г.З., Сорокин В.А., Хисамутдинов Н.И. Химические реагенты для добычи нефти: справ. рабочего. – М.: Недра, 1986. – 240 с.
5. Иванова Л.В., Буров Е.А., Кошелев В.Н. Асфальтосмолопарафиновые отложения в процессах добычи, транспорта и хранения // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. – 2011. – № 1. – С. 268–270.
6. Кутасова Н., Романихин А., Борисова Л. Топливо и энергетика // Нефтегазовые технологии. – 2003. – № 1. – С. 103–106.
7. Лесин В.И. Магнитные депарафинизаторы нового поколения // Изобретения и рацпредложения в нефтегазовой промышленности: электрон. журн. – 2001. – № 1. – С. 18–20.
8. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти: учеб. пособие для вузов. – М.: Нефть и газ, 2003. – 816 с.
9. Эффективность действия на асфальтосмолопарафиновые отложения разных углеводородных композиций / Н.М. Нагимов, Р.К. Ишкаев, А.В. Шарифуллин, В.Г. Козин // Нефть России. Техника и разработка добычи нефти. – 2002. – № 2. – С. 68–70.
10. Нелюбов Д.В., Важенин Д.А., Петелин А.Н. Асфальтосмолопарафиновые отложения Аганского месторождения // Нефтехимия. – 2011. – № 6. – С. 189–192.
11. Ручкина О.И., Вайсман Я.И. Экологическая безопасность предприятий нефтедобывающего комплекса (система управления нефтеотходами) // Инженерная экология. – 2003. – № 2. – С. 15–26.

12. Сорокин С.А., Хавкин С.А. Особенности физико-химического механизма образования АСПО в скважинах // Бурение и нефть. – 2007. – № 10. – С. 30–31.
13. Тетельмин В.В., Язев В.А. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: Интеллект, 2009. – 352 с.
14. Трухонин Н.А. Асфальтосмолопарафиновые отложения // Региональная корпоративная газета. – 2007. – Декабрь. – № 24 (223).
15. Шайдаков В.В. Технические средства борьбы с АСПО [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.km.ru> (дата обращения: 11.04.2006).

References

1. Agaev S.G., Grebnev A.N. Vliianie fiziko-khimicheskikh svoystv asfal'tosmoloparafinykh otlozhenii (ASPO) na parafinizatsiiu skvazhin [Influence of physico-chemical properties of asphalt, resin, and paraffin deposits (ASPO) on wells waxing]. *Materialy vsrossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii "Nef't' i Gaz Zapadnoi Sibiri"*, 2009. 392 p.
2. Akul'shin A.I. Ekspluatatsiia nef'tianykh i gazovykh skvazhin [Exploitation of oil and gas wells]. Moscow: Nedra, 1989. 462 p.
3. Goroshko S.A. Vliianie ingibitorov parafinootlozhenii na effektivnost' transporta gazovogo kondensata mestorozhdeniia "Pribrezhnoe" [Effect of inhibitors on paraffin deposits on the transport efficiency of gas condensate deposit "coastal"], abstract thesis of the candidate of the technical sciences. Krasnodar, 2003. 236 p.
4. Ibragimov G.Z., Sorokin V.A., Khisamutdinov N.I. Khimicheskie reagenty dlia dobychi nef'ti: spravochnik rabochego [Chemical reagents for oil production: the working directory]. Moscow: Nedra, 1986. 240 p.
5. Ivanova L.V., Burov E.A., Koshelev V.N. Asfal'tosmoloparafinye otlozheniia v protsessakh dobychi, transporta i khraneniia [Asphalt, resin, and paraffin deposits in the processes of extraction, transport and storage]. *Nef'tegazovoe delo*, 2011, no. 1, pp. 268–270.
6. Kutasova N., Romanikhin A., Borisova L. Toplivo i energetika [Fuel and energy]. *Nef'tegazovye tekhnologii*, 2003, no. 1, pp. 103–106.
7. Lesin V.I. Magnitnye deparafinizatory novogo pokoleniia [Magnetic dewaxer new generation]. *Izobreteniia i ratspredlozheniia v nef'tegazovoi promyshlennosti*, 2001, no. 1, pp. 18–20.
8. Mishchenko I.T. Skvazhinnaia dobycha nef'ti [The downhole Oil Production]. Moscow: Nef't' i gaz, 2003. 816 p.
9. Nagimov N.M., Ishkaev R.K., Sharifullin A.V., Kozin V.G. Effektivnost' deistviia na asfal'tosmoloparafinye otlozheniia raznykh uglevodorodnykh kompozitov [Effectiveness of the action on asphalt, resin, and paraffin deposits of different hydrocarbon composites]. *Nef't' Rossii. Tekhnika i razrabotka dobychi nef'ti*, 2002, no. 2, pp. 68–70.
10. Neliubov D.V., Vazhenin D.A., Petelin A.N. Asfal'tosmoloparafinye otlozheniia Aganskogo mestorozhdeniia [Asphalt, resin, and paraffin deposits of Aganskoye field]. *Nef'tekhimiia*, 2011, no. 6, pp. 189–192.
11. Ruchkina O.I., Vaisman Ia.I. Ekologicheskaiia bezopasnost' predpriiatiu nef'tedobyvaiushchego kompleksa (sistema upravleniia nef'teotkhodami) [Environmental security enterprises oil production complex (management system of oil wastes)]. *Inzhenernaia ekologiia*, 2003, no. 2, pp. 15–26.
12. Sorokin S.A., Khavkin S.A. Osobennosti fiziko-khimicheskogo mekhanizma obrazovaniia ASPO v skvazhinakh [Features of the physico-chemical mechanism of ASPO in wells]. *Burenie i nef't'*, 2007, no. 10, pp. 30–31.
13. Tetel'min V.V., Iazev V.A. Zashchita okruzhaiushchei sredy v nef'tegazovom komplekse [Environmental protection in the oil and gas complex]. Moscow: Intellekt, 2009. 352 p.
14. Trukhonin N.A. Asfal'tosmoloparafinye otlozheniia [Asphalt, resin, and paraffin deposits]. *Regional'naiia korporativnaia gazeta*, 2007, no. 24 (223).
15. Shaidakov V.V. Tekhnicheskie sredstva bor'by s ASPO [Technical means of dealing with ASPO]. available at: <http://www.km.ru>. (accessed 11 April 2006).

Об авторе

Коротаева Светлана Владимировна (Пермь, Россия) – Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29; e-mail: oxota.05@mail.ru).

About the author

Svetlana V. Korotaeva (Perm, Russian Federation) – Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolskiy ave., 29; e-mail: oxota.05@mail.ru).

Получено 05.02.2014