

УДАЛЕНИЕ АСПО СО СТЕНОК НЕФТЕПРОВОДОВ МАЛОГО ДИАМЕТРА

Сентюрова М. В., Демьянова Н. А.,
научный руководитель канд. техн. наук Надежкин И. В.
Сибирский Федеральный университет

Недра Восточной Сибири обладают огромными запасами углеводородов и в 2009 году открыта эксплуатация крупнейшего Ванкорского месторождения. В условиях крайнего севера по-новому встаёт вопрос экономически-выгодной и одновременно разумной добычи сырья, существует необходимость транспортировки нефти с мест добычи к местам потребления. В этих условиях наиболее эффективным способом является трубопроводная перекачка.

Одной из актуальных проблем при обслуживании нефтепроводов, с которой сталкиваются нефтяные компании, является проблема отложений АСПО (асфальтосмолопарафиновые отложения) в трубопроводах.

Отложения в трубопроводах могут вызвать замедление транспорта или даже закупорку трубопровода, разрывы или трещины трубопровода могут иметь катастрофические последствия.

На практике для предупреждения и удаления АСПО применяются различные методы. Среди них наиболее распространенными являются механические, химические и тепловые. Очистка от АСПО различными способами отличается затратами, полнотой очистки и эффективностью. Таким образом, основной задачей является выявление наиболее эффективного и экономически выгодного способа удаления АСПО.

Факторы, влияющие на образование АСПО

На интенсивность образования АСПО в системе транспорта нефтепродуктов влияет ряд факторов, основными из которых являются:

- Шероховатость стенок и наличие в системе твердых примесей
- Изменение скоростей движения жидкостей
- Снижение температуры и давления по длине трубных систем
- Интенсивное газовыделение

Методы борьбы с АСПО

Борьба с АСПО предусматривает проведение работ по двум направлениям. Во-первых, по предупреждению (замедлению) образования отложений. К таким мероприятиям относятся: применение гладких (защитных) покрытий; химические методы (смачивающие, модификаторы, депрессаторы, диспергаторы); физические методы (вибрационные, ультразвуковые, воздействие электрических и электромагнитных полей). Второе направление – удаление АСПО. Это тепловые методы (промывка горячей нефтью или водой в качестве теплоносителя, острый пар, электропечи, индукционные подогреватели, реагенты при взаимодействии с которыми протекают экзотермические реакции); механические методы (скребки, скребки-центраторы); химические (растворители и удалители).

В данной работе мы предлагаем использовать комбинированный механо-химический метод по восстановлению производительности нефтепроводов малых диаметров, основанного на использовании моющего раствора и последующем вытеснении размягченных отложений очистными устройствами различной конструкции.

В качестве моющего раствора для растворения АСПО используется отработанное моторное масло с добавлением толуола.

Для моделирования процесса удаления АСПО со стенок нефтепроводов использовалось отработанное масло Mobil Delvac MX 15W-40, технический парафин, толуол, присадка ПАВ (сополимер этилена с винилацетатом, $M=30000$ а.е.м.), представленная для опытов С.Н. Челинцевым, профессором кафедры «Нефтепродуктообеспечения и газоснабжения» РГУ им. И.М. Губкина.

В лабораторных условиях эффективность разрушения парафина моющим веществом определяется гравиметрическим методом следующим образом (Патент Российской Федерации 2160757). Образец парафина нагревают до температуры размягчения. Из образовавшейся массы формируют образец цилиндрической формы $d=13$ мм и $h=16$ мм, охлаждают до застывания, затем помещают в заранее взвешенную корзиночку из латунной сетки с размером $1,5 \times 1,5$ мм. Вес образца в пределах $1,4-1,65$ г. Корзиночку с парафином вновь взвешивают и находят массу навески с точностью $0 \pm 0,05$ г. Корзиночку с навеской парафина помещают в стеклянный цилиндр, куда добавляют 100мл испытуемого состава. Режим статический, продолжительность растворения – 1,5 часа. По истечению 1,5 часов корзиночку с оставшимся в ней парафином вынимают и высушивают. Находят массу парафина после эксперимента. Эффективность удаления парафина рассчитывают по формуле, в мас. %:

$$\Xi = (M_1 - M_2) / M_1 \cdot 100, (\%) \quad (1)$$

где M_1 – масса парафина взятого на эксперимент, г;

M_2 – масса остатка парафина в корзиночке после эксперимента, г.

Выбор технического парафина в качестве модели обусловлен тем, что АСПО состоит преимущественно из смеси парафино-нафтеновых углеводородов и смолисто-асфальтеновых веществ.

Температура плавления парафина была определена экспериментально и составила 60°C .

Наиболее оптимальная концентрация толуола была определена в лабораторных условиях. Использовались следующие процентные концентрации толуола в масле: 5%, 15%, 25% при температуре 20 и 40°C .

На рисунках 1, 2 представлены совмещенные графики, показывающие эффективность растворения парафина при температурах 20 и 40°C соответственно при разных концентрациях толуола.

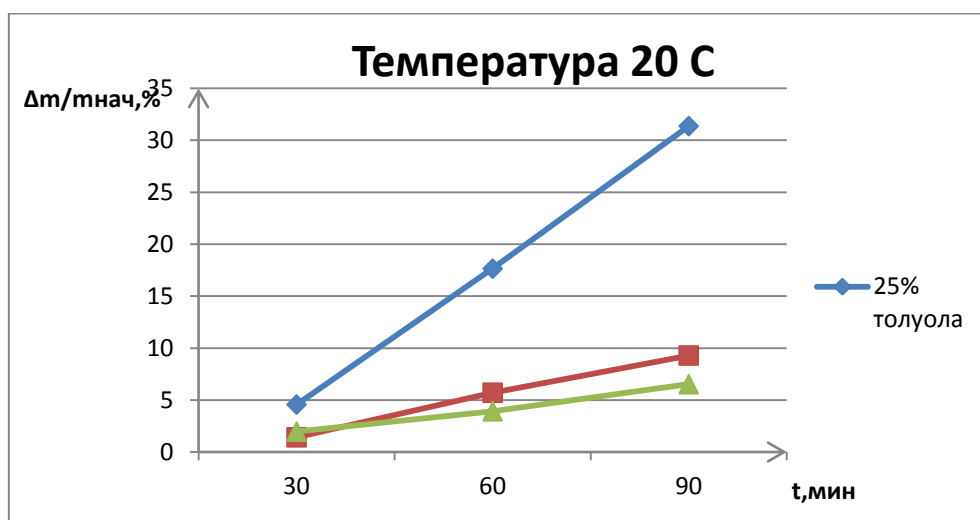


Рисунок 1. Эффективность удаления парафина при концентрации толуола 5%, 15%, 25% и температуре испытания 20°C

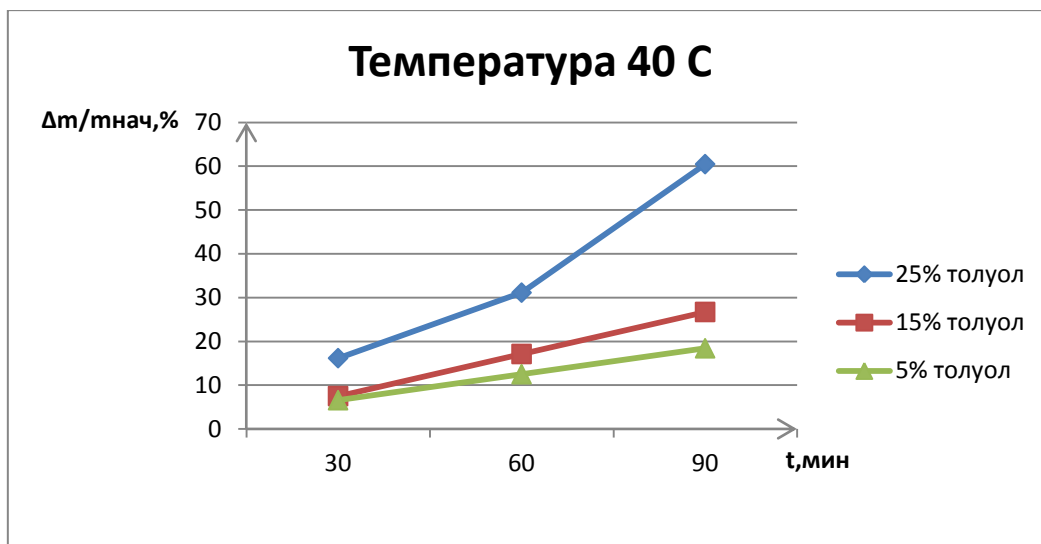


Рисунок 2. Эффективность удаления парафина при концентрации толуола 5%, 15%, 25% и температуре испытания 40⁰С

Из сравнительного анализа графиков, представленных на рисунках 1, 2 видно, что наиболее эффективное растворение парафина происходит при температуре 40С и содержании толуола 25%. Но так как толуол является достаточно дорогим растворителем для применения его в больших количествах, то мы рекомендуем использовать 15% раствор толуола в масле, даже это содержание дает высокие результаты.

В качестве дополнительно эксперимента (для получения наиболее полного растворения) в данный 15% раствор - моющее средство можно добавить присадку (концентрация присадки 1% от массы раствора).

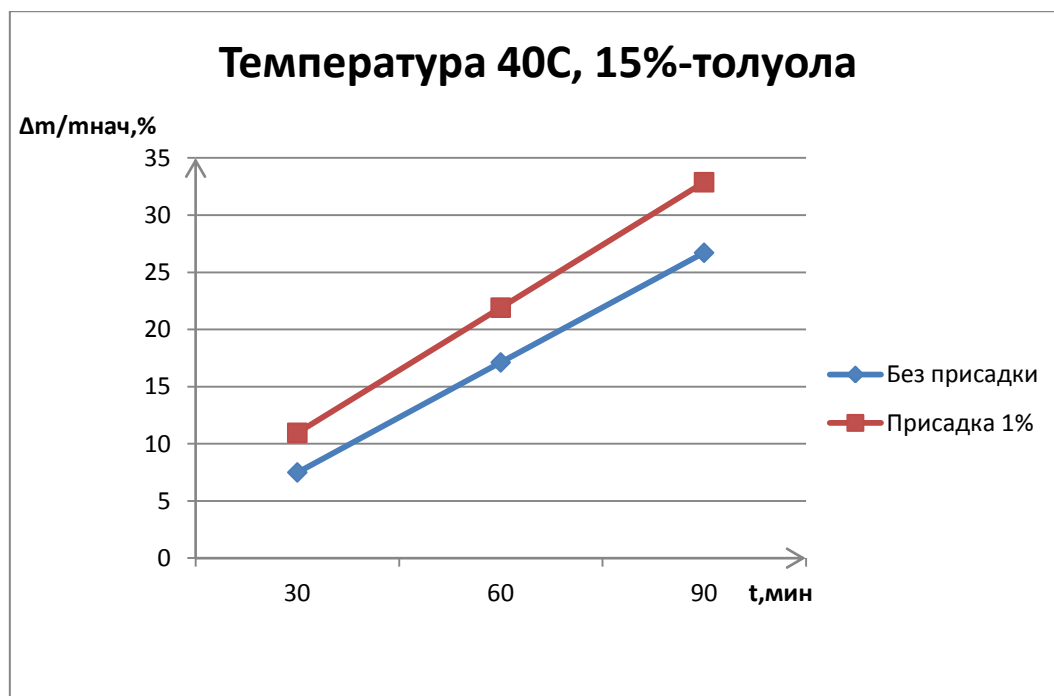


Рисунок 3. Эффективность удаления парафина при концентрации толуола 15% и температуре испытания 40⁰С с добавлением присадки

Из рисунка 3 видно, что лучшее растворение парафина происходит с применением присадки. Например, в точке соответствующей 30 минутам, эффективность растворения увеличивается на 3,49% (без применения присадки – 7,5% растворение парафина; с присадкой – 10,96%).

Вторым - завершающим этапом очищения трубопровода после применения моющего раствора, является использование механических средств удаления АСПО.

В качестве очистных устройств используются скребки.

Скребок вводится в трубопровод и, продвигаясь вместе с потоком нефти, очистными элементами разрушает парафинистые отложения на внутренней поверхности трубопровода, которые уносятся потоком нефти. Частота пропуска скребка определяется технико-экономическим расчётом и обуславливается содержанием парафина в нефти и температурным режимом трубопровода.

В данной работе, в качестве примера, мы предлагаем использовать скребок "ОУ-П-ДС-Т-М", представленный на рисунке 4 (сертификат соответствия ГОСТ Р № РОСС RU.АЯ36.Н24969). Очистные устройства с полиуретановыми дисками "ОУ-П-ДС-Т-М" предназначены для очистки поверхности трубопроводов диаметром от 159 до 1420 мм от асфальтосмолистых и грязепарафиновых отложений, вытеснения продукта и инородных предметов.

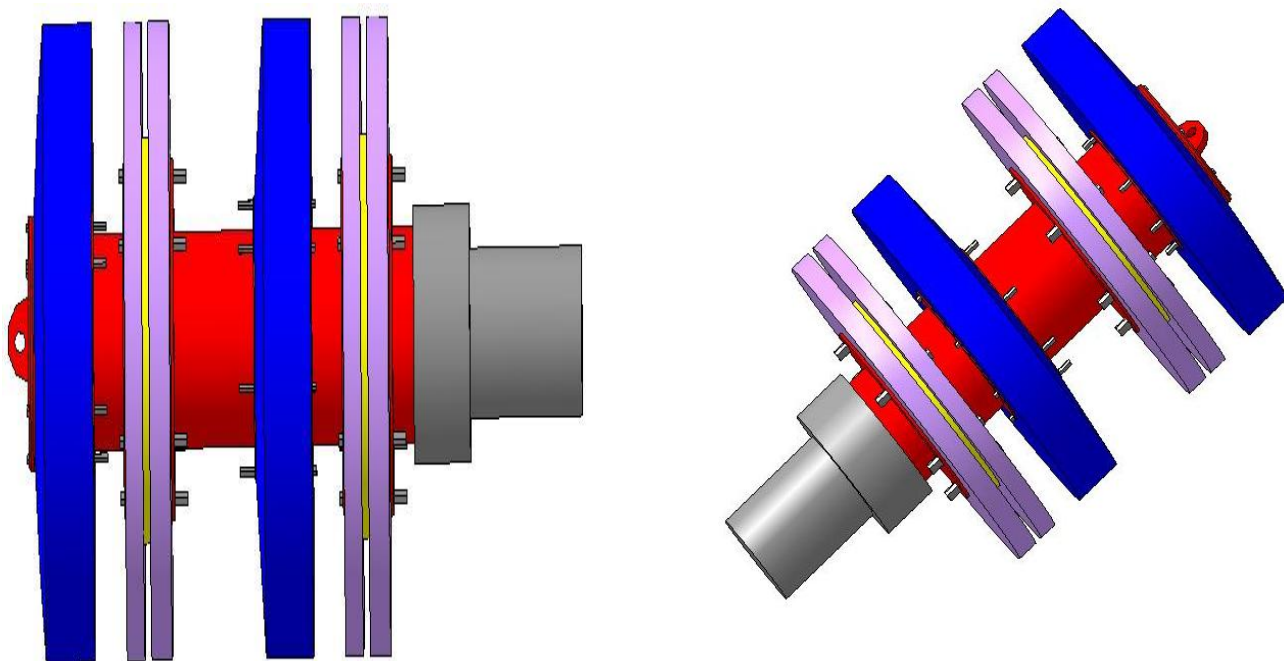


Рисунок 4. Скребок "ОУ-П-ДС-Т-М"

Использование механо-химического метода с применением мощного средства на основе отработанного масла с добавлением толуола, в качестве растворителя, является достаточно эффективным способом удаления АСПО, что было доказано в ходе лабораторных исследований.

Данный метод универсален и может комбинироваться с другими методами очистки, рекомендуется применять для удаления АСПО с длительно неочищенных нефтепроводов малого диаметра.

Также к достоинствам данного метода можно отнести использование отработанного моторного масла. Что позволяет получить дополнительный экономический эффект от отработанного сырья.