

МЕТОД БОРЬБЫ С ПАРАФИНИЗАЦИЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНЫХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Пургин Б. Н., магистрант; Бычков Е. В., доцент, к. т. н.

(Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия)

Опыт эксплуатации нефтепроводов показал, что их проектная производительность может значительно снижаться (до 15-40 %) за счет отложения в них асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) [1]. В настоящее время основными мероприятиями по предотвращению парафинизации нефтепроводов являются применение механических и химических методов очистки нефтепроводов. Однако эти методы требуют значительных затрат и не всегда дают требуемый эффект.

Практика показывает, что омагничивание существенно уменьшает скорость образования АСПО на внутренней поверхности трубопровода, следовательно, компоненты АСПО уносятся с потоком добываемого продукта. Это возможно, если магнитное поле приводит к активной кристаллизации компонентов АСПО в объеме продукта, а не на границе раздела: жидкость-твердое тело. Главную роль в объемной кристаллизации играют ферромагнитные и парамагнитные компоненты продукта, как в молекулярной, так и в ионной форме.

В самом продукте концентрация ферромагнетиков мала, но достаточна, чтобы в магнитном поле индуктора они, обладая большими магнитными моментами и магнитной восприимчивостью, легко ориентируясь в магнитном поле, становились центрами кристаллизации компонентов АСПО. Величина магнитного поля и время взаимодействия определяются в первую очередь вязкостью флюида: чем больше вязкость, тем большее поле и время (иногда только время) необходимы для кристаллизации в объеме продукта.

В растворах парамагнетиков при омагничивании появляется большее число мелких «затравок» кристаллизации именно в объеме. С ростом напряженности поля от 0 до 400000 А/м размер кристаллов карбоната кальция уменьшается примерно в 4 раза, а число их возрастает в 6 раз [2].

Таким образом, для уменьшения отложений асфальтенов, смол и парафинов на стенках трубопровода необходимо воздействием магнитного поля вызвать интенсивную их кристаллизацию в объеме транспортируемого продукта, а не на границе раздела жидкость-металл.

Установлено, что под действием постоянного электрического поля максимумы на зависимости скорости зарождения центров кристаллизации от температуры смещаются в сторону более низких температур. С увеличением электрической проводимости вещества влияние поля снижается. Эффект воздействия переменного магнитного поля на образование центров кристаллизации зависит от его частоты. Так, с её увеличением от 50 до 10000 Гц темп сдвига максимумов в область низких температур вначале растет, а затем убывает. Постоянное магнитное поле оказывает ориентирующее действие на молекулы жидко-

сти. Установлено, что магнитное поле уменьшает скорость образования зародышей и сдвигает кривую их зарождения в область более низких температур подобно постоянному электрическому полю. Переменное магнитное поле повышает число центров кристаллизации во всем температурном интервале. После образования в переохлажденной или пересыщенной системе частиц (зародышей), размер которых превышает критический, они начинают расти, превращаясь в частицы видимого размера.

В течение длительного времени проводились лабораторные, стендовые и промышленные испытания по предотвращению отложений парафина в нефтепроводах при помощи магнитных и электромагнитных полей.

В лабораторных условиях исследования проводились на кафедре ПЭМГ УГТУ [3], на установке, приведенной на рисунке 1.

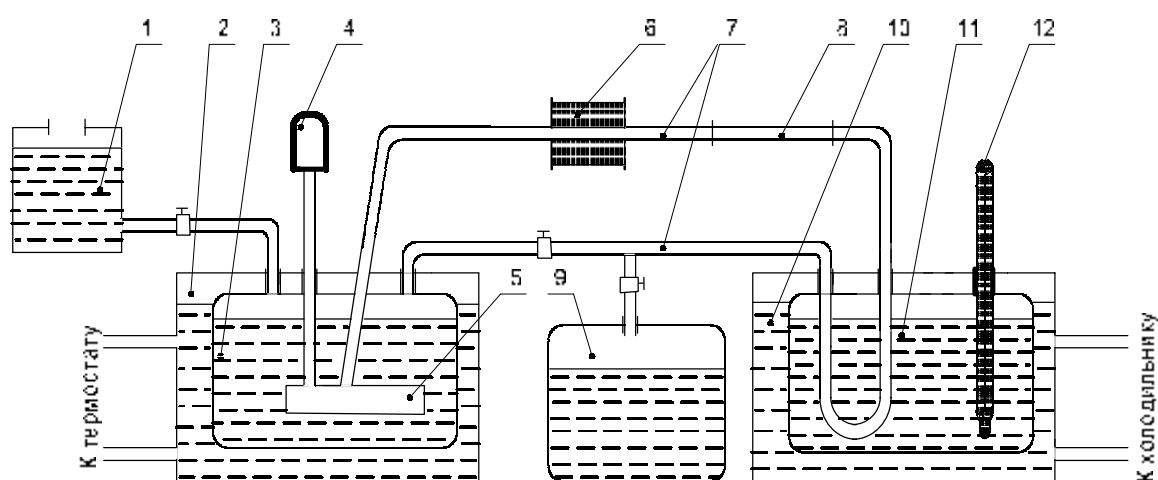


Рисунок 1 – Лабораторная установка для изучения влияния магнитных и электромагнитных полей на интенсивность отложений парафина: 1 – емкость для нефти; 2 – термостат; 3 – термостатируемый сосуд; 4 – электродвигатель; 5 – насос; 6 – катушка индуктивности (постоянный магнит); 7 – система трубок; 8 – индикатор отложений; 9 – сливная ёмкость; 10 – холодильник; 11 – охлаждаемый сосуд; 12 – термометр

Сущность лабораторных исследований заключалась в следующем.

Исследуемую нефть при различных температурах прокачивали по системе медных трубок 7 через магнитное (электромагнитное) поле, создаваемое постоянным или переменным магнитом (электромагнитом) 6 через индикаторную трубку 8 из такой же медной трубки, что и система медных трубок. Индикаторная трубка до исследований взвешивалась на лабораторных весах с точностью до 0,01 г. При исследовании фиксировали скорость движения нефти, температуру перекачиваемой нефти, напряженность магнитного или электромагнитного поля. Время перекачки нефти при воздействии на неё полями и без воздействия было постоянным для одного опыта. После прокачки нефти по индикаторной трубке её снимали, просушивали до испарения жидкой нефти и взвешивали сна весах с точностью до 0,01 г.

Варьируя время прокачки нефти, скорость прокачки, напряженность электромагнитного (магнитного) поля, находили оптимальные параметры обработки, когда отложения в индикаторной трубке отсутствовали.

По полученным оптимальным параметрам были сконструированы опытные образцы магнитных и электромагнитных аппаратов, которые испытывали на промысловых трубопроводах.

Проведенные работы позволяют сделать следующие выводы:

1. Применение магнитных и электромагнитных полей для предотвращения отложений парафина весьма эффективно. Получены положительные технологические и экономические показатели применения магнитной обработки на различных месторождениях нефти.

2. Подтверждены возможности практического использования постоянного магнитного поля как одного из самых дешевых, экологически чистых и достаточно эффективных средств защиты оборудования от АСПО.

3. Магнитные и электромагнитные устройства могут найти широкое применение с целью предотвращения отложений парафина в насосно-компрессорных трубах добывающих скважин, в выкидных линиях, в промысловых, межпромысловых и магистральных нефтепроводах и в оборудовании.

4. Для каждого конкретного случая (перекачиваемой нефти) необходимо определить оптимальные параметры обработки (время обработки, напряженность магнитного или электромагнитного поля, температуру перекачиваемой нефти).

В настоящее время разработаны малогабаритные высокоградиентные магнитные индукторы обработки нефти на основе постоянных магнитов неодим-железо-бор и самарий-кобальт. Использование их позволило создать малогабаритные индукторы с проходным диаметром, равным диаметру трубопроводов, на которых они устанавливаются в разрез трубопровода, что значительно повышает эффект обработки. В дальнейшем наиболее перспективным представляется использование электромагнитных индукторов, которые имеют ряд преимуществ перед индукторами на постоянных магнитах:

- большая долговечность;
- меньшие размеры;
- возможность регулирования магнитного потока.

Перечень ссылок

1. Арменский Е. А., Новоселов В. Ф. Парафинизация трубопроводов. – Уфа, Башкирский государственный университет, 1997.

2. Бородин В. И. и др. Результаты использования магнитных индукторов обработки нефти при добыче и транспорте нефти // Техника и технология добычи нефти. – 2004. – № 4.

3. Жуйко П. В. Опыт применения электромагнитных и магнитных полей для предотвращения отложений парафина в нефтепроводе / П. В. Жуйко, О. А. Новикова, Н. П. Маслов // В сб. Техногеофизика – новые технологии извлечения минерально-сырьевых ресурсов в XXI веке / I Всероссийская геофизическая конференция-ярмарка (Ухта, окт. 2002 г.). – Ухта, 2002. – С. 221-222.