

сел, основанные как на структурных характеристиках молекул смеси, так и на легко определяемых физико-химических свойствах. Анализ методов расчета и межмолекулярного взаимодействия компонентов смеси позволил предложить подходы к разработке перспективных рецептур октаноповышающих добавок.

## Моделирование процессов перемешивания нефти в резервуаре

А.А. Крутей

Научный руководитель – к.х.н., доцент Е.В. Бешагина

*Томский политехнический университет*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, alex\_krutey@mail.ru*

Основной проблемой при эксплуатации нефтяных резервуаров являются нефтяные (донные) отложения, накапливающиеся со временем на дне резервуара. Донные отложения уменьшают полезную емкость резервуара, поэтому проблема их размыва становится актуальной и требует рационального решения. Для решения этой проблемы существует целый ряд специальных методов, но в данной работе представлены два наиболее эффективных – это использование размывочных и перемешивающих устройств и применение ингибиторов по предотвращению асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО).

Целью работы являлось исследование накопления нефтяных отложений в резервуарах и моделирование этого процесса с использованием комплекса Flow Vision с добавлением ингибиторов в высокопарафинистую нефть (табл. 1) и без него.

Первый этап заключался в подборе эффективного ингибитора предотвращения АСПО. Для этого использовали установку по подбору эффективного ингибитора парафиноотложений в основе которой лежит метод «холодного стержня». Испытания присадок проводились на мо-

**Таблица 1.** Основные свойства нефти

| Характеристики                                        | Шифр месторождения |
|-------------------------------------------------------|--------------------|
|                                                       | НМ1                |
| Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>                | 0,831              |
| Вязкость кинематическая при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с | 4,69               |
| Массовое содержание, % парафинов                      | 6,4                |
| Температура застывания,                               | +8,4               |

**Таблица 2.** Результаты исследования эффективности депрессорных присадок

| Ингибиторы АСПО и их смеси | Эффективность ингибиторов и смесей при их разном расходе, % |         |         |         |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
|                            | 50 г/т                                                      | 100 г/т | 250 г/т | 500 г/т |
| ЭКС-2 + ДТМСн 30 : 70      | 73,5                                                        | 60,4    | 62,1    | 63,4    |
| DTM-30 + ДТМСн 70 : 30     | 60,3                                                        | 59,4    | 66,8    | 75,2    |
| ЭКС-2 + ДТМСн 70 : 30      | 57,1                                                        | 52,0    | 52,1    | 50      |

дельной смеси, состоящей из 10% раствора парафина в авиационном керосине. Результаты эксперимента приведены в табл. 2.

Установлено, что наиболее эффективной является композиция ЭКС-2+ДТМСн 30:70, так как степень ингибирования составляет 73,5%, при минимальных расходах ингибитора 50 г/т.

Вторым этапом являлось создание геометрической модели резервуара с применением программы Simulia Abaqus, которую далее импортировали в программу для расчета гидродинамических характеристик потока Flow Vision.

Установлено, что добавление эффективной депрессорной присадки и использование устройства «Тайфун» позволяет интенсифицировать процесс размыва донных отложений на 40% за счет снижения вязкости исследуемой нефти, активного перемешивания содержимого резервуара и высокой скорости струи жидкости.

В заключении можно сделать выводы, что полученные модели и расчеты позволяют спрогнозировать вероятность и интенсивность нефтепарафиновых отложений в резервуарах, эффективность размывных устройств, и на основании полученных результатов принять своевременные меры по предотвращению накопления донных отложений.

### Список литературы

1. Лукьянова И.Э. Теоретические основы совершенствования методов расчета стальных вертикальных резервуаров с понтонами: Автореферат. Дис. ... докт. техн. наук.– Уфа, 2010.– 44 с.
2. Beshagina E.V., Loskutova Y.V., Yudina N.V., Krutey A.A. Paraffin Blockage Specificsin Model Petroliferous Systems // Procedia Chemistry, 2014.– Vol.10.– P.229–235.