

УДК 544.77.052.21

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ИНГИБИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ  
АСФАЛЬТЕНОВЫХ АГРЕГАТОВ СМЕСЯМИ-ИНГИБИТОРАМИ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ  
НЕФТЯНЫХ СМОЛ**

А.Д. Стреляев, К.Б. Кривцова

Научный руководитель: н.с., инженер К.Б. Кривцова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: strelyaev.artiom@gmail.com

**INVESTIGATION OF INHIBITION MECHANISMS OF ASPHALTENE AGGREGATES  
SEDIMENTATION INITIATED BY INHIBITORY MIXTURES BASED ON NATURAL PETROLEUM  
RESINS**

A.D. Strelyayev, K.B. Krivtsova

Scientific Supervisor: researcher, engineer DCE SESE K.B. Krivtsova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: strelyaev.artiom@gmail.com

***Abstract.** In this paper we consider the inhibition effect of two natural oil resins fractions as individual components and also as a mixture of them. We researched the component compositions of the samples by using “hot” Golde method. In conclusion we reveal the presumable mechanism of asphaltene aggregates formation inhibition process initiated by natural oil components.*

**Введение.** Глубокое истощение запасов лёгких нефтей ставит перед нефтехимиками задачу вовлечения в переработку нетрадиционных источников углеводородов, к которым относят тяжёлые, высоковязкие нефти и природные битумы. Основная проблема в добыче, транспортировке и переработке данного типа углеводородного сырья заключается в образовании большого количества асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) преимущественно асфальтенового типа. Главным способом борьбы с такими отложениями являются методы, направленные на удаление или предотвращения появления АСПО парафинового типа. Большое количество применяемых для этого способов являются неэффективным в отношении асфальтеновых отложений [1].

Ведущие исследования показывают возможность применения различного типа природных или искусственных компонентов, способных оказывать ингибирующее воздействие на образование асфальтеновых агрегатов. В качестве естественных используются различные кислоты растительного происхождения [2], которые входят в состав масел и обладают выраженным ингибирующим эффектом. Механизм ингибирования основан на кислотно-основных взаимодействиях, в процессе которого уменьшаются размеры асфальтеновых частиц и не происходит образование агрегатов. В роли искусственных компонентов выступают полимеры различной структуры [3]. В ходе моделирования методами молекулярной динамики было показано большое влияние образования водородных связей

между молекулами асфальтенов и полимера. Однако, большое количество донорно-акцепторных взаимодействий может привести к снижению эффективности применяемого полимера.

Целью работы является исследование механизма ингибирования процессов осаждения асфальтеновых агрегатов с помощью смесей-ингибиторов на основе природных нефтяных смол при нарушении коллоидной устойчивости нефтяной дисперсной системы при введении избытка лёгкого растворителя.

**Экспериментальная часть.** В качестве объектов исследования были выбраны два образца тяжёлой нефти, физико-химические свойства которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели объектов исследования

Показатели	Поселковая нефть	Усинская нефть
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	917,60	966,70
Кинематическая вязкость при 50 °С, мм <sup>2</sup> /с	47,24	827,0
Компонентный состав, % мас.		
асфальтенов	1,08	14,56
бензоловых смол	4,37	9,57
спирт-бензоловых смол	3,45	15,52
масел	89,74	58,72

В ходе проведения эксперимента было разработано три линейки смесей. Из исходного сырья были выделены последовательной экстракцией в аппарате Сокслета две фракции смол (бензоловые и спирт-бензоловые). Смесь 1 готовилась на основе исходной нефти с добавлением бензоловых смол, увеличивая массовую концентрацию компонента с увеличением индекса после точки на постоянное значение. Смесь 2 готовилась на основе исходной нефти с добавлением спирт-бензоловых смол, увеличивая массовую концентрацию компонента с увеличением индекса после точки аналогично смеси 1. Смесь 3 представляет собой смесь двух фракций смол, добавленных к исходной нефти. После чего проводили определение компонентного состава образцов «горячим» методом Гольде.

**Результаты.** Результаты компонентного состава представлены на рисунке 1. Значения содержания масел не представлены ввиду меньшей информативности изображения.

Данные компонентного состава свидетельствуют о достаточно высокой ингибирующей способности природных нефтяных смол в определённых концентрациях. Это означает, что большую роль оказывает соотношение содержания различных компонентов в нефтяной дисперсной системе. Стоит отметить, что для Поселковой нефти с менее высоким начальным содержанием, больший ингибирующий эффект оказывает добавление смеси двух фракций смол в малых концентрационных количествах. Для Усинской нефти с высоким начальным содержанием асфальтенов наибольший ингибирующий эффект оказывает добавление бензоловых смол в малом концентрационном соотношении. Стоит сказать о происходящем перераспределении компонентов в системе, которое особо заметно для родственных групп соединений (асфальтены и бензоловые смолы). Так, в большинстве случаев снижается количество выделенных бензоловых смол при уменьшении количества выделенных асфальтенов, что свидетельствует о возможном механизме взаимного растворения данных компонентов друг в друге.

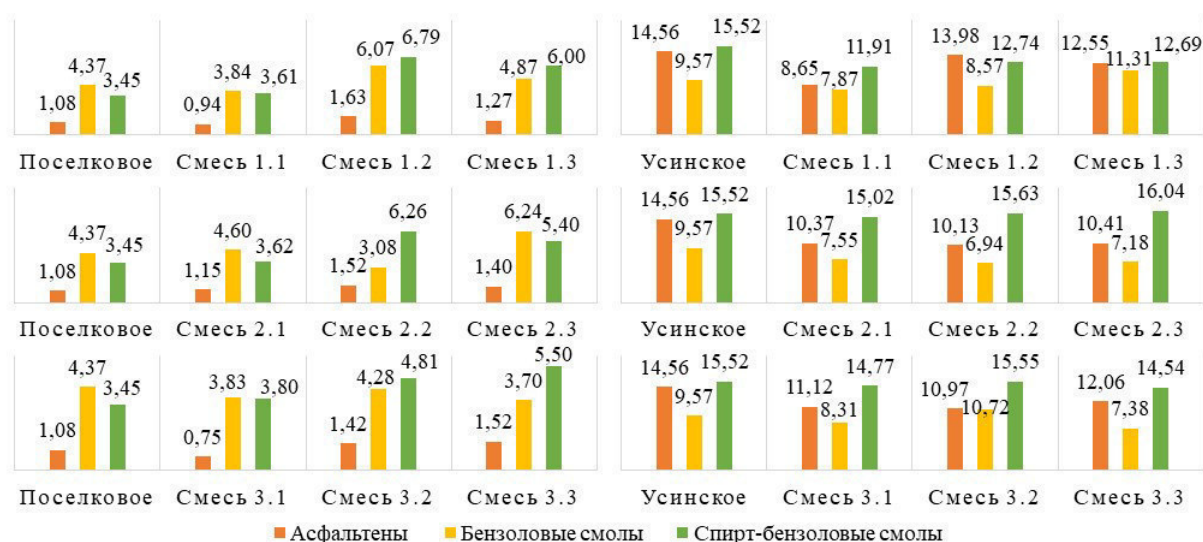


Рис. 1. Компонентный состав исследуемых образцов

**Заключение.** В ходе проведения экспериментального исследования сделан вывод о пригодности использования природных нефтяных смол в качестве ингибирующего агента образования асфальтеновых отложений. Возможный механизм ингибирования может быть основан на процессах гомолитических переходов родственных компонентов и их взаимном растворении. Данный факт повышает устойчивость нефтяной дисперсной системы, что приводит к снижению количества выделенных асфальтенов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валиев Д.З., Кемалов А.Ф., Кемалов Р.А. Анализ современного состояния проблемы предотвращения образования и утилизации отложений асфальтосмолопарафиновых веществ в нефтяной отрасли // Экспозиция Нефть Газ. – 2019. - №2 (69). – С. 103-108.
2. Alrashidi H., Afra S., Nasr-El-Din H.A. Application of natural fatty acids as asphaltene solvents with inhibition and dispersion effects: A mechanistic study // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2019. – V. 172. – P. 724-730.
3. Lowry E., Sedghi M., Goual L. Polymers for asphaltene dispersion: Interaction mechanisms and molecular design considerations // Journal of Molecular Liquids. – 2017. – V. 230. – P. 589-599.