

УДК 544.744; 665.256.15

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НАТИВНЫХ НЕФТЯНЫХ СМОЛ  
РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЙ НА ПРОЦЕСС КОАГУЛЯЦИИ АСФАЛЬТЕНОВЫХ АГРЕГАТОВ**

В.Е. Тарасов, К.Б. Кривцова

Научный руководитель: инженер, К.Б. Кривцова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [vet8@tpu.ru](mailto:vet8@tpu.ru)

**THE STUDY ON THE INHIBITORY ABILITY OF VARIOUS FRACTIONS NATIVE PETROLEUM  
RESINS ON THE PROCESS OF ASPHALTENE AGGREGATES COAGULATION**

V. Tarasov, K. Krivtsova

Scientific Supervisor: engineer K. Krivtsova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, 30 Lenin Avenue, 634050

E-mail: [vet8@tpu.ru](mailto:vet8@tpu.ru)

***Abstract.** The paper focuses the inhibitory effect of petroleum native resins' two fractions. The component composition of the obtained samples was studied by the "cold" Golde method. A gravimetric analysis was also carried out and the rheological characteristics of the obtained samples were determined.*

**Введение.** С учетом все более активного вовлечения в переработку тяжелого углеводородного сырья встают вопросы снижения вязкости сырья, а также повышения устойчивости нефтяных дисперсных систем (НДС), так как данные проблемы приводят к удорожанию процессов добычи и транспортировки. Повышение стабильности НДС может быть достигнуто путем предотвращения образования асфальтеновых агрегатов, обуславливающих образование отложений на стенках технологического оборудования, скважин и трубопроводов [1].

Склонность асфальтенов к образованию надмолекулярных структур обуславливается их строением, а именно  $\pi$ - $\pi$ -сопряжением, вызванным перекрытием облаков  $\pi$ -электронов конденсированных ароматических колец, парамагнитных порфиринов, и взаимодействием образовавшихся из-за дефектов структуры псевдо-радикалов [2]. Установлено, что самоассоциация свойственна асфальтеновым агрегатам размером более 0,1 мкм, которые впоследствии образуют флоккулы размером 30 мкм [3]. В связи с этим ведутся поиски различных ингибиторов коагуляции как природного, так и синтетического происхождения [4]. Среди прочих можно выделить нативные нефтяные смолы, которые в сложных структурных единицах (ССЕ) НДС выполняют роль стабилизатора, препятствующего агрегации асфальтенов путем образования вокруг твердой частицы асфальтена защитной оболочки, природа и свойства которой постепенно приближаются к легким углеводородам, являющимися дисперсионной средой [5].

**Целью данной работы** является исследование ингибирующей способности нативных нефтяных смол различных фракций на процесс коагуляции асфальтеновых агрегатов.

**Экспериментальная часть.** В качестве объекта исследования была выбрана нефть Верхнесалатского месторождения.

Смеси-ингибиторы изготавливались путем смешения предварительно выделенных нефтяных смол, разделенных экстракцией на бензоловую и спирт-бензоловую фракции. Были изготовлены четыре линейки смесей-ингибиторов различного состава: в состав первой входили только бензоловые смолы, в состав второй – только спирт-бензоловые, третья и четвертая линейки представляют из себя смеси двух фракций, как в равной пропорции (линейка номер три), так и с двукратно большим содержанием спирт-бензоловых (четвертая линейка).

В ходе эксперимента в исходную нефть вносилась определенная смесь-ингибитор, после чего полученный образец выдерживали в течении суток, затем проводили гравиметрический анализ, устанавливали компонентный состав, измеряли реологические параметры проб. Компонентный состав определяли при помощи «холодного» метода Гольде, реологические параметры определяли при помощи автоматического вискозиметра-плотномера Штабингера (“Anton Paar GmbH”, Austria).

**Результаты.**

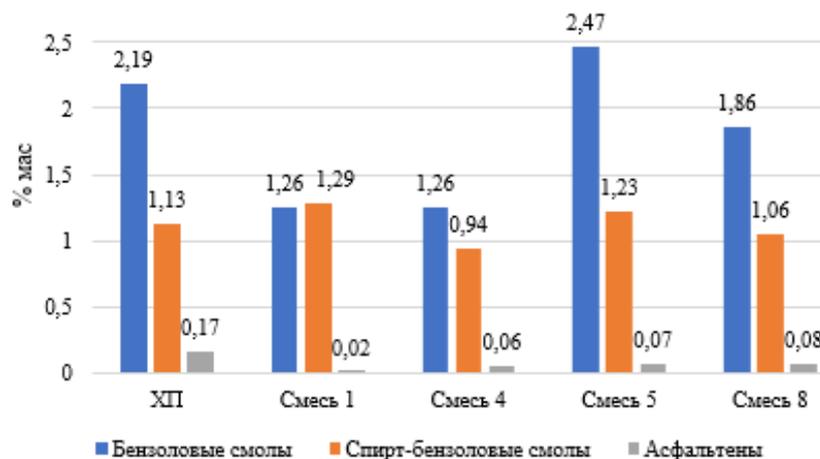


Рис. 1. Изменение компонентного состава исследуемых образцов в сравнении с холостой пробой

На Рис. 1 представлены результаты исследования компонентного состава образцов нефти при введении различных смесей-ингибиторов в сравнении с холостой пробой. Видно, что при введении смесей-ингибиторов достигается снижение содержания экстрагируемых асфальтенов на 53-88 % в зависимости от состава используемого ингибитора, что прямо свидетельствует о возрастании агрегативной устойчивости НДС. Так же наблюдается резкое снижение количества экстрагируемых бензоловых смол, обладающих схожим с асфальтенами строением – до 53 %. При этом наблюдается уменьшение выхода спирт-бензоловых смол (выполняют функцию сольватной оболочки ССЕ), однако не такое значительное – до 17 %.

В следствии непосредственного влияния смесей-ингибиторов на НДС на молекулярном уровне, устойчивость полученных систем «НДС + ингибитор» сохраняется в течении длительного времени (более одного года).

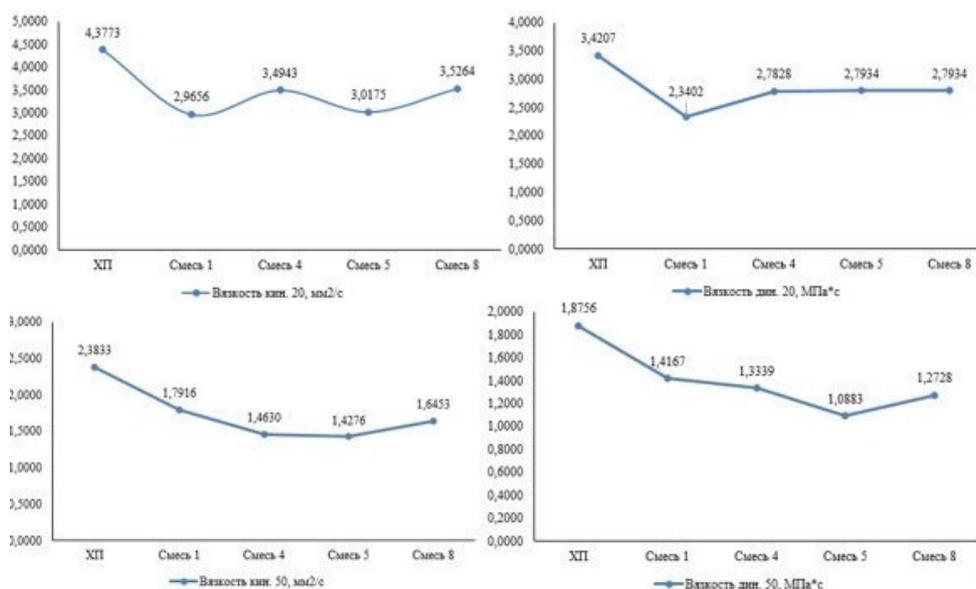


Рис. 2. Изменение кинематической и динамической вязкости (20 и 50 °C) исследуемых образцов в сравнении с холодной пробой

При исследовании реологических свойств полученных систем (Рис. 2) наблюдается снижение динамической и кинематической вязкости на 18-31 % и 19-32 % соответственно, вызванное снижением содержания бензоловых смол.

**Заключение.** В результате проведенных исследований компонентного состава и реологических параметров полученных образцов установлено, что добавление смесей-ингибиторов в НДС приводит к изменению ее компонентного состава, а именно уменьшению содержания асфальтенов и бензоловых смол, незначительному увеличению содержания спирт-бензоловых смол, в следствии чего повышается стабильность НДС, ингибируется процесс коагуляции асфальтеновых агрегатов, а также происходит снижение вязкости, что значительно упрощает процесс добычи и транспортировки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганеева Ю.М., Юсупова Т.Н., Романов Г.В. Асфальтеновые наноагрегаты: структура, фазовые превращения, влияние на свойства нефтяных систем // Успехи химии. – 2011. – Т. 80., № 11. – С. 1034-1050.
2. Унгер Ф.Г., Андреева Л.Н. Парамагнетизм нефтяных дисперсных систем и природа асфальтенов. - Томск.: Томский филиал СО АН СССР, - 1986. - 29 с.
3. Kraiwattanawong K. Effect of Asphaltene Dispersants on Aggregate Size Distribution and Growth // Energy and Fuels. – 2011. – V. 23. – P. 1575-1582.
4. Кривцова К.Б., Стреляев А.Д. Исследование влияния смесей-ингибиторов на основе природных смол на процесс осаждения асфальтенов // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2021. – № 1. – С. 20-22.
5. Сюняев З.И., Сафиева Р.З., Сюняев Р.З. Нефтяные дисперсные системы. - М.: Химия, 1990. - 226 с.