

парафиновых цепей и с большим количеством колец.

Таким образом, установлено, что на эффективность действия депрессора добавление непо-

лярного ароматического углеводорода оказывает негативное влияние.

### Список литературы

1. Богданов И. А., Морозова Я. П., Алтынов А. А., Кургина М. В. Исследование взаимодействия депрессорных присадок и углеводо-

родов, входящих в состав прямогонных дизельных топлив // Технологии нефти и газа, 2022. – № 1 (138). – С. 13–18.

## СОСТАВ СОЕДИНЕНИЙ, ОККЛЮДИРОВАННЫХ АСФАЛЬТЕНАМИ НЕФТЕЙ РАЗЛИЧНОГО ХИМИЧЕСКОГО ТИПА

Д. В. Остапенко<sup>1</sup>, Е. Р. Буцыкина<sup>2</sup>  
Научный руководитель – к.х.н., с.н.с. Т. В. Чешкова

<sup>1</sup>Институт химии нефти СО РАН  
634055

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, darya.ostapenko@icloud.com

### Введение

Асфальтены – сложные макроструктуры, состоящие из конденсированных полициклических ароматических соединений и алкильных цепей, которые в своем составе могут содержать от  $C_{30}$  до  $C_{40}$  атомов углерода. Длинные алкильные цепи способны сворачиваться в пространстве, образуя полые «ячейки», в которые могут «захватываться» низкомолекулярные структуры. Блокированные (окклюдированные) молекулы в значительной степени защищены от влияния каталитических, микробиальных и химических процессов, протекающих в нефтяной системе, что делает их полезными геохимическими маркерами для характеристики условий осадконакопления материнских пород, отслеживания путей миграции нефтей и выявления процессов их преобразований в коллекторе [1]. Для характеристики окклюдированных соединений широко применяют реакции окисления асфальтенов различными химическими реагентами.

В работе приведены данные о составе соединений, захваченных полыми ячейками макромолекулярной структуры асфальтенов нефтей Усинского (нафтено-ароматическая) и Крапивинского месторождений (метано-нафтеновая), с использованием в качестве окислителя перекиси водорода в присутствии уксусной кислоты.

### Методическая и экспериментальная части работы

Асфальтены осаждали 40 кратным количеством н-гексана, промывали в аппарате Сокслета н-гексаном до обесцвечивания стекающего растворителя. Для удаления соосажденных соединений асфальтены экстрагировали горячим ацетоном. Не экстрагируемый остаток (далее асфальтены) окисляли смесью перекиси водорода и уксусной кислоты в течение 24 часов при комнатной температуре и постоянном перемешивании. Продукты реакции отмывали дистиллированной водой до нейтральной среды. Органическую фазу отделяли, сушили над  $Na_2SO_4$  и разделяли 40 кратным избытком н-гексана на растворимые и нерастворимые компоненты. Растворимые компоненты анализировали методом хроматомасс-спектрометрии (ГХ-МС) на приборе Thermo Scientific DFS [2].

### Обсуждение результатов

По данным ГХ-МС анализа в составе продуктов окисления исследуемых асфальтенов присутствуют насыщенные и ароматические углеводороды и гетероорганические соединения, представленные нормальными и разветвленными алканами ( $C_{14}$ – $C_{33}$  и Pr/Ph),  $C_{15}$ – $C_{29}$  н-алкилциклогексанами,  $C_{27}$ ,  $C_{29}$ – $C_{33}$  гопанами,  $C_{17}$ – $C_{19}$  фенилалканами,  $C_0$ – $C_3$  нафталинами и сложными эфирами карбоновых кислот.

Особенностью асфальтенов усинской нефти (АУН) является наличие в составе их окклюдированных соединений 1-алкенов с четным числом атомов углерода в цепи  $C_{16}$ ,  $C_{18}$ ,  $C_{20}$ ,  $C_{22}$ ,  $C_{24}$ , н-алкилциклопентанов  $C_{15}$ – $C_{24}$ , стеранов  $C_{27}$ – $C_{29}$ , н-алкилбензолов  $C_{14}$ – $C_{24}$ , н-алкилтолуолов  $C_{17}$ – $C_{20}$ , н-алкилсилололов  $C_{17}$ – $C_{20}$  и  $C_0$ – $C_1$  фенантронов, а особенностью окклюдированных соединений асфальтенов крапивинской нефти (АКН) – наличие триметилалкилбензолов  $C_{13}$ – $C_{16}$ .

Среди окклюдированных сложных эфиров АУН и АКН идентифицированы метиловые эфиры гекса- и октадекановой кислот ( $C_{16}$  и  $C_{18}$ ), изопропиловые эфиры тетра- и гексадекановой кислот ( $C_{14}$  и  $C_{16}$ ), бутиловые эфиры кислот состава  $C_{16}$ ,  $C_{18}$ , гексиловый и октиловый эфир кис-

лоты состава  $C_{18}$ . В составе АКН дополнительно установлен диоктиловый эфир гександионовой кислоты.

Результаты проведенного исследования показывают, что, состав соединений, окклюдированных макромолекулами асфальтеновых компонентов, зависит от химической природы нефти. Отличительной особенностью нефти нафтено-ароматического типа является присутствие в составе их асфальтенов окклюдированных олефинов, более широкого набора моно и полициклоалканов, моно- и полициклических ароматических углеводородов.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ИХН СО РАН, финансируемого Министерством науки высшего образования РФ.

### Список литературы

1. Koolen H. H. F., Gomes A. F., De Moura L. G. M., Marcano F., Cardoso F. M. R., Klitzke C. F., Wojcik R., Binkley J., Patrick J. S., Swarthout R. F., Rosa P. T. V., Gozzo F. C. // *Fuel*, 2018. – V. 220. – P. 717–724.
2. Сергун В. П., Мин Р. С. // *Нефтехимия*, 2012. – Т. 52. № 2. – С. 86–91.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА СОВРЕМЕННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ХИМРЕАГЕНТОВ-ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

К. Х. Паппел

Научный руководитель – к.х.н., старший научный сотрудник А. Р. Ракитин

АО «ТомскНИПИнефть»

г. Томск, пр. Мира, д. 72 [nipineft@tomsknipi.ru](mailto:nipineft@tomsknipi.ru)

В настоящее время большинство нефтяных месторождений России находятся на поздней стадии разработки, с обводненностью добываемой продукции свыше 80 % [1]. При этом затраты на отделение воды и солей составляют значительную часть операционных расходов на подготовку нефти.

Скважинная жидкость в большинстве случаев представляет собой устойчивую водонефтяную эмульсию, стабильность которой обусловлена присутствием в нефти природных поверхностно-активных веществ: асфальтенов и смол. Наиболее распространенным методом разрушения стойких эмульсий является применение химреагентов-деэмульгаторов (ДЭ) [2], от эффективности которых критически зависит

нормальный режим работы всего объекта добычи.

Эффективность и технологические свойства товарной формы ДЭ определяются активной основой и добавками. На сегодняшний день поставщики предлагают десятки марок ДЭ, при этом не раскрывая точный состав и указывая в сопроводительной документации требования и нормы с широким диапазоном значений. Контроль качества не позволяет в условиях месторождения выполнять полный комплекс испытаний для определения эффективности, поскольку является трудоемким процессом. В связи с этим приобретают актуальность экспрессные физико-химические методы контроля для подтверждения постоянства химического состава деэмульгаторов.