

## **ОТЗЫВ**

Официального рецензента на диссертационную работу  
**Шахворостов Алексея Валерьевича**  
на тему «**Гидрофобно-модифицированные полимерные присадки для ингибирования парафиноотложения и снижения температуры потери текучести нефти**»,  
представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D073900-Нефтехимия»

### **1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами.**

По подтвержденным запасам нефти на 2020 год, Казахстан занимает одиннадцатое место в мире и является одним из крупнейших мировых нефтедобывающих регионов. Добываемые нефти весьма разнообразны по своим физико-химическим свойствам в следствие чего, обеспечение стабильной транспортировки высокопарафиновых нефтей различных месторождений, особенно в зимний период, вызывает необходимость использовать определенного рода химические реагенты такие как депрессорные присадки и/или ингибиторы парафиноотложения.

Данные реагенты специально вводятся в поток нефти для предотвращения образования парафиновых отложений и снижения вязкости в области температур близких к потере текучести. Тем самым удается частично снизить как потери напора на трение, так и соответствующий рост энергетических затрат на перекачку нефти.

В связи с этим, представленная диссертационная работа Шахворостова Алексея Валерьевича является востребованной и предлагает возможные пути решения актуальной задачи по созданию депрессорных присадок и ингибиторов парафиноотложения, демонстрирующих высокую эффективность.

Диссертационная работа направлена на разработку синтеза гидрофобно-модифицированных полимерных присадок и на изучение депрессорной и ингибирующей активности в отношении нефти Мангышлак и нефтесмеси Бузачи-Мангышлак.

Данные нефти содержат в своем составе не только большое количество высокомолекулярных парафинов, но также и смолы и асфальтены, что затрудняет подбор эффективных присадок для улучшения реологических и температурных свойств. Поэтому создание полимерных присадок для подобных нефтей является важной задачей на сегодняшний день.

Актуальность диссертационной работы подтверждается ее выполнением в рамках реализации проекта №3397/ГФ4 «Разработка технологии получения гидрофобно-модифицированных полимерных присадок для ингибирования парафиноотложения и снижения температуры потери текучести нефти» по приоритету «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции» (2015-2017) и является логическим продолжением данного направления.

## **2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям**

В представленной на рецензию диссертационной работе получены следующие результаты и обобщения:

2.1 Синтезированы новые гидрофобно-модифицированные мономеры (алкиламинокротонаты) на основе ацетоуксусного эфира и различных длинноцепных алкиламинов не разветвленного строения. Установлены основные закономерности протекающей реакции.

2.2 Получены гидрофобно-модифицированные полибетаины путем взаимодействия алкиламинокротонатов с акриловой или метариловой кислотой по реакции Михаэля, которые использовались далее в качестве депрессорных и ингибирующих присадок к нефтям.

2.3 Полученные полимеры были протестированы в качестве депрессорных присадок в отношении способности эффективно снижать температуру потери текучести нефтей Мангышлак и Бузачи-Мангышлак (67-33%) а также эффективную вязкость и количество выделения АСПО при транспортировке нефти. Установлено что эффективная концентрация депрессорной присадки лежит в области 200 – 500 ppm, дальнейшее увеличение концентрации не приводит к значительным изменениям.

2.4 Результаты тестирования полимерных депрессантов из серии КРО на модельном резервуаре и нефтепроводе показали, что добавка 500 ppm присадок позволяет значительно снизить количество выделяемых АСПО. Результаты исследования влияния полимерных депрессантов из серии КРО на реологические характеристики нефти месторождения Мангышлак и нефтесмеси Бузачи-Мангышлак показали, что наиболее оптимальной концентрацией присадок является 500 ppm при температуре ввода 35°C.

## **3. Степень обоснованности и достоверности каждого результата (научного положения), вывода и заключения докторанта, сформулированных в диссертации.**

Обоснованность и достоверность научных положений, а также выводов и заключений, изложенных в работе, подтверждаются большим объемом выполненных экспериментальных работ с использованием современных методов научных исследований. Были использованы такие приборы как ИК-Фурье спектрометр, ЯМР спектрометр, Хромато-Масс-спектрометр, термогравиметрический анализатор, дифференциальный сканирующий калориметр и другие, которые позволяют получить точные представления о физико-химических свойствах исследуемых материалов. Объем и структура литературного обзора отражает современное состояние данной проблематики, описаны основные подходы, используемые для решения подобного рода задач в общемировой практике.

Таким образом, результаты диссертационной работы Шахворостова А.В. надежны, достоверны и выводы на их основе обоснованы.

#### **4. Степень новизны каждого научного результата (положения), выводов докторанта, сформулированных в диссертации.**

В работе приведены исследования депрессорной активности и ингибирующей способности синтезированных гидрофобно-модифицированных полибетаинов на основе алкиламинокротонатов в отношении высокопарафинистых и высокосмолистых нефтей.

Результат 1 является новым так как впервые синтезированы гидрофобно-модифицированные алкиламинокротонаты с длиной углеродной цепи C12-C18.

Результат 2 является новым так как впервые синтезированы гидрофобно-модифицированные полимеры на основе полученных мономеров по реакции Михаэля с ненасыщенными акриловыми кислотами.

Установлена зависимость эффективности разработанных депрессорных присадок от концентрации при давлении к испытываемым нефтям. Правильность данной зависимости прослеживается в экспериментах на модельном трубопроводе, а также при исследованиях на установке «холодный стрежень».

Проведенные микроскопические исследования наглядно и достоверно демонстрируют влияние разработанных депрессорных присадок на структуру нефтяной дисперсной системы при температурах близких к потере текучести. Установлен начальный диапазон температур, в котором наблюдается зарождение кристаллов парафинов. Определена наиболее подходящая температура ввода присадок в нефть

#### **5. Практическая и теоретическая значимость научных результатов.**

Полученные в работе результаты направлены на решение актуальной проблемы борьбы с застыванием высокопарафинистых нефтей.

Диссертация представляет определенный интерес с теоретической точки зрения, так как в ней разработаны методы получения новых полимерных материалов способных эффективно снижать температуру потери текучести нефти и выделения асфальто-смоло-парафиновых отложений.

Прикладной аспект работы включает принципиальную возможность использования полученных полимеров для решения так как разработанные полимерные присадки могут быть использованы в АО «КазТрансОйл» при транспортировке нефти по промысловым нефтепроводам.

#### **6. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации.**

По работе имеются следующие замечания:

6.1 В литературном обзоре приведено сравнительно малое количество отечественных источников, чьи работы и достижения также посвящены изучению данной проблематики

6.2 Почему при синтезе гидрофобно-модифицированных мономеров были выбраны длиноцепные алкиламины с длиной углеродной связи от 12 и до 18 атомов?

6.3 В процессе определения депрессорной эффективности разработанных реагентов, концентрация присадки 200 ppm для нефти Бузачи-Мангышлак проявляет более высокую эффективность чем в сравнении с нефтью Мангышлак, как вы считаете с чем это связано?

6.4 В работе диссертанта, механизм взаимодействия полимерных присадок в процессе кристаллизации парафинов описан достаточно широкими понятиями, хотелось бы получить более конкретный ответ о роли и функциях полимерных макромолекул в процессах взаимодействия с асфальто-смоло-парафиновыми углеводородами.

6.5. В тексте диссертации имеется ряд опечаток и неясных выражений, на которые требуется дополнительно уделить внимание.

Данные недостатки и замечания не снижают научную ценность и практическую значимость полученных в диссертации результатов и вносит существенный вклад в развитие теоретических представлений и прикладных аспектов по синтезу новых классов гидрофобно-модифицированных мономеров на основе конденсации ацетоуксусного эфира с различными алкиламины с развитым алкильным радикалами и их полимерных форм.

## 7. Соответствие содержания диссертации требованиям, в рамках нормативного документа «Правила присуждения ученых степеней».

Диссертационная работа «Гидрофобно-модифицированные полимерные присадки для ингибирования парафиноотложения и снижения температуры потери текучести нефти», по актуальности, научной новизне, важности для теории и практики, объему экспериментальных исследований полностью соответствует предъявляемым требованиям к содержанию и оформлению диссертаций PhD, а ее автор Шахворостов Алексей Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора PhD по специальности «6D073900-Нефтехимия» за разработку новых полимеров для ингибирования парафиноотложения и снижения температуры потери текучести нефти.

Официальный рецензент  
кандидат химических наук,  
ассоциированный профессор  
АО «Казахстанско-Британский  
технический университет»,  
заведующий научно - исследовательской  
инновационной лаборатории  
нефтепромысловой и коллоидной химии.



Кожабеков С.С.