

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
Болгарская Академия наук  
ООО «ЛИТТ»

# **ИННОВАТИКА-2015**

## **СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

**XI Международной школы-конференции студентов,  
аспирантов и молодых ученых  
21–23 мая 2015 г.  
г. Томск, Россия**

**Под ред. проф. А.Н. Солдатова, доц. С.Л. Минькова**

Scientific & Technical Translations



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**

**Томск – 2015**

## СУСПЕНЗИОННАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА НЕФТИ

А.В. Абдусалымов<sup>1</sup>, В.Н. Манжай<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет

<sup>2</sup>Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук

e-mail: [abdusalyamov@inbox.ru](mailto:abdusalyamov@inbox.ru)

## SUSPENSION COMPOSITION FOR PIPELINE OIL TRANSPORTING

A.V.Abdusalyamov<sup>1</sup>, V.N. Manzhai<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University

<sup>2</sup>Institute of Petroleum Chemistry SB RAS

*This paper presents data on the anti-turbulent additives used in pipeline transportation of crude oil and petroleum products as well as methods for their preparation.*

*Keywords: suspension composition, oil transporting, drag reduction, polymer*

Для экономического развития России и топливно-энергетического комплекса большое значение имеет система трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов, газового конденсата и др. Современная динамика цен на нефть и ограничения в использовании трубопроводной инфраструктуры стимулирует более гибкое использование трубопроводной сети. В условиях роста добычи нефти зачастую возникает необходимость в увеличении пропускной способности нефте- и продуктопроводов в том или ином месте, для чего применяются противотурбулентные присадки (ПТП), снижающие гидродинамическое сопротивление углеводородных жидкостей. Их введение в турбулентный поток в концентрациях порядка 10–30 граммов на одну тонну нефти позволяет увеличивать пропускную способность нефтепроводов на 45–60%.

Большинство используемых противотурбулентных присадок представляют собой композиции растворного типа, в основе которых – полимер, обеспечивающий эффект, растворитель углеводородной природы, а также другие компоненты. Существенным недостатком противотурбулентных добавок растворного типа, помимо высокой вязкости концентрата, является низкое содержание в них полезного (полимерного) вещества (не более 10 %). Доставка больших объемов такого полимерного раствора к местам её дозирования, как правило, удаленным и малодоступным, является мероприятием экономически невыгодным из-за значительных транспортных издержек.

Попытка увеличить содержание полимера в концентрате приводит к экспоненциальному росту вязкости раствора (рис. 1) и превращению его в нетекучий студень, который невозможно закачать в нефтепровод из-за высокого противодавления в нем. Как видно из рисунка [1], при увеличении содержания полимера вязкость полимерных концентратов возрастает по экспоненциальному закону. Например, у раствора самого эффективно-го и высокомолекулярного образца полигексена ( $M_r = 5 \cdot 10^6$ ) вязкость концентрата намного превышает значение 10 Па·с даже при небольшой концентрации полимера в нем  $P = 70 \text{ кг/м}^3$ , которое соответствует массовому содержанию полимерного компонента  $\sim 7\%$ . Поэтому в последнее десятилетие стали широко применяться антитурбулентные присадки суспензионной формы [2]. Такие присадки нового поколения по своей структуре и консистенции подобны соку гевеи [3], который имеет коллоидную природу и является суспензией полиизопрена (натурального каучука) в воде, стабилизированной природными поверхностно-активными веществами.

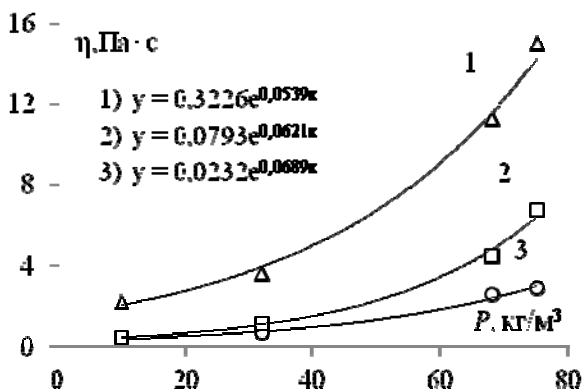


Рисунок 1. Зависимость динамической вязкости полимеризатов от содержания полигексена в гептане. Молекулярная масса образцов:  
 1 –  $M_r = 5 \cdot 10^6$ ; 2 –  $M_r = 1 \cdot 10^6$ ; 3 –  $M_r = 0,5 \cdot 10^6$

В настоящее время рынок антитурбулентных присадок в РФ и странах СНГ бурно развивается и составляет в 6–7 тыс. тонн/год. При сохранении объемов добычи углеводородов в РФ в среднесрочной перспективе будет ощущаться всё большая потребность в ПТП. В то же время производство ПТП в России отсутствует, поэтому отечественные нефтедобывающие

компании используют зарубежную продукцию. Зарубежные производители предлагают высокоэффективные суспензионные антитурбулентные присадки с высоким содержанием (свыше 25%) полимера. Поэтому разработка способов получения полимерных присадок для повышения пропускной способности нефтепродуктопроводов, а также созданию в России производства суспензионных ПТП является актуальной задачей, имеющей важное хозяйственное значение.

В большом количестве патентов описаны различные способы получения суспензионных противотурбулентных присадок. К ним относят криогенное измельчение полимеров [4-5], получение суспензии на стадии полимеризации альфа-олефинов путем капсулирования и последующей микроблочной полимеризации [6], осуществление суспензионной полимеризации альфа-олефинов в среде перфторированных алканов [7], термическое переосаждение [8]. Однако выше перечисленные способы сложно реализуемы в промышленных масштабах, а также требуют дорогостоящего оборудования и реагентов, кроме того описанные способы и технологии получения суспензий не раскрываются в полной мере.

В связи с этим, целью проводимых исследований является разработка технологии получения конкурентоспособной противотурбулентной присадки коллоидной формы, способной снижать гидродинамическое сопротивление магистральных нефтепроводов при турбулентном режиме течения.

В соответствии с поставленной целью считаем актуальными выполнение следующих задач:

1. Разработка теоретического обоснования способа диспергирования сверхвысокомолекулярного полимера и его экспериментальная проверка.
2. Оптимизация процесса диспергирования полимерного материала.
3. Изготовление товарной формы ПТП на основе полученной дисперсии и проведение экспериментального определения антитурбулентной эффективности ПТП.
4. Определение физико-химических параметров полученной ПТП.

В результате теоретических исследований нами были найдены возможные способы перевода поли-а-олефинов в мелкодисперсный порошок. После проведения экспериментальных исследований, будет найден наиболее рациональный, экономически менее затратный способ диспергирования поли-а-олефинов. Оптимизация процесса позволит ускорить процесс производства, избавиться от издержек. После проведения ком-

плексных физико-химических исследований противотурбулентной присадки будут достоверно выявлены её преимущества, по сравнению с аналогами, а также возможность их практического внедрения. Будет предложен способ, позволяющий реализовать на практике техническое решение, связанное с проведением стадий синтеза, осаждения полимера, приготовления товарной формы суспензионной присадки и выделения мономера в одном реакторе, что значительно упростит и сделает потенциально более эффективным технологический процесс получения противотурбулентной присадки.

### Литература

1. Несын Г.В., Манжай В.Н., Илюшников А.В. Промышленный синтез и оценка гидродинамической эффективности потенциальных агентов снижения сопротивления в нефтепроводах // Инженерно-физический журнал. 2003. Т.76. № 5. С.515 - 517.
2. Несын Г.В., Манжай В.Н., Сулейманова Ю.В. и др. Механизм действия, оценка эффективности и особенности получения полимерных антитурбулентных присадок для транспорта углеводородных жидкостей // Высокомолекулярные соединения. 2012. Т.54. №1. С. 65 – 72.
3. Абдусялямов А.В. Манжай В.Н. Антитурбулентные присадки суспензионной формы для трубопроводного транспорта нефти // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2013. №4. С.102-106
4. Pat. 4826728 USA, IPC4 C02F 1/68, C08J 3/02, C08J 3/11, C09K 3/32, C10L 1/10, C09K 3/00, C10L 1/16, C10L 1/20, C08J 3/12, B32B 9/10, B32B 025/16, B32B 27/00. Rapid dissolving polymer compositions and uses therefore / O'Mara D.P., Hadermann A.F., Trippe J.C.; applicant and owner General Technology Applications, Inc.(USA). – № 07/121296; Fil.16.11.87; Publ. 02.05.89. – 11p.: ill.
5. Pat.4837249 USA, IPC4 C02F 1/68, C08J 3/02, C08J 3/11, C10L 1/10, C09K 3/32, C09K 3/00, C10L 1/16, C10L 1/20, C08J 3/12, B05D 5/08. Rapid dissolving polymer compositions and uses therefore / O'Mara D.P., Hadermann A.F., Trippe J.C.; applicant and owner General Technology Applications, Inc.(USA). – № 07/121295; Fil.16.11.87; Publ. 06.06.89. – 11p.: ill.
6. Pat. 6841593 USA, IPC8 B01J 13/04. Microencapsulated and macroencapsulated drag reducing agents / Baker Hughes Inc. /KommareddiNagesh S. Dinius Ryan, VasishtaNiraj, Barlow Darren Eugene. № 09/900342; Fil. 5.07.01; Publ. 11.01.05. – 15 p.
7. Патент 2443720 RU. Способ получения антитурбулентной присадки суспензионного типа / Г. Несын, В. Станкевич, Ю. Сулейманова, С. Шелудченко, С. Еремкин, Ю. Казаков; Заявлено 11.11.10., Опубл. 27.02.2012
8. Патент 2481357RU. Способ получения противотурбулентной присадки суспензионного типа, снижающей гидродинамическое сопротивление углеводородных жидкостей / Г. Несын, Ю. Лисин, А. Ченцов, А. Ширяев, В. Федота, М. Валиев; Заявлено 30.09.2011., Опубл. 10.05.2013.