

ОТЗЫВ

на автореферат докторской диссертации Голунова Никиты Николаевича «Развитие научно-методических основ применения противотурбулентных присадок для транспорта нефти и нефтепродуктов по магистральным трубопроводам», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.5. – «Строительство и эксплуатация нефтепроводов, баз и хранилищ»

Актуальность проблемы.

Несмотря на достаточно продолжительную историю применения полимерных противотурбулентных присадок (ПТП)», одной из ключевых и актуальных задач магистрального транспорта остается проблема повышения энергоэффективности за счет уменьшения гидравлического сопротивления жидкости посредством изменения структуры турбулентного течения в трубе.

Целью диссертационной работы является разработка научно-методического обеспечения для технологического проектирования и повышения эффективности эксплуатации магистральных трубопроводов для перекачки нефти и нефтепродуктов при использовании ПТП.

Однако, как следует из выводов проведенного соискателем анализа современных теоретических положений в области применения ПТП на магистральных трубопроводах, для достижения поставленной цели необходимо расширить ряд теоретических положений, лежащих в основе практических расчетов.

Задачи, сформулированные в представленной работе, отражающие широкий спектр проблем трубопроводного транспорта с применением ПТП, и требующие системного подхода к их решению, приведены ниже:

1) критический анализ теоретических исследований в области применения ПТП;

2) разработка принципиально нового подхода к феноменологической теории Теодора фон Кармана анализа квазистационарного движения жидкости в круглой трубе, но базирующейся не на обработке экспериментально полученных потерь давления при течении жидкости со

средней по сечению скоростью v , а на использовании гидродинамической теории, определяющей распределение по сечению трубы скоростей $u(r)$ жидкости;

3) разработка последовательности расчета коэффициента гидравлического сопротивления с учетом механизмов поверхностного и объемного типов действия и концентрации ПТП;

4) разработка методики трансформации гидравлических свойств ПТП, определяемых по результатам экспериментальных исследований на трубных стендах, дисковых реометрах и ротационных вискозиметрах, на реальные магистральные трубопроводы;

5) разработка методики гидравлического расчета стационарной работы ТУ магистральных трубопроводов при использовании ПТП с целью оптимизации режимов перекачки с учетом технологических параметров ТУ и определения оптимальных концентраций ПТП;

6) разработка методики расчета квазистационарных режимов с целью сокращения затрат электроэнергии на перекачку нефти и нефтепродуктов по ТУ магистральных трубопроводов на основе ограниченного применения ПТП;

7) разработка метода определения начальной концентрации ПТП в буферной пробке различных марок нефтепродуктов для уменьшения объема смесеобразования при их последовательной перекачке.

Для решения поставленных задач автор изложил в четырех главах в логической последовательности материалы исследования.

В диссертации выдвигается тезис о том, что только эффект от использования ПТП в пределах ТУ может служить критерием эффективности применения этой технологии в том или ином конкретном случае. Для научного обоснования этого тезиса и его практической реализации соискатель исследовал следующие аспекты гидравлической теории трубопроводного транспорта.

В первой главе диссертации дается общая характеристика проблемы – применение ПТП в контексте поставленной цели, на основании которой сделан вывод об отсутствии единственно верной и общепризнанной теории турбулентного течения жидкости с ПТП, на базе которой можно было бы получить искомую формулу. Автор предлагает при решении универсального уравнения сопротивления Т. фон Кармана учитывать механизм действия присадок:

– для ПТП объемного действия – константу Кармана считать функцией концентрации присадки;

– для ПТП поверхностного действия – дополнить уравнение краевыми условиями взаимодействия со стенками движущегося турбулентного потока жидкости с ПТП определенной концентрации.

Во второй главе диссертации приведены результаты теоретических и методических исследований величины гидравлического сопротивления при турбулентном течении жидкостей с добавлением ПТП в трубах, плоских и кольцевых каналах.

Приведена модифицированная автором полуэмпирическая феноменологическая теория сдвиговых турбулентных течений Т. фон Кармана, при этом расчет коэффициента гидравлического сопротивления основан на использовании гидродинамической теории, описывающей распределение скорости жидкости по сечению трубы.

В третьей главе диссертации рассмотрены вопросы тестирования гидравлических свойств ПТП на различных экспериментальных установках, необходимость которого обусловлена использованием экспериментальных исследований для определения инвариантных (постоянных) коэффициентов, которые являются уникальными для конкретных типов и марок ПТП.

В четвертой главе изложены способы получения экономического и технологического желаемых эффектов на основе разработанной автором гидравлической теории путем расчетного добавления ПТП в транспортируемую нефть (нефтепродукт), причем концентрация ПТП на каждом из перегонов ТУ должна определяться индивидуально.

С учетом того, что ТУ представляет собой гидравлически многосвязную (многомерную – в контексте управления концентрациями) систему из отдельных перегонов, управление концентрациями ПТП является нетривиальной задачей и, по общепринятой терминологии, она относится к сложным задачам, которую автор решил теоретически и подтвердил правильность решения численным методом с использованием широко известного симплекс метода.

При этом критерием оптимизации является функционал вида

$$C = \sum_{S=1}^{S=N} \theta_S \rightarrow \min .$$

Задачи, сформулированные автором для достижения поставленной цели, составляют основное содержание диссертации, определяют научную новизну, а также теоретическую и практическую значимость исследования и являются, по существу, новой гидравлической теорией перекачки нефти и нефтепродуктов с использованием ПТП для решения имеющихся практических проблем трубопроводного транспорта.

Полученные результаты опубликованы автором в многочисленных публикациях и выступлениях на различных научных конференциях, в том числе:

- 1) в публикациях журналов, входящих в перечень ВАК, в количестве 26 шт.;
- 2) в переводных журналах в количестве 2 шт.;
- 3) в патенте на результаты интеллектуальной деятельности в количестве 1 шт.;
- 4) в других изданиях и материалах конференций в количестве 12 шт.

Из вышеизложенного материала следует, что **научная новизна, теоретическая и практическая значимость**, широко представленные в исследовании, не вызывают сомнений в их достоверности, обоснованности и корректности.

Замечания по тексту автореферата.

1. Каким образом определяются используемые в работе краевые условия по скорости и ускорению вдоль радиуса, т. е. другими словами градиенты скорости и ускорения на внутренней поверхности трубы?

2. В случае режима течения жидкости в трубе без добавления ПТП в области «гидравлически гладких труб», т. е. $f \equiv 0$, уравнение (10) переходит в известное универсальное уравнение сопротивления вида

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 0,884 \cdot \ln(\text{Re}\sqrt{\lambda}) - 0,8,$$

решение которого можно аппроксимировать формулой Блазиуса $\lambda = 0,3164/\text{Re}^{0,25}$. Как меняется точность аппроксимации в области «гидравлически гладких труб» при различных значениях числа Рейнольдса?

3. В результате реализации процедуры поиска оптимального решения симплекс-методом не исключено появление альтернативного решения, предполагающего наличие вершин с близкими значениями функционала. Возможна ли такая ситуация в задачах трубопроводного транспорта и каков алгоритм принятия решения в этом случае?

4. Замечены опечатки в автореферате в следующих местах:

1) на стр. 15 перед формулой (8) условие прилипания записано «...удовлетворяя условию «прилипания», примем $u' = 0$ при $r = r_0$ », а должно быть «...удовлетворяя условию «прилипания», примем $u = 0$ при $r = r_0$ »,

2) в подрисуночной надписи рисунка 4 вместо «и числа Re Рейнольдса» должно быть «от числа Re Рейнольдса».

Заключение.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы, а адекватность теоретических положений, представленных в работе, практически полученным результатам исследования позволяют сделать вывод о том, что диссертация является фундаментальной научной работой, обладающей новизной, теоретической и практической значимостью.

