

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук Сощенко Анатолия Евгеньевича на диссертационную работу Голунова Никиты Николаевича на тему: «Развитие научно-методических основ применения противотурбулентных присадок для транспорта нефти и нефтепродуктов по магистральным трубопроводам», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.5 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ» (технические науки)

Структура и объем работы. Диссертационное исследование состоит из введения, 4-х глав, основных выводов, списка литературы из 428 наименований; изложена на 296 листах машинописного текста и содержит 20 таблиц и 51 рисунок. Библиографический список литературы состоит из 428 наименований отечественных и зарубежных источников.

1. Актуальность диссертационного исследования. Научные исследования к.т.н. Н. Н.Голунова посвящены проблеме использования противотурбулентных присадок с целью снижения гидравлического сопротивления жидкости, текущей по трубопроводу, для экономии энергозатрат на перекачку.

Указанная технология применения противотурбулентных присадок нашла применение в российском нефтепроводном транспорте достаточно недавно по историческим меркам – с конца 20 века. Эта технология помогла сэкономить огромные средства при увеличении производительности российских нефтепроводов в новых трубопроводных проектах, обеспечивающих независимость России от транзита нефти через сопредельные территории.

Применение присадок стало технологическим передовым прорывом в отечественной практике. Стало ясно: мы можем успешно использовать присадки, присадки вошли в арсенал технологий трубопроводного транспорта.

Но в каком количестве и как использовать – это решалось практически, путем многих промышленных экспериментов, путем проб и ошибок. А теперь наступила пора тщательного качественного научного исследования

теории данного процесса. Каково будет реальное гидравлическое сопротивление в потоке? Какой оптимальный объем использования присадки с учетом ее значительной дороговизны? Как она взаимодействует с насосами в трубопроводных системах? Можно ли и как применять присадку не только в нефти, но и в нефтепродуктах?

Эти и другие вопросы **комплексно впервые** рассматриваются и решаются в данной докторской диссертации. В отличие от множества других исследователей автор диссертации рассматривает наиболее значимый для трубопроводного транспорта аспект проблемы - совершенствование технологии перекачки нефти и нефтепродуктов по реальным (действующим) нефтепроводам. Упор в исследования приходится на оценку гидравлической эффективности используемых присадок, правильную интерпретацию результатов тестирования присадок на испытательных стендах, методику выбора необходимой концентрации той или иной присадки с учетом режима перекачки и состояния внутренней поверхности конкретного трубопровода, исследование применения противотурбулентных присадок при последовательной перекачке нефтепродуктов и т. д. При этом необходимы оптимальные результаты!

Таковы основные научно-технические проблемы, решаемые в диссертации. Цена вопроса – энергосбережение и огромная экономия финансовых средств при применении столь дорогой технологии. Поэтому актуальность тематики представленной работы безусловна, трубопроводчики давно ждали эту работу.

2. Оценка новизны диссертации, значимости полученных результатов для науки и практики

Результаты соискателя содержат множество новых утверждений, выводов и рекомендаций.

Во-первых, автор разделил все известные (и вновь создаваемые) противотурбулентные присадки на два вида: присадки поверхностного и при-

садки объемного действия. В чем новизна такого разделения? Оно закрепляет разницу между всеми присадками по механизму взаимодействия содержащегося в них активного вещества с турбулентным потоком. Присадки поверхностного действия уменьшают турбулентные пульсации, главным образом, вблизи поверхности трубопровода, где как раз и зарождаются турбулентные вихри, и через это влияют на весь остальной поток жидкости в трубопроводе. А присадки объемного действия взаимодействуют по всему объему турбулентного потока, уменьшая его гидравлического сопротивления. Благодаря такому разделению видов присадок автору удалось внести ясность в вопрос, изменяют ли присадки постоянную Кармана, ответственную за логарифмический профиль течения (и тем самым расход жидкости в трубе) или нет. Автор доказал, что присадки поверхностного действия не изменяют константу Кармана, в то время как присадки объемного действия изменяют эту константу.

Во-вторых, автор диссертации в развитие работ д.т.н., проф. Лурье (консультант работы), сделал удачное научное обобщение феноменологической теории Кармана на случай течения жидкости в трубах с учетом шероховатости внутренней поверхности трубопровода, а также получил графики для коэффициента гидравлического сопротивления, аналогичные классическим графикам Никурадзе и предложил аппроксимационные формулы.

В-третьих, автор диссертации дал новую, более правильную интерпретацию, экспериментам по тестированию противотурбулентных присадок на трубных и лабораторных установках, а также разработал теорию для новых, достаточно простых, методов выявления свойств противотурбулентных присадок на ротационных приборах.

Автору диссертации принадлежит абсолютно новая научная идея использовать результаты тестирования противотурбулентных присадок на лабораторных стендах и ротационных установках для использования в промышленных трубопроводах. Поскольку в большинстве случаев при тестировании присадок не выдерживаются критерии подобия, то автор предложил

использовать результаты тестирования для выявления универсальных коэффициентов, через которых рассчитывают коэффициент гидравлического сопротивления в трубопроводах.

В-четвертых, новыми и практически значимыми являются многие результаты автора диссертации, направленные на совершенствование технологических параметров транспортировки нефти и нефтепродуктов не по одному перегону между нефтеперекачивающими станциями, а по так называемым технологическим участкам трубопроводов с промежуточными нефтеперекачивающими станциями, работающими в режиме «из насоса в насос».

Наконец, автор диссертации открыл новый ранее неизвестный эффект, состоящий в том, что введение противотурбулентных присадок в область контакта между нефтепродуктами уменьшает объем образующейся смеси, а также разработал не только теорию этого явления, но и дал все необходимые формулы для его промышленного использования.

3. Оценка достоверности научных положений автора диссертации. Тот факт, что автор диссертации положил в основу своих разработок классическую гидродинамическую теорию Теодора фон Кармана, вызывает одобрение, поскольку получение формул для коэффициента гидравлического сопротивления турбулентного течения жидкости с присадкой было поставлено на прочную научную основу, в противовес чисто опытной обработки промышленных экспериментов. Автор не просто использовал известную теорию, а существенно развил и обобщил ее. Это, прежде всего, введение дополнительных краевых условий к уравнению Кармана, через которое учитывается как наличие присадки с заданной концентрацией в потоке жидкости, так и влияние шероховатости внутренней поверхности трубопровода.

Автор предложил иную трактовку результатов тестирования противотурбулентных присадок на ротационных дисковых приборах. Он справедливо отметил тот факт, что течения в таких приборах не являются подобными те-

чению жидкости в трубопроводе, поэтому полученные при тестировании результаты нельзя использовать непосредственно для прогноза результатов в трубопроводах.

Кроме того, автор диссертации впервые заметил, что при увеличении угловой скорости вращения диска гидравлическая эффективность присадки увеличивается, но не только из-за этого фактора, а потому что все большая часть поверхности вращающегося диска оказывается охваченной турбулентным течением. Автор дал полное и убедительное решение этого вопроса, с достоверностью которого оппонент согласен.

Автор диссертации разработал несколько новых методов тестирования противотурбулентных присадок в ротационных реометрах. Ознакомление с математическими обоснованиями их работы не вызывает возражений.

Наиболее значимое положение автора диссертации состоит в том, что результаты тестирования противотурбулентных присадок на дисковых реометрах и ротационных приборах нужно использовать для выявления универсальных коэффициентов модели жидкости с присадкой, и лишь затем переносить полученные результаты на турбулентные течения в трубопроводах. Оппонент согласен, как с самим этим положением, так и с тем, как это выполнить.

Четвертая, наиболее объемная, глава диссертации полностью посвящена совершенствованию технологии транспортировки нефти и нефтепродуктов с противотурбулентными присадками. Этот важный раздел содержит множество оригинальных предложений по гидравлическим расчетам технологических участков нефтепровода с использованием присадок, а также по оптимизации параметров транспортировки в тех или иных конкретных условиях. Эти предложения основаны на хорошо апробированных гидравлических теориях и потому представляются оппоненту вполне достоверными.

В этой же главе в разделе диссертации, полностью посвященном последовательной перекачке нефтепродуктов, автор существенно развил собственное ранее предложенное изобретение – использование противотурбу-

лентных присадок для уменьшения объема смеси в области контактирования последовательно перекачиваемых партий. В отличие от самого изобретения и экспериментального подтверждения обнаруженного эффекта, автор разработал все необходимые гидравлические аспекты для его практического использования в промышленных трубопроводах.

Достоверность основных положений диссертационной работы Голунова Н.Н. обеспечивается публикациями автора в рецензируемых авторитетных отраслевых научных изданиях. По теме диссертационной работы имеется 41 публикация, в том числе 26 публикаций в научных изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК, 2 публикации на английском языке.

Ключевые положения диссертации докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях.

4.Значимость научных разработок автора для практики трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. Трубопроводная система нефти и нефтепродуктов имеет на сегодняшний день весьма существенную протяженность – более 75 тыс. км, а затраты электроэнергии, расходуемые на перекачку составляют до 2% от потребления страны. Кроме того, необходимо учитывать, что многие нефтепроводы и нефтепродуктопроводы работают уже десятки лет и часть из них требует для обеспечения надежной и безаварийной работы при сохранении пропускной способности снижения рабочих давлений. Поэтому решения в работе, способствуют уменьшению этих затрат. Применение противотурбулентных присадок, особенно с научно обоснованным выбором параметров технологий их использования, является одним из реальных способов решения задачи энергосбережения. Именно этот аспект проблемы находится в центре выполненных исследований.

Анализ представленных исследований показал значимость результатов в научном плане. Теория выдающегося гидромеханика Теодора фон Кармана, положенная в основу исследований зависимости коэффициента гидравлического сопротивления турбулентного течения жидкости от режимов

течения, от состояния внутренней поверхности трубопровода и концентрации используемой присадки, получила в работах автора обобщение и дальнейшее развитие.

Идея применения противотурбулентных присадок для интенсификации процессов трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов возникла достаточно давно, однако до настоящего времени не существовало общепризнанной научно-обоснованной теории для ее практической реализации. Формулы для расчета основного параметра этой технологии – коэффициента гидравлического сопротивления – носили сугубо эмпирический характер и получались, в основном, в процессе промышленных перекачек на том или конкретном трубопроводе. Формулы, содержащие эмпирические константы, у разных исследователей существенно отличались друг от друга, поэтому никогда нельзя было быть уверенными, что результаты перекачек с противотурбулентными присадками окажутся соответствующими ожидающимся.

Использование результатов тестирования присадок на лабораторных стендах (прежде всего ротационных дисковых реометрах), зачастую давали результаты, существенно отличающиеся от тех, которые наблюдались на практике. Да и сами присадки, используемые, например, зарубежными фирмами, относились к разным видам, требующим для прогноза разных формул. Исследования автора диссертации навели в этом вопросе существенный порядок.

Кроме внедрения результатов работы в теорию обучения на всех уровнях подготовки и переподготовки специалистов нефтепроводного транспорта в вузах, результаты исследований автора были внедрены при проектировании и создании базовых исследовательских гидравлических стендов в филиале ООО НИИ Транснефть в г.Уфе, в частности

- при разработке состава блоков измерительного гидравлического стенда т.ч. необходимость использования шнековых или других объемных нагнетателей, оказывающих минимальное воздействие на транспортируемую среду для исключения полной или частичной деструкции (разрушения) ПТП при

проведении стендовых экспериментальных исследований (и, как следствие, исключения недостоверности результатов таких исследований) с многократным прохождением жидкости через насосы,

- разработана последовательность обработки экспериментальных данных, полученных на гидравлических трубных стендах,
- разработана Методика пересчета на реальные магистральные трубопроводы гидравлических свойств ПТП, определяемых по результатам экспериментальных исследований на трубных стендах.

5. Основные замечания и рекомендации к диссертационной работе

К тексту диссертационной работы имеются следующие замечания.

1. В диссертации почти ничего не говорится о температурных условиях применения присадок, хотя известно, что такие условия существенно влияют на их гидравлическую эффективность.
2. В порядке замечания следует отметить, что автор сконцентрировал свои исследования лишь на одном виде присадок – присадок, по введенной им классификации, поверхностного действия, оставив без рассмотрения присадки объемного действия. Правда, в пользу автора говорит тот факт, что большинство присадок, используемых в практике трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов, это полимерные добавки, изменяющие течение, в основном, вблизи стенок трубопровода, то есть присадки именно поверхностного действия.
3. Как отмечалось выше, автор диссертации разработал несколько новых достойных методов тестирования противотурбулентных присадок в ротационных реометрах. Однако отметим, что при этом автор совершенно не рассматривает сопутствующий испытаниям нагрев жидкости в ротационных приборах и возможные при этом искажения результатов тестирования.

4. На взгляд оппонента в четвертом разделе работы, посвященном совершенствованию технологии транспортировки нефти и нефтепродуктов с противотурбулентными присадками, не уделено должного внимания процессам деструкции присадок, то есть постепенному уменьшению гидравлической эффективности присадок вследствие разрушения длиномерных молекул полимера.
5. К недостаткам автореферата следует отнести отсутствие информации о внедрении результатов работы автора при разработке и эксплуатации экспериментального трубопроводного стенда отраслевого научно-исследовательского института «НИИ Транснефть» в г.Уфа, в частности, для проведения многофакторных исследований характеристик агентов снижения гидравлического сопротивления нефти и нефтепродуктов при транспортировке по трубопроводу, а также при разработке методик проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных на стенде.

Указанные замечания не снижают научную и практическую ценность представленной работ и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Выражаю надежду, что автор продолжит свои исследования именно в этом направлении.

6. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Суммарная оценка диссертации. Оформление работы выполнено в соответствии с требованиями ВАК. Диссертация соискателя является законченным научным трудом, обладающим теоретической и практической значимостью, научной новизной и в целом заслуживает положительной оценки. Выполненные исследования весьма содержательны, и как отмечалось, содержат большое число оригинальных выводов и рекомендаций. Изложение этих результатов дано в ясной и логической последовательности.

Работа написана правильным литературным языком и структурирована так, что можно легко проследить суть рассматриваемого вопроса, формулировку каждого научного положения, его обоснование, прежде всего, математическое с использованием добротного аппарата, а также получаемые результаты, теоретические и практические выводы из них вытекающие. Так же хорошо написан и автореферат диссертации.

Исследования автора отражены в достаточном числе публикаций, по которым видна компетентность соискателя в рассматриваемых вопросах. Подавляющее большинство этих публикаций сделано в изданиях, рекомендованных известным Перечнем ВАК. Замечу также, что эти работы, как и сам соискатель, хорошо известны специалистам, работающим в области трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов.

Заключение. Диссертация Н. Н. Голунова «Развитие научно-методических основ применения противотурбулентных присадок для транспорта нефти и нефтепродуктов по магистральным трубопроводам» является законченным научным исследованием, решающим важную народно-хозяйственную проблему, заключающуюся в необходимости совершенствования и развития научно-методических основ применения противотурбулентных присадок для повышения энергоэффективности магистральных трубопроводов для перекачки нефти и нефтепродуктов, что обеспечивает увеличение пропускной способности нефтепроводов и повышение срока службы нефтепроводов, находящихся в эксплуатации достаточно много лет. Внедрение результатов работы вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертация соответствует критериям, установленным в п.п. 9-14 Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства России от 24.09.2013 г. № 842, «Положения о присуждении ученых степеней ВАК Министерства науки и высшего образования РФ» утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от

21.04.2016 г. №335 (п.п. 9-14 п.32) и требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, поэтому ее автор Никита Николаевич Голунов **заслуживает** присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.5 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ» (технические науки).

Консультант управления инновационного
и научно-технического развития ПАО «Транснефть»,
профессор, доктор технических наук по специальностям
07.00.10 – «История науки и техники» и
25.00.19 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»

Я, Сощенко Анатолий Евгеньевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Сощенко Анатолий Евгеньевич

18.01.2024г.

ПАО «Транснефть»

Почтовый адрес: 123112, г. Москва, Пресненская набережная, д. 4, стр. 2

тел.: +7 (495) 950-81-78

E-mail: SoschenkoAE@ak.transneft.ru

Подпись А.Е. Сощенко заверяю.

