

2. Богоявленский В.И. Углеводородные богатства Арктики и Российский геофизический флот: состояние и перспективы. Морской сборник. М.: ВМФ, 2010, №9. С. 53 – 62.
3. Борисов Р.В., Макаров В.Г., Макров В.В., Никитин В.С., Портной А.С., Симоненко А.С., Соколов В.Ф., Степанов И.В., Тимофеев О.Я.; под общ. ред. Соколова В.Ф. / Морские инженерные сооружения. Ч. I. Морские буровые установки: Учебник – СПб.: Судостроение, 2003 г.
4. Золотухин А.Б., Гудместад О.Т., Ермаков А.И. и др./ Основы разработки шельфовых месторождений и строительство морских сооружений в Арктике: Учебное пособие – М.: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефть и газ им. И.М.Губкина, 2000.
5. Лаверов Н.П., Дмитриевский А.Н., Богоявленский В.И. Фундаментальные аспекты освоения нефтегазовых ресурсов Арктического шельфа России // Арктика: экология и экономика. 2011. №1. С. 26 – 37.
6. Скрыпник С.Г. Техника для бурения нефтяных и газовых скважин. М.: Недра, 1989г.
7. Опубликовано в №3/2015 журнала «Морские порты», главная тема которого «Добыча и экспорт нефти в России: итоги-2014 и перспективы».

УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТЬЮ В ВИХРЕВОМ ТЕЧЕНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ПО ТРУБОПРОВОДАМ

П.О. Дедеев, С.Н. Харламов

Научный руководитель профессор С.Н. Харламов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Для инженерных приложений в нефтегазовой отрасли, теплоэнергетике, энергомашиностроении проблема управления гидродинамическими особенностями потоков весьма актуальна. Поскольку большинство промышленных устройств функционируют при высоких тепловых и динамических нагрузках и испытывают на себе влияние неустойчивых и переходных тепловых и вихревых режимов, фазовых превращений в несущей среде, ограничивающих стенках, они крайне чувствительны к развитию пульсационных процессов при переносе импульса, тепла и массы в рабочем теле. Все это ставит проблему оптимизации работы устройств и прогноза неустойчивых и опасных режимов из-за наличия частых прямых и обратных гидродинамических переходов. В условиях ламинаризации (турбулизации) течения в транспортных трубопроводных сетях при наличии неустойчивых внешних факторах (вечная мерзлота, резкие перепады температур, сложный рельеф местности) возникает возможность суперпозиции негативных факторов. Все это вынуждает иметь надёжный и простой способ управления неустойчивостью потоков. Поэтому *цель* настоящего исследования заключается в уяснении особенностей воздействия на гидродинамику потоков в замкнутых системах (закрытых каналах, трубах с узлами и соединениями сложной формы, трубопроводах с произвольной геометрией поверхности стенки и т.д.) эффектов ламинаризации, созданных известными инженерными методами, и оценке их эффективности при предсказании сопротивления.

Хорошо известно [5,6], что в сложном сдвиговом течении прогноз связи между силами трения и турбулентностью весьма ценен и составляет нетривиальную

СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

задачу. В частности, в вопросах управления локальной структурой пульсационного движения за счет реакции на изменение поля давления и уменьшения силы пристеночного трения наши данные показывают, что в настоящее время выделяются следующие группы методов исследования процессов уменьшения составляющих сил пространственного трения как за счет осевых, так и радиальных эффектов в поле скорости [6]: - *первая группа методов* основана на затягивании перехода ламинарного течения в турбулентный режим вдоль поверхности путём улучшения форм обтекания и качество отделки поверхности (например, шероховатости). Однако, на данный момент практически невозможно уменьшить трение на большие порядки в виду исчерпанных резервов этих методов; - *вторая группа* – это искусственные методы управления структурой пристенной турбулентности.

В основе методов управления турбулентностью лежат такие основополагающие физические процессы, как уменьшение продольного импульса вблизи стенки; изменение граничных условий на обтекаемой поверхности (риблеты, податливые покрытия и т.д.); изменение граничных условий внутри пограничного слоя (вдув, отсос, УРВ и т. д.); подавление турбулентных пульсаций скорости и давления (МЭМС- датчики). Кроме вышеупомянутых способов можно также использовать полимерные материалы для наращивания пропускной способности трубопроводных систем [2], что в основном вызвано желанием транспортирующих организаций придать потоку ламинарные свойства. И это будет способствовать уменьшению затрат энергии приводов перекачивающих агрегатов. Результаты исследований показывают, что применение противотурбулентных присадок (ПТП) позволяет увеличить пропускную способность, не прибегая к изменению оборудования и труб. Последнее является критерием гибкости использования такой технологии.

Вместе с вышеуказанным известные исследования [1,3-4] позволяют отметить ряд важных особенностей поведения полимерных присадок в технических системах: - ламинаризация потока полимерами наблюдается преимущественно в турбулентном режиме; - у эффекта ламинаризации наблюдается асимптота, по достижению которой количество полимера уже не влияет на ламинаризацию потока; - с ростом молекулярного веса полимера наблюдается увеличение эффективности присадки, что объясняется более сложной структурой полимерной цепочки, которая, в результате, эффективнее гасит турбулентные вихри; - смешение полимеров с разным молекулярным весом приводит к эффекту ламинаризации в такой степени, с которой бы ламинаризовал поток полимер с большим молекулярным весом, что может объясняться физическим взаимодействием молекул полимеров между собой; - эффект снижения турбулентного трения зависит от растворителя: чем лучше среда растворяет полимер, тем ниже концентрация для достижения требуемого эффекта; - существуют предельные длины молекул и предельные молекулярные массы, ниже которых эффекта снижения трения не наблюдается; - одиночные или недлинные цепочки полимеров также могут вызывать падение трения.

Тщательный библиографический анализ проблемы отечественными и зарубежными специалистами также показывает [1-5], что с уменьшением температуры эффективность присадки падает. Это актуализирует вопрос о применении присадок в арктических условиях. Тем не менее, при поддержании постоянной температуры транспортируемого флюида результаты взаимодействия присадки с потоком остаются в пределах нормы. Другим важным замечанием является то, что присадки неудовлетворительно воздействуют на поток при

больших диаметрах трубопровода, что подтверждено промышленными испытаниями [3]. В результате этого не представляется возможным использовать присадки в магистральных нефтепроводах, однако весь спектр промысловых трубопроводов попадает под области оптимальных диаметров. В заключение стоит отметить, что возможности вышеперечисленных методов управления течениями не ограничиваются исключительно сферой трубопроводного транспорта жидкостей. Но, даже если интересоваться исключительно транспортом нефти, то совокупностью активных и пассивных методов управления можно добиться впечатляющих результатов [1, 3, 6]. Однако, из-за недостаточной фундаментальной изученности рассматриваемых проблем и слабого обоснования надежности имеющихся методов к прогнозу течений в сложных климатических условиях требуются дополнительные исследования по учету отличий экспериментальных и лабораторных исследований от промышленных результатов.

Литература

1. Cunha F. R., Andreotti M. A Study of the Effect of Polymer Solution in Promoting Friction Reduction in Turbulent Channel Flow // *Journal of Fluids Engineering*, 2007 – Vol. 129 – pp. 491 – 505.
2. Toms B.A., Some observation on the flow of linear polymer solution through straight tubes at large Reynolds number // *Proceedings of the 1st International Congress on Rheology – North Holland, Amsterdam, The Netherlands, 1948 – Vol. 2 – pp. 135–141.*
3. Karami H.R., Mowla D. Investigation of the effects of various parameters on pressure drop reduction in crude oil pipelines by drag reducing agents // *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 2012 – Vol. 177–178 – pp. 37–45
4. Kharlamov S et al. Suppression of flow pulsation activity by relaxation process of additive effect on viscous media transport // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2015. – pp. 1-6.
5. Богдевич В.Г., Кобец Г.Ф. и др. Некоторые вопросы управления пристенными течениями // *Журнал прикладной механики и технической физики*. № 5, 1980. - стр. 99 – 109.
6. Корнилов В.И. Проблемы снижения турбулентного трения активными и пассивными методами (обзор) // *Теплофизика и аэромеханика*, 2005, №2 – стр.183-208.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПО БОРЬБЕ С ГАЗОГИДРАТАМИ В ШЛЕЙФАХ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Р.К. Коротченко, К.А. Рогова

Научный руководитель старший преподаватель Ю.А. Максимова

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия***

Проблема гидратообразования в системах сбора газа и нефти, является актуальной на сегодняшний день, так как гидратообразование является одним из основных осложнений на газовых промыслах северных районов, в том числе районах Арктики. Газовые гидраты приводят к нарушениям в технологических процессах добычи, транспорта и переработки газа.