

Разработка и создание широкодиапазонного ряда трубопроводных всережимных стабилизаторов течения на основе модельной отработки опытно-промышленных образцов

Работа была проведена в 2014 г. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 г.г.» в период с 17 июня 2014 г. по 31 декабря 2014г.

Соглашение о предоставлении субсидии № 14.574.21.0016 от 17 июня 2014 г. (Этап 1)

Научный руководитель проекта: старший преподаватель, к.т.н. Роголёв Андрей Николаевич

Ответственный исполнитель: начальник отдела, Ахмеджанова Оксана Павловна

1. Цель научного прикладного исследования и экспериментальной разработки

Разработка принципиально новых способов борьбы с вибрацией трубопроводов путём защиты их стенок от прямого воздействия динамических нагрузок, вызываемых нестационарным течением сжимаемых и несжимаемых сред. Результатом данного проекта будет являться создание гидродинамических стабилизаторов течения и устройств защиты трубопровода от воздействия гидравлических ударов, которые внесут значительный вклад в практическое решение проблемы повышения надёжности трубопроводных систем, а значит, и промышленных комплексов в целом.

2. Основные результаты ПНИ

1. Проведен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей проблему разработки и создания широкодиапазонного ряда трубопроводных всережимных стабилизаторов течения. Обзор осуществлялся по литературным источникам за период 2000-2014 гг. Проведён аналогичный аналитический обзор по вопросам теории гидравлического удара, а также разработки устройств стабилизации давления.

2. Проведены патентные исследования по теме проекта в соответствии с ГОСТ 15.011-96 и выявлены основные принципы действия используемых в настоящее время устройств защиты от гидравлического удара и стабилизаторов течения.

3. На основе анализа материала, полученного в ходе работ п.1 и п.2 сформулирована основная тематика инновационных разработок в данном направлении: снижение гидравлического сопротивления стабилизаторов течения при сохранении и повышении их эффективности; ввод воздуха в трубопровод как способ защиты от гидравлического удара.

4. Проведено теоретическое обоснование выбранных способов борьбы с динамическими нагрузками, в рамках которого было определено, что для гашения гидравлического удара достаточно концентрации нерастворённого воздуха, не превышающей 7% при самых неблагоприятных условиях. Также была разработана концепция нового стабилизатора течения: его поверхности располагаются по ходу течения, что позволяет значительно снизить гидравлическое сопротивление за счёт увеличения проходного сечения. Сами поверхности могут быть выполнены в виде перфорированных труб или пластин. Действие нового стабилизатора течения основано на борьбе с отрывными вихрями, которые, как правило, и являются причиной вибрации трубопровода.

5. Для проведения экспериментальных исследований экспериментальных образцов стабилизаторов течения на сжимаемых средах был разработан экспериментальный стенд, имитирующий работу трубопроводной системы в условиях динамических нагрузок и эскизная конструкторская документация на него. Стенд состоит из воздуходувки, бака-ресивера и трубного генератора неравномерности, представляющего собой многократно изогнутый трубопровод, за которым устанавливается стабилизатор течения с целью опытного изучения его воздействия на поток. Изготовлен экспериментальный стенд для исследования стабилизаторов течения на сжимаемых рабочих средах.

6. С использованием методов численного моделирования (в программной среде ANSYS Fluent) были определены геометрические соотношения, позволяющие создать

широкодиапазонный ряд стабилизаторов течения для трубопроводов диаметром от 50 мм до 1000 мм. Эффективно работающий стабилизатор течения обладает соотношением длины корпуса к диаметру, равным 2:1, отношением проходного сечения к общей площади сечения 0,83, его диаметр равен диаметру трубопровода. За стабилизатором получен симметричный профиль скорости, коэффициент неравномерности которого составил менее 0,15 против исходных для условий моделирования 0,7. Гидравлическое сопротивление нового стабилизатора течения составляет не более 2,4% от начального давления, что значительно ниже аналогичного показателя прочих стабилизаторов течения, для которых, при сопоставимом выравнивающем воздействии, он доходит до 30%.

7. Разработана эскизная конструкторская на экспериментальные образцы стабилизаторов течения.

8. Разработана программа и методика экспериментальных исследований экспериментального образца стабилизатора течения на сжимаемых рабочих средах.

3. Оценка элементов новизны научных, конструкторских и технологических решений

В отличие от используемых в настоящий момент стабилизаторов течения, поверхности нового устройства располагаются в трубопроводе по ходу течения потока, что позволяет снизить их гидравлическое сопротивление за счёт увеличения проходного сечения (до 0,83% исходного сечения против 35%). Работа такого стабилизатора оказывается не менее эффективной, так как его конструкция позволяет бороться с основным источником неравномерности поля скоростей, а значит, и динамических нагрузок – отрывными вихрями, не внося при этом в поток дополнительных значительных возмущений.

4. Область применения результатов ПНИ

Результаты ПНИ могут быть использованы в любой отрасли промышленности, эксплуатирующей сложные трубопроводные системы, среди которых в первую очередь стоит выделить энергетику.

5. Оценка перспектив продолжения работ по проекту

Полученные по итогам выполнения этапа 1 ПНИ результаты позволяют сделать обоснованный вывод, что в ходе дальнейшей работы над проектом могут быть выполнены все поставленные задачи и создан эффективный конкурентоспособный продукт.