

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Подопросветовой Анастасии Борисовны
«Теоретическое и экспериментальное исследование устойчивости упругой
трубки с протекающей внутри жидкостью», представленной на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Актуальность.

В представленной на отзыв диссертационной работе весьма подробно исследуются устойчивые состояния упругих трубок при протекании по ним жидкостей с различной реологией.

В технических системах сеть упругих трубок широко используется для подачи различных рабочих жидкостей (топливо, охлаждающие жидкости, химические компоненты и т.п.). В настоящее время транспорт биологических жидкостей и газов в организме человека и животных также часто рассматривается с помощью моделей течения вязкой несжимаемой жидкости по сети эластичных трубок. При этом как упругие свойства (крупные, средние и малые артерии, вены, бронхиальные трубки, лимфатические сосуды, желчные протоки и др.), так и реология протекающей среды (кровь, дыхательный газ, лимфа, желчь и др.) и характерные режимы течений весьма различны.

Таким образом, исследования по данному направлению несомненно являются актуальными несмотря на обилие математических и экспериментальных моделей, рассматривающих течения в упомянутых выше и других сетевых магистралях, поскольку в настоящее время внимание уделяется в основном течениям в ограниченном типе условиях.

Результаты работы могут в дальнейшем оказаться полезными для развития представлений о гидродинамических факторах сердечно-сосудистых заболеваний, связанных с патологическими изменениями сосудистого русла и реологии крови.

Краткий анализ содержания работы.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, включающего 130 источников, списка рисунков и списка таблиц.

Во **введении** обоснована актуальность работы, её научная новизна, обсуждается теоретическая и практическая значимость, сформулирована цель, поставлены задачи исследования.

Первая глава содержит достаточно обширный обзор литературы, позволяющий получить представление о современном состоянии исследований в данной области, а также место данной работы. В первой главе также выводится одномерная математическая модель течения степенной

жидкости в длинной упругой трубке, которая затем используется в остальной части работы.

Вторая глава посвящена теоретическим исследованиям существования и единственности решения при протекании степенных жидкостей по осесимметричной трубке. Выполнено аналитическое исследование устойчивости положений равновесия в стационарном случае.

В третьей главе исследована локальная и абсолютная устойчивость однородной трубки. Показано, что потеря устойчивости линейно-вязких сред с сохранением осесимметричности движения невозможна. Получены условия глобальной неустойчивости. В заключении главы проведен численный анализ влияния продольного натяжения и длины трубки на её устойчивость.

В четвертой главе изложены результаты экспериментальных исследований зависимости типов колебаний упругой трубки при различных перепадах давления. Поводится сравнения турбулентного и ламинарного режимов с равными расходами.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Степень обоснованности научных положений и выводов.

Обоснована постановка математических задач, имеющих важное теоретическое значение и представляющих практическую ценность. Экспериментальная часть выполнена с использованием оборудования целиком соответствующего по своим характеристикам поставленным задачам.

Достоверность.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректным и грамотным использованием математического аппарата, логичностью выводов, экспериментальными исследованиями, совпадением результатов в некоторых приближениях с ранее известными.

Научная новизна.

Новизна представленной работы связана с исследованиями течений нелинейно-вязких жидкостей в длинных упругих трубках в широком диапазоне нелинейности. Также, важной и малоисследованной на сегодняшний день областью является экспериментальный анализ режимов ламинарных течений в длинных деформируемых трубках. Известные на сегодняшний день исследования посвящены в основном анализу течений ньютоновских жидкостей или жидкостей с конкретным видом нелинейной вязкости.

Замечания по диссертации.

В теоретической части рассматриваются стационарные граничные условия, что не всегда является характерным в прикладных задачах. Например, в артериальной части кровеносной системы кровоток является

пульсирующим. Можно ли обобщить результаты данной работы на квазипериодические режимы течений?

При теоретическом анализе в основном рассматриваются трубки бесконечной длины, либо трубки конечной длины с постоянным перепадом давления. Не ясно, как изменится результат при других весьма распространенных в данных задачах граничных условиях (неотражающие условия, свободный сток, наличие терминального сопротивления, описываемое, например, виндкессель-моделью, наличие ветвлений трубок и др.).

Связь теоретических исследований, представленных в первых трёх главах, и экспериментальных исследований, описанных в четвертой главе, следует конкретизировать более чётко.

Некоторые формулировки следует уточнить. Например, «при учёте вязкости трубка может иметь лишь конечную длину».

Данные замечания не умаляют высокого уровня, на котором выполнена работа и её теоретической и практической значимости.

Заключение.

Диссертация «Теоретическое и экспериментальное исследование устойчивости упругой трубки с протекающей внутри жидкостью» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор, Подопросветова Анастасия Борисовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Кандидат физико-математических наук, доцент,
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский физико-технический институт
(государственный университет)»
Симаков Сергей Сергеевич

«25» января 2021 г.

Подпись С.С. Симакова удостоверено

