

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Е.С. Норькова «Разработка методов расчета характеристик демпфирования общей вибрации судов с учетом гидродинамических сил волновой и вязкостной природы» по специальности 05.08.01 – «Теория корабля и строительная механика».**

Тема данной диссертационной работы является актуальной, поскольку с учетом современной тенденции в судостроении к разработке и проектированию высокоскоростных судов универсального назначения с эффективным использованием в водоемах различного масштаба, стало необходимым не только при создании нового образца, но и при использовании уже спущенных на воду судов проведение тщательной оценки влияния гидродинамических нагрузок на корпус судна. При этом данные нагрузки, даже если они не наибольшие по величине, а соответствующий вибрационный спектр характеризуется относительно малой средней составляющей по амплитуде, то и при этом могут возникнуть значительные вибрации, что при наихудшем стечении обстоятельств может привести к аварийной ситуации.

Для того, чтобы своевременно и с необходимой инженерной точностью произвести оценку таких нагрузок, важно, в первую очередь, исследовать природу гидродинамического демпфирования, обусловленного ходом корабля.

Поэтому основной целью работы является оценка влияния гидродинамических сил сопротивления воды движению судна, имеющих волновую и вязкостную природу, на демпфирование общей вынужденной вибрации судов (особенно для кораблей переходного режима движения и глиссирующие типа) и разработка практических методов расчета сил гидродинамического сопротивления общей вибрации.

Как отмечено автором во введении и в первой главе диссертационной работы, этими вопросами отечественные специалисты занимались с начала XX века и наиболее полных результатов на современном этапе развития теории и строительной механики корабля удалось достичь в ФГУП «Крыловский государственный научный центр» в работах Г.Б.Крыжевича.

Автором настоящей работы предлагается оригинальный подход, позволяющий с помощью расчетов, проводимых с использованием одного из наиболее современных методов численного анализа напряженно - деформированного состояния конструкции, находящейся в различных средах, - метода конечных элементов (метода конечных объемов - программный пакет ANSYS CFX) с учетом также данных физического

эксперимента и моделирования (натурного и модельного), полученных в том числе в опытовом бассейне ФГУП «Крыловский государственный научный центр» на масштабных моделях, оценить в итоге каждую из основных составляющих гидродинамического демпфирования, которые описаны в первой главе диссертации:

- транцевое демпфирование, волновое и вязкостное демпфирование при продольном обтекании судна и вязкостное демпфирование при поперечном обтекании судна.

Свои расчеты и анализ полученных результатов автор проводит для моделей судна переходного режима движения и глиссирующего судна. При этом, для проверки адекватности и точности применяемых при конечно - элементном моделировании гипотез он использует тестовые задачи, решение которых позволяет ему сделать вывод о справедливости вводимых допущений, а также корректности и достоверности решения основных задач, поставленных в работе.

Необходимо отметить, что в процессе работы, помимо проводимых расчетов и скрупулезного анализа получаемых результатов, автор разработал также ценные рекомендации по формированию численных моделей трехмерного обтекания моделей судов, реализуемых в программном пакете ANSYS CFX для наиболее рационального применения многопроцессорной вычислительной техники.

При выполнении диссертационной работы существенно отметить ее важные результаты, обладающие научной новизной:

1. Разработка верифицированного метода численного расчета характеристик демпфирования общей вибрации судна с учетом гидродинамических сил сопротивления воды движению корабля волновой и вязкостной природы.
2. Определение связи между силами сопротивления воды и силами, вызывающими демпфирование общей вибрации.
3. Впервые получены результаты численного анализа влияния скорости судна, тона колебаний и других параметров на характеристики демпфирования, вызванного гидродинамическими силами волновой и вязкостной природы.

Следует также отметить осмысленный диссертантом и последовательно реализованный сложный и многоплановый объем расчетно-экспериментальных исследований, проведенных в соответствии со структурной схемой на с. 7 автореферата.

По автореферату работы могут быть сделаны следующие замечания:

- 1) Из описания актуальности темы следует, что в работе будет произведен учет влияния вихреобразования на гидродинамическое демпфирование, хотя из автореферата не ясно как это реализуется.

2) По материалам третьей главы автореферата не ясно, каким образом перестраивалась конечно - элементная сетка для определения вязкостного демпфирования, возникающего при поперечном обтекании судна, т. к., например, согласно второму абзацу на стр. 17 линейный размер конечного элемента составляет  $1/5$  от амплитуды колебаний, а расчет производился для двух значений амплитуды. Сделано ли это вручную или же написан дополнительный макрос, позволяющий автоматизировать конечно-элементное разбиение (т. н. «параметрическое задание постоянных»)?

3) Значение транцевого демпфирования составляет порядка 1000% от внутренних потерь в конструкциях и системах судна, что следует из рис. 9 на стр. 21 – не совсем корректное определение. На наш взгляд проще привести сравнительные данные или оценки.

4) В автореферате отсутствует описание физической модели и моделирования, а также неясно, каким образом происходило независимое (или хотя бы общее) определение демпфирования в многочисленных натуральных экспериментах.

5) В последнем абзаце на стр. 18, в обоих местах следует сослаться на формулы (8) и (9) совместно.

6) По оформлению автореферата дополнительно следует отметить ряд опечаток и стилистических неточностей в описании на с.с. 6, 9, 10, 12, 16, 18, 21 и 22, а также отсутствие единообразия в обозначении таблиц («табл.», «таблица») и т.д.

Несмотря на указанные замечания, которые носят рекомендательный характер, общая оценка диссертационной работы положительная. Основная цель работы выполнена – квалифицированно проведена оценка влияния гидродинамических сил сопротивления воды движению судна, имеющих волновую и вязкостную природу.

Содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что диссертационное исследование Е.С.Норькова «Разработка методов расчета характеристик демпфирования общей вибрации судов с учетом гидродинамических сил волновой и вязкостной природы» является самостоятельным, логически обоснованным и завершённым исследованием в области «Теории корабля и строительной механики». Исходя из данного автореферата, вполне понятно, что проведенное исследование отличается научной новизной и существенным исследовательским вкладом в анализ напряженно - деформированного состояния, а также вибропрочности конструкции корпусов судов и в прогнозирование данных параметров при реальных условиях эксплуатации судов. Предлагаемые диссертантом рекомендации по созданию конечно - элементных моделей корпусов судов с учетом мелких частей корабля (скуловых килей) и комплексный подход к решению важнейших задач исследования колебаний корпуса корабля, основанный на совместном использовании данных, полученных при физическом и численном моделировании,

являются полезным вкладом как при решении поставленной задачи, так и при использовании их в учебном процессе при подготовке студентов.

В соответствии с результатами рассмотрения автореферата данной диссертации следует отметить, что научная новизна, практическая значимость, высокая квалификация диссертанта и достоверность полученных им результатов, позволяют считать, что выполненные исследования являются законченной работой по теме «Разработка методов расчета характеристик демпфирования общей вибрации судов с учетом гидродинамических сил волновой и вязкостной природы», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук и отвечает требованиям ВАК России, а ее автор - Норьков Евгений Сергеевич, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.01 – «Теория корабля и строительная механика».

Заведующий Лабораторией ИМАШ РАН  
Доктор Технические Наук

С.М.Каплунов

Старший научный сотрудник  
Кандидат Технические Наук

Н.Г.Вальес

«<sup>14</sup>» июля 2015 г. Подпись руки С.М.Каплунова и Н.Г.Вальес удостоверяю  
Начальник отдела кадров ИМАШ РАН

Э.Н.Петюков

