

ОТЗЫВ

**официального оппонента Таранова Андрея Евгеньевича на
диссертацию Рахматуллина Радмира Рифовича
«Моделирование и исследование рабочих процессов водоходных движителей
самоходных паромов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности
05.04.13 - «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты»**

Актуальность темы диссертации

Диссертация посвящена разработке и валидации методики расчета гидродинамических характеристик водоходных движителей самоходных паромов и оценке их ходкости. Сложность и актуальность данной проблемы обусловлена тем, что класс самоходных паромов представлен большим количеством схемных и конструктивных решений, для которых невозможно однозначно определить инженерные формулы расчета гидродинамических характеристик. Постоянно повышающиеся функциональные требования к самоходным паромам при фиксированных габаритных ограничениях приводят к необходимости использования методов вычислительной гидродинамики для прямого определения гидродинамических характеристик и их дальнейшего улучшения. При этом сложность процессов взаимодействия корпуса и водоходного движителя самоходного паромы требует решения задачи для системы «корпус-двигатель» в целом.

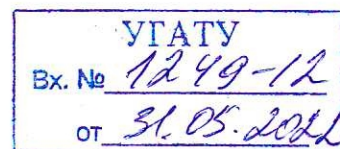
Таким образом, проблемы, рассмотренные в диссертации, безусловно, являются актуальными.

Основные результаты и научная новизна

Основной материал диссертации состоит из четырех глав. В первой главе проведен анализ проблемы исследований, поставлены цели и задачи. Приведена подробная классификация транспортных средств, используемых для преодоления водных преград.

Вторая глава посвящена формулировке математической модели физических процессов, характерных для системы «корпус - водоходный движитель», и расчету гидродинамических характеристик этой системы.

В третьей главе приведена методика проведения экспериментальных



исследований гидродинамических характеристик самоходного парома и выполнено сравнение результатов численного моделирования и физических экспериментов.

В четвертой главе диссертационной работы представлена методика моделирования рабочих процессов водоходных движителей самоходных паромов и даны рекомендации по проектированию или оптимизации параметров системы «труднообтекаемый корпус – водоходный движитель». Данная методика, позволяющая выполнять исследования ходкости объектов с плохообтекаемой и нетрадиционной для морской техники формой, для которых неприменимы стандартные судостроительные методики, и составляет научную новизну диссертационной работы.

Теоретическая и практическая значимость результатов

Полученные результаты имеют практическое значение. Разработанная методика внедрена в учебный процесс ФГБОУ ВО «УГАТУ». Результаты, полученные с использованием методики моделирования рабочих процессов водоходных движителей внедрены в ФЛ АО "ВМЗ" в г. Уфа и позволили повысить ходовые качества самоходной машины ПММ-2М.

Результаты и выводы диссертации строго обоснованы, основные положения сформулированы в основном четко и ясно.

Апробация работы

По теме диссертации опубликованы 10 научных работ (в том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень, рекомендованный ВАК). Результаты диссертации доложены на 3-х научных конференциях и внедрены в производственную деятельность ФЛ АО «ВМЗ» в г. Уфа.

Диссертация и автореферат

в основном написаны ясным и понятным научным языком. Автореферат в полной мере отражает содержание работы. Оформление диссертации и автореферата в основном соответствует предъявляемым к ним требованиям.

Замечания по содержанию работы

1. Некорректное использование термина *верификация* по всему тексту диссертационной работы. В соответствии с ГОСТ Р57188-2016 «Численное моделирование физических процессов. Термины и определения» подтверждение

адекватности математической модели моделируемому объекту называется *валидацией*. Тот же ГОСТ Р57188-2016 устанавливает определение *верификации* как подтверждение корректности решения уравнений математической модели.

2. В качестве одного из результатов в разделе «научная новизна», стр. 6, указано обоснование модели турбулентности. Из текста диссертации следует, что речь идет скорее всего об обосновании **выбора** модели турбулентности из имеющихся в коммерческом ПО Ansys CFX.

3. В тексте на стр. 38 сказано, что «сила тяги ... определяется по кривой сопротивления корпуса...», что не совсем корректно. Сила тяги двигателя определяется из физических либо численных экспериментов. Используя кривую сопротивления корпуса можно определить только потребную тягу двигателя.

4. На стр.76 сказано, что «Проведенные расчеты позволили разработать ГВ рациональной геометрии ...». При этом отсутствует какая-либо информация о том, как именно проведенные расчеты позволили определить параметры ГВ рациональной геометрии, приведенные в Таблице 2.4. Также не совсем понятно о каком типе расчетов идет речь – по разработанной математической модели АМ с ВД или по методикам проектирования гребных винтов.

5. На странице 85 указано, что шаг по времени в расчетной модели соответствует повороту винта на 90° . Опыт выполнения численного моделирования самоходных испытаний объектов морской техники в Крыловском государственном научном центре показывает, что даже при шаге по времени, соответствующем 5-ти градусам силы и моменты на двигателе определяются с погрешностью. Типичным шагом по времени для моделирования работы судовых двигателей считается 1-2 градусный шаг, а при наличии модели кавитации 0.5-1 градусный. Отсутствие исследований сходимости математической модели по шагу по времени существенно снижает её достоверность.

6. На стр. 94 сделан вывод о том, что оценка ходкости, выполненная на основе раздельного моделирования компонентов системы «корпус-двигатель» дает завышенные результаты. Именно поэтому в действующих традиционных методиках расчета ходкости судов на базе буксировочного сопротивления обязательно использование коэффициентов взаимодействия.

7. На стр. 96-97 сказано, что «Использование предлагаемого математического аппарата совместного моделирования корпуса и ВД АМ обеспечивает рост гидродинамических характеристик паромной машины.» и «Выполнен расчет ГВ ВД АМ с целью увеличения силы тяги для существенного повышения ходовых характеристик паромной техники.» – Сила тяги двигателя не зависит от факта

выполнения расчетов и от их количества. Расчеты выполняются в обеспечение проектирования движителя с улучшенными гидродинамическими и кавитационными характеристиками. Это существенное замечание по пониманию диссертантом места и роли численного моделирования в процессе создания объектов.

8. В разработанной диссертантом методике (стр.143) в перечень шагов, необходимых для выполнения численного моделирования, включены методические исследования: «Строятся несколько вариантов расчетной области, с разными размерами сторон, и проводится численное моделирование на разных режимах работы ВД. Определение оптимальных размеров расчетной области ведется по интегральным параметрам (давлению, скорости, и т.д.) до тех пор, пока размеры расчетной области не будут оказывать влияния на рассматриваемые параметры.» В разработанной, валидированной и апробированной методике этот пункт должен содержать конкретные значения размеров области. Например, 1 длина объекта спереди и сбоку от объекта, 5 длин объекта сзади и т.д. Иначе каждый пользователь данной методики вынужден лично проводить методические исследования - моделировать несколько режимов на нескольких расчетных сетках перед началом непосредственной работы над объектом.

9. В диссертации не приводятся числа Рейнольдса, характерные для изучаемых физических (рабочих) процессов. Понятие числа Рейнольдса отсутствует в работе. В тоже время характерные числа Рейнольдса служат для корректного выбора модели турбулентности, оценки необходимости использования моделей ламинарно-турбулентного перехода, оценки параметров расчетной сетки вблизи границ потока и т.д.

10. Можно отметить недостаток методических (тестовых) исследований, обосновывающих выбор элементов расчетной методики (модель турбулентности, модель кавитации, схемы дискретизации и шаги по пространству и времени).

Приведенные замечания в целом не снижают практической значимости полученных результатов.

Заключение по диссертации

Диссертация Р. Р. Рахматуллина является самостоятельной научно-квалификационной работой, обладающей актуальностью, новизной и практической значимостью. Основные результаты работы обоснованы и валидированы на основе экспериментальных исследований натурального объекта. Диссертация соответствует

специальности 05.04.13 – Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты и отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Постановления правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Рахматуллин Радмир Рифович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по вышеуказанной специальности.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук,
начальник отделения математического
моделирования и суперкомпьютерных технологий

ФГУП «Крыловский
государственный научный центр»



Таранов А. Е.

13.05.2022

Подпись Таранова А.Е. удостоверяю

Начальник отдела кадров



Мещерякова Н.В.

Контактная информация:

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Крыловский государственный научный центр»
196158, г. Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44
Отделение математического моделирования
и суперкомпьютерных технологий
Таранов Андрей Евгеньевич
e-mail: AE_Taranov@ksrc.ru