

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Абдулина Арсена Яшаровича «Методика моделирования рабочего процесса водометных движителей скоростных судов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.13 – «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты».

На отзыв представлена диссертационная работа объемом 160 страниц машинописного текста, которая содержит введение, 4 главы, основные результаты, выводы и два приложения. Библиографический список включает 75 наименований. Материалы диссертации опубликованы в 11 печатных работах, в том числе 4 работы в изданиях из перечня ВАК.

Актуальность темы исследования

Необходимость расчета характеристик рабочего процесса водометных движителей (ВД) скоростных судов с высокой точностью требует проведения дорогостоящих испытаний. Использование методов вычислительной гидродинамики, реализованных в коммерческих программных пакетах, позволяет получить широкую и подробную информацию о рабочем процессе ВД: поля скоростей и давлений в проточной части, моменты сил на лопатках рабочего колеса и спрямляющего аппарата, тяговые характеристики и другие параметры. В частности, такая информация дает возможность определить пути повышения эффективности рабочего процесса ВД.

Методы моделирования рабочих процессов ВД достаточно хорошо исследованы, в частности широкое распространение получили одномерные и двухмерные методы расчета течения. Однако в большинстве работ не достигнуто достаточного согласия между расчетными и экспериментальными данными.

На основании изложенного считаю, что диссертация Абдулина А.Я. по специальности 05.04.13 – «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты»,

посвященная исследованию и совершенствованию рабочего процесса водометных движителей и разработке методики численного моделирования, является актуальной.

Общая методика исследования

Диссертант Абдулин А. Я. выполнил систематические исследования влияния граничных условий и моделей турбулентности в программном пакете ANSYS CFX на результаты течения вязкой жидкости в проточной части ВД скоростных судов. Автор разработал методику расчета течения несжимаемой турбулентной жидкости с учетом паровой кавитации для ВД с лопастными насосами, входным устройством статического напора и выбросом струи в воздух и выработал рекомендации к выбору геометрических параметров ВД и моделей течения. На основе результатов численного моделирования автор разработал методику расчета интегральных параметров ВД и лопастных насосов и провел их верификацию с использованием данных, полученных на полноразмерных и модельных объектах.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Анализ работ по тематике диссертации, представленный в работе, является достаточным. Список использованной литературы содержит 75 наименований.

В работе Абдулина А. Я. рассматривается модель течения вязкой жидкости на основе осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса. Проанализированы используемые модели турбулентности, кавитации, размеры расчетной области. Рациональный выбор моделей турбулентности и кавитации определяет качество результатов решения поставленных задач. Поэтому проделанный анализ имеет высокую ценность.

Научная новизна полученных результатов

Новые научные результаты, полученные соискателем:

1. Численная модель рабочего процесса водометного движителя, поставленная в программном пакете ANSYS CFX и учитывающая турбулентность потока, паровую кавитацию, нестационарность и неравномерность. С использованием разработанной модели рассчитаны интегральные характеристики водометных движителей.

2. Результаты экспериментальных исследований, полученные на ходовой лаборатории, на базе глиссирующего катера FreeRider-490C-Jet с водометным движителем и результаты верификации численной модели рабочего процесса. По результатам верификации обоснован выбор модели турбулентности SST и откорректированы коэффициенты конденсации и испарения в модели кавитации Рэлея-Плессета.

3. Методика численного моделирования рабочего процесса водометного движителя, которая, в отличие от известных методик, наиболее полно учитывает протекающие процессы: паровую кавитацию, неравномерность полей скоростей и давлений, нестационарность потока.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Автором проведено систематическое исследование течений с использованием высокорейнольдсовых моделей турбулентности: стандартной $k-\varepsilon$ и RNG $k-\varepsilon$, моделей. Исследованы течения при использовании низкорейнольдсовой SST $k-\omega$ модели и модели напряжений Рейнольдса LRR RS. Сравнение результатов расчета проводилось для полноразмерного катера FreeRider-490C-Jet, эксперименты на котором проводились при непосредственном участии автора (г. Уфа, ООО НПП «Мастер-Мотор») и модельного катера с ВД, экспериментальные данные по которому заимствованы из отчета зарубежной лаборатории CMS (Center for Maritime Systems, США).

В работе большое внимание удалено решению сложной геометрической задачи – построению поверхности лопастей рабочего колеса оседиагонального типа по линиям тока. Результаты моделирования показали прирост КПД лопастного насоса при использовании рабочего колеса данного типа.

Автором выработаны рекомендации по заданию граничных условий на входе и выходе расчетной области, при вращающихся и неподвижных стенках, выбору взаимодействия между статорными и роторными областями, а также проведены расчеты ВД в полной постановке с учетом кавитации, неравномерности и нестационарности потока. Результаты численного моделирования рабочего процесса ВД показали хорошее совпадение с экспериментальными результатами (расхождение не превышает 3%).

В настоящей работе показано, что учет течения в радиальном зазоре РК (величина зазора составляет 1% от радиуса РК) приводит к ухудшению интегральных параметров ВД в пределах 5%.

Особо хотелось бы подчеркнуть, что в работе реализован системный подход, работа сбалансирована, в достаточной степени представлены результаты численного исследования и физического модельного и натурного экспериментов.

Результаты научных исследований диссертанта являются новыми. Они найдут практическое применение в исследовательских и проектных центрах, предприятиях и организациях, занимающихся трехмерным численным моделированием и проектированием лопастных гидромашин и ВД.

Достоверность полученных результатов обеспечивается их хорошим согласием с экспериментальными данными.

Замечания по диссертации

По работе считаю необходимым сделать следующие замечания.

1. Не исследовано влияние гексагональной структурированной сетки на результаты численного моделирования.
2. В работе автора недостаточно подробно исследованы кавитационные процессы, в частности, не учтено влияние нерастворенного воздуха и примесей на кавитационные характеристики ВД.
3. Не исследовано влияние вибрации конструкции на гидродинамику потока, т.к. вибрация может вызывать кавитацию и ухудшать характеристики рабочего процесса ВД.

Замечания по работе не снижают ее достоинства.

Общая оценка диссертации

Диссертация представляет законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне. В работе решена одна из важных для ВД и лопастных насосов задача расчета трехмерного течения вязкой несжимаемой жидкости в проточной части сложной геометрии.

Тема диссертационной работы Абдулина А.Я. соответствует научной специальности 05.04.13 – «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты». Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертации. В целом диссертационная работа позволяет судить о достаточной научной квалификации А.Я. Абдулина.

Считаю, что рецензируемая диссертационная работа отвечает требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, а ее автору Абдулину Арсену Яшаровичу может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.04.13 – «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты».

Официальный оппонент

доктор технических наук, доцент

профессор кафедры «Механика
композиционных материалов и
конструкций»

ФГБОУ ВПО «Пермский
национальный исследовательский
политехнический университет»



Модорский В. Я.

Подпись заверяю:

Начальник общего отдела
Пермского национального
исследовательского политехнического университета