

# УТВЕРЖДАЮ

Научный руководитель –  
начальник 20 отделения  
ФГУП «Крыловский государственный  
научный центр»  
д.т.н., с.н.с.

В.Г. Хорошев

«19» марта 2018 г.



## Заключение

### 20 отделения ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

по диссертационной работе, представленной Е.А. Морозовой на соискание ученой степени кандидата технических наук, на тему: «Исследование особенностей обтекания надводных частей объектов морской техники, и разработка рекомендаций по уменьшению их задымляемости и улучшению условий эксплуатации летательных аппаратов»

#### 1 Актуальность темы

Повышение эффективности надводных морских сооружений, включая надводные суда и корабли, неразрывно связано с рациональным выбором формы надводной архитектуры. Аэродинамику надводных частей определяют ветровые нагрузки, действующие на корабль (судно), условия задымляемости и возможность безопасного базирования ЛА. Поскольку определенных требований к уровню задымляемости судна не существует, допустимые параметры воздушного потока не всегда определены для ЛА того, или иного типа, и в руководящих документах по проектированию нормативного требования к определению структуры воздушного потока вблизи судна не существует, то проектанты формируют надводную часть судна, не всегда представляя возможные негативные влияния надстроек на воздушные потоки вблизи судна. Между тем, указанные факторы могут существенно влиять на эксплуатационные качества судна.

Аэродинамика надводных частей кораблей, судов и различных объектов морской техники в настоящее время приобрела большое значение при проектировании указанных инженерных сооружений по двум основным причинам:

1) Обеспечение минимального уровня задымляемости корпусных надстроек, включая места забора воздуха в систему вентиляции судна.

Здесь необходимо отметить три основных аспекта. Первый связан с уровнем комфорtnости существования и работы экипажа и пассажиров. Второй аспект возможных проблем, связанных с задымляемостью, обусловлен забором загазованного воздуха в систему вентиляции корабля (судна). Третий аспект обусловлен воздействием отработанных газов силовых установок корабля (судна) на двигатели летательных аппаратов (ЛА), вызывая местное повышение температуры и изменение состава воздуха на входе в двигатели ЛА.

## 2) Улучшение структуры потока над взлетно-посадочными площадками, включая зоны оперативного пространства работы авиационной техники.

В связи с появлением вертолетного вооружения на большинстве плавсредств среднего и большого водоизмещения (больше 1000 т) появились актуальные задачи аэродинамического взаимодействия летательного аппарата с надводной частью морского инженерного сооружения.

Опыт работы вертолетной авиации на кораблях и судах отечественного флота позволил сформулировать конкретные рекомендации летчиков для обеспечения безопасности полетов на существующих кораблях и судах. Однако остается открытым вопрос об улучшении надводной архитектуры новых плавсредств с точки зрения совершенствования их взаимодействия с летательными аппаратами.

## **2 Цель работы**

Целью настоящей работы является разработка рекомендаций на основе экспериментальных и численных исследований по уменьшению задымляемости кораблей (судов) и улучшению структуры воздушного потока над взлетно-посадочными вертолетными площадками, расположенными на различных объектах морской техники.

## **3 Краткая характеристика содержания, обоснованность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Диссертационная работа состоит из семи разделов.

Первым разделом является введение, в котором представлены: актуальность избранной темы, степень ее разработанности, цели и задачи, научная новизна, практическая значимость диссертационной работы.

Второй раздел представляет собой обзор материалов по теме настоящей диссертации и практический опыт по задымляемости и особенностям структуры воздушного потока вблизи взлетно-посадочных площадок.

Третий раздел содержит описание основных, применяемых в работе, методов экспериментальных исследований по визуализации течений в гидродинамической трубе ФГУП КГНЦ, а также исследований по определению структуры воздушного потока над ВПП в аэродинамической трубе.

В четвертом разделе диссертации изложен метод численного моделирования течений вблизи надстройки схематизированной формы, на основе математической модели, основанной на уравнениях Рейнольдса и неразрывности, предложенный в работе для исследования структуры воздушного потока вблизи надводной части судна.

В пятом разделе представлены исследования, направленные на улучшение задымляемости надводных частей судов (кораблей), в результате которых, разработаны конструктивные мероприятия по уменьшению отрывных зон возникающих на элементах надстроек судна. Разработаны рекомендации по выбору мест забора воздуха для систем судовой вентиляции. Представлены исследования по влиянию конструкций дымовых труб на задымляемость судов. Предложены рекомендации проведения отработки архитектурной формы надстроек судов на начальных этапах проектирования численным методом.

В шестом разделе диссертационной работы представлены исследования по влиянию архитектуры надводной части судов в районе взлётно-посадочных площадок на структуру воздушного потока в зоне эксплуатации летательных аппаратов, позволившие сформулировать конструктивные рекомендации для уменьшения скосов воздушного потока над взлётно-посадочными площадками.

Седьмой раздел содержит основные научные выводы и рекомендации, полученные в диссертационной работе.

В целом в работе проделана большая методическая и экспериментальная работа по исследованию задымляемости надводной архитектуры объектов морской техники, а также улучшению структуры воздушного потока над взлётно-посадочными площадками. Диссертация и автореферат имеют четкое логическое построение, написаны хорошим языком, лаконично и с полным охватом принципиальных вопросов.

#### **4 Степень новизны результатов**

Научная новизна работы состоит в проведении экспериментальных исследований на моделях современных проектов кораблей (судов) и применении численного метода расчета отрывного обтекания надстроек, которые позволили сформулировать способы уменьшения задымляемости и конструктивные мероприятия по улучшению воздушного потока вблизи взлётно-посадочных вертолетных площадок, направленные на повышение эффективности морской техники. Предложены конструктивные мероприятия по уменьшению отрывных зон возникающих на элементах надстроек, что ведет к уменьшению задымляемости надводной части судна.

#### **5 Замечания по работе**

5.1 В работе предложено применение численных методов, при этом отсутствует учет термодинамических явлений, а также результаты численных исследований объектов в натурных размерах, в реальных условиях эксплуатации.

5.2 В работе использовались результаты модельного эксперимента при низких числах Рейнольдса, соответствующие ламинарному режиму течения. Необходимо обосновать способы прогнозирования натурных характеристик на основе этих испытаний.

Представленные замечания не изменяют общую положительную оценку диссертационной работы.

#### **6 Личный вклад автора в получение научных результатов**

Представленная диссертационная работа является самостоятельным творческим исследованием автора. Экспериментальные и численные данные получены лично автором. В диссертации даны требуемые ссылки на работы других авторов, использованные в исследовании.

#### **7 Реализация работы**

Основные результаты работы докладывались на научно-технической конференции «Интеллектуальные разработки в интересах строительства и

развития ВМФ» (НИИ оперативно-стратегических исследований строительства Военно-морского флота ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», г. Санкт – Петербург, 2015 г.), а также на отраслевой научно-технической конференции (ФГУП «Крыловский государственный научный центр», г. Санкт-Петербург, 2016 г.).

По теме диссертации опубликованы следующие статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ при рассмотрении диссертационных работ:

1 Бусоргина Е.А. (Морозова Е.А.), Гузеев А.С. Исследования структуры воздушного потока вблизи надводных частей моделей судов, с целью обеспечения взлетно-посадочных операций – Труды НИИ ОСиС ВМФ ВУНЦ Военно-морская академия. Научно-технический сборник. Интеллектуальные разработки в интересах строительства и развития ВМФ. СПб.: НИИ ОСиС ВМФ ВУНЦ Военно-морская академия, 2016. И nv. №102288.

2 Гузеев А.С., Короткин А.И., Морозова Е.А. (Бусоргина), Т.И. Сайфуллин Управление отрывом потока с помощью уступа на обтекаемой поверхности – Морской Вестник. Выпуск №2 (62), 2017 г.

Прочие публикации:

1 A.S.Guzeev, A.I.Korotkin, E.A.Busorgina. A COVER OF A SMOKE NEAR BODY OF A TRANSPORT VESSELS. XVI International conference on the methods of aerophysical research. Kazan, 2012. (ICMAR 2012). Abstracts. Edit by acad. Fomin V.M. Part II, page 124 – 125.

2 Добродеев А.А Курчуков К.В., Морозова Е.А., Ренни М.В., Фомичев Д.В. Подход к проектированию ледокола на основе модельных испытаний Международное Общество морских и полярных инженеров. International Society of Ocean and Polar Engineers, 2017 г., стр. 1410 (SCOPUS)

## **8 Рекомендации к защите**

Учитывая научную и практическую значимость представленной работы, 20, 5, 10 отделения рекомендует диссертацию Морозовой Е.А. к защите в диссертационном совете при ФГУП «Крыловский государственный научный центр» по специальности 05.08.01 – «Теория корабля и строительная механика».

20 отделение рекомендует:

1. Пригласить в качестве официальных оппонентов:

- доктора технических наук А.Г. Ляховицкого, профессора ФГУБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного морского технического университета»;
- кандидата технических наук М.В. Бегака, ведущего научного сотрудника Санкт-Петербургского научно-исследовательского центра экологической безопасности Российской академии наук;

2. Ведущей организацией назначить – ФГУБОУ «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова».

3. В список рассылки автореферата включить:

- ПАО «Невское ПКБ»;
- АО «Северное ПКБ»;
- ПАО «ЦКБ «Айсберг»»;
- НИЦ (по морской авиационной техники) 30 ЦНИИ МОРФ;
- ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»;

- БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;

- 1 ЦНИИ МО РФ.

Настоящее Заключение составлено по результатам рассмотрения диссертации в присутствии специалистов 20 отделения, 5 отделения, 10 отделения на совместном заседании секций №3 и №4 при ученом совете Предприятия.

Заместитель начальника 10 отделения –  
начальник отдела управления проектами,  
д.т.н., доцент

 А.Ю. Яковлев

Главный научный сотрудник 5 НИО,  
д.т.н., профессор



О.П. Орлов