Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Институт природно-технических систем»
(ИПТС)

299011, г. Севастополь,
Ул. Ленина, д. 28
Тел/факс: (8692)54-44-10
E-mail: ipts-sevastopol@mail.ru
ОГРН 1022302946489

07.02.2022 № 10211/1-034
на № _____ от _____

В диссертационный Совет
99.2.038.03

г. Санкт-Петербург, Пр.
Большевиков, д. 22, корп. 1

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Коваля Кирилла Алексеевича «Взаимодействие упругих конструкций с потоком жидкости», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Существующие на сегодняшний день подводные технические средства отличаются большим разнообразием, однако все они имеют в своем составе множество упругих конструкций, взаимодействующих с потоком жидкости в процессе эксплуатации. Диссертационная работа К.А. Коваля посвящена исследованию колебаний таких типовых конструкций, входящих в состав подводного объекта, как выдвижные устройства и составной плавниковый движитель.

Численное моделирование вихревой вибрации выдвижных устройств является, безусловно, актуальной задачей, поскольку данное физическое явление способно стать причиной множества негативных последствий – от потери скрытности подводного объекта до механических разрушений самих выдвижных устройств. При этом наблюдается тенденция к сокращению доли эксперимента

при исследовании данного вопроса, обусловленная высокой стоимостью испытаний.

Другой известной особенностью развития современной подводной техники является увеличение доли задач, выполняемых с помощью автономных необитаемых роботизированных средств. Для таких аппаратов вопросы увеличения автономности имеют особое значение, поэтому разработка перспективных движительных комплексов представляется весьма актуальной. Составной плавниковый движитель, являющийся примером такого движительного комплекса, способен раскрыть свой потенциал лишь при правильном выборе конструктивных параметров. Решение данной задачи достигается применения применением расчетного метода, позволяющего определять гидродинамические и пропульсивные характеристики составного плавникового движителя.

В рамках диссертационной работы был разработан численный метод, позволяющий определять характеристики вибрации выдвижных устройств подводного объекта, движущегося с различными скоростями. Метод использует современные подходы вычислительной гидродинамики и аналитические соотношения. При разработке математической модели колебаний выдвижного устройства автор учитывал наличие промежуточной опорной связи в районе контакта с крышей ограждения. Созданный на базе метода программный комплекс позволяет проводить расчеты вибропрочностных характеристик выдвижных устройств, таких как максимальные значения перемещений и напряжений. Достоверность результатов таких расчетов подтверждается хорошим согласованием с данными, полученным с помощью расчетного метода, основанного на применении метода конечных элементов.

Стоит отметить, что разработанный метод позволил произвести количественную оценку эффективности перспективного средства борьбы с вихревой вибрацией – гасителя гидродинамического типа. Предложенная автором

конструктивная схема гасителя позволила значительно снизить максимальные значения перемещений элементов конструкции и действующих напряжений.

Определение гидродинамических и пропульсивных характеристик колеблющегося в потоке жидкости тела является достаточно сложной задачей, существующие методы решения которой базируется на применении теории идеальной жидкости, не учитывающей такого важного физического фактора, как вязкость. Предложенный в диссертации численный метод основан на решении уравнений динамики вязкой жидкости и уравнений движения элементов движителя в сопряженной постановке, которая характеризуется тем, что перемещения крыловых поверхностей и силовые воздействия со стороны потока на них взаимосвязаны.

Также автор предлагает использовать для вывода уравнений движения элементов составного плавникового движителя подход Виттенбурга, отличающийся относительной простотой применения для инженерных расчетов. На основе данного подхода К.А. Коваль разработал математическую модель движения составного плавникового движителя, с помощью которой был произведен анализ устойчивости и моделирование движения для различных рабочих режимов.

Стоит упомянуть следующие замечания к автореферату:

1. Используемая в диссертационном исследовании математическая модель колебаний выдвижных устройств не учитывает действие волновых сил, что ограничивает ее применимость при расчете вибраций.
2. На рисунке 12 (см. стр. 13) показано сечение расчетной сетки, состоящей из двух подобластей – внешней неподвижной и внутренней сферической, совершающей колебания относительно внешней. Неясно, с какой целью проводилось сгущение узлов расчетной сетки на границе соприкосновения подобластей, поскольку в данной пространственной области не ожидается больших градиентов давления.

3. В выражении 31 (см. стр. 15) для осредненной по периоду силы тяги J_T присутствует знак «–». Также в выражении 32 для КПД η в знаменателе присутствует знак абсолютной величины. Требуется пояснение физического смысла присутствия данных знаков в этих выражениях.

Указанные замечания не являются критическими и не влияют на положительную оценку диссертационного исследования. Диссертация Коваля К.А. является законченной научной работой, в которой разработаны численные методы, позволяющие с высокой точностью моделировать колебания упругих конструкций в потоке жидкости. Результаты диссертационного исследования внедрены в проектно-конструкторскую деятельность АО «ЦКБ МТ «Рубин». Разработанные численные методы, математические модели и комплекс программ обладают новизной и позволяют улучшить качество проектирования выдвижных устройств и движителей плавникового типа.

Автореферат позволяет сделать вывод о том, что диссертация К.А. Коваля «Взаимодействие упругих конструкций с потоком жидкости» отвечает требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Заведующий лабораторией экоэнергетики ИПТС,

к.т.н., с.н.с. [redacted] А.В. ДОЛОГЛОНЯН

Подпись Дологлоняна Андрея Вартазаровича заверяю

Начальник отдела кадров ИПТС [redacted] Э.Н. СЕРДЮКОВ