

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«КРЫЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»  
(ФГУП «Крыловский государственный научный центр»)**

УТВЕРЖДАЮ

Научный руководитель -  
начальник 20 отделения  
ФГУП «Крыловский  
государственный научный центр»,  
доктор технических наук,  
старший научный сотрудник



М.П.

В.Г. Хорошев

"20 " января 2018г.

**ОТЗЫВ  
ведущей организации**

на диссертационную работу Рогожниковой Елены Григорьевны  
**«Использование интерференции возбуждаемых в ледяном покрове изгибно-гравитационных волн для повышения эффективности его разрушения резонансным методом»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела

**Актуальность темы.** Диссертационная работа Рогожниковой Елены Григорьевны «Использование интерференции возбуждаемых в ледяном покрове изгибно-гравитационных волн для повышения эффективности его разрушения резонансным методом», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является научно-исследовательской работой, в которой содержится решение задачи о разрушении ледяного покрова несколькими движущимися нагрузками.

Актуальность темы исследований определяется недостаточной разработкой вопроса об оценке предельной несущей способности и напряженно-деформированного состояния (НДС) ледяного покрова, находящегося под воздействием нескольких движущихся нагрузок. Решение такого рода задач и получение зависимостей между параметрами системы “лед-вода-нагрузка” (толщина льда, глубина водоема, скорость движения нагрузки и т.д.) необходимо для разработки рекомендаций по обеспечению безопасного движения внешних нагрузок по ледяному покрову, а также для определения режима движения нагрузок (например, судна на воздушной подушке (СВП)), обеспечивающего более эффективное разрушение ледяного покрова резонансным методом.

**Цель диссертации** определена как исследование повышения эффективности резонансного метода разрушения льда (РМРЛ) реализуемого двумя СВП в зависимости от ледовых условий и их взаимного расположения.

**Анализ содержания диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы (151 наименование). Объем работы – 131 страница, в том числе 65 рисунков, 3 таблицы.

Во введении обоснована актуальность работы, ее научное и практическое значение, сформулированы цель и задачи исследований и основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе на основе литературного обзора, в котором главное внимание уделено современному представлению о деформировании и разрушении ледяного покрова изгибно-гравитационными волнами (ИГВ) от действия различных нагрузок, проанализированы тенденции использования СВП для разрушения ледяного покрова.

Во второй главе приводится методика моделирования изгибно-гравитационных волн с использованием упругой пленки, а также применением естественного ледяного покрова при экспериментах в опытовом и ледовом бассейнах.

В третьей главе с помощью интегральных преобразований получено решение дифференциального уравнения малых колебаний плавающей вязко-упругой пластины.

В качестве критерия полного разрушения льда использовался силовой критерий (теоретический уровень относительных максимальных нормальных напряжений), при достижении которого достигается полное разрушение льда при нагружении его резонансными ИГВ, т.е. если при движении СВП во льду возникают нормальные напряжения, максимальные относительные теоретические значения которых оказываются

равны или больше найденного  $\sigma_x$ , то за судном, возбуждающим такие ИГВ, будет происходить непрерывное полное разрушение ледяного покрова.

Для подтверждения достоверности полученных теоретических результатов они сравнивались с данными модельных экспериментов, полученными в опытовом и ледовом бассейнах. Сопоставление полученных теоретических и экспериментальных данных подтвердило работоспособность выбранного критерия разрушения ледяного покрова, что позволило его использовать для разработки практических рекомендаций по повышению эффективности РМРЛ за счет интерференции ИГВ, возбуждаемых несколькими нагрузками.

В четвертой главе приведены практические рекомендации по использованию интерференции ИГВ, возбуждаемых парными нагрузками для повышения эффективности разрушения ледяного покрова СВП резонансным методом.

Основные разделы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат правильно и полностью отражает содержание диссертации.

**Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** Научные положения, выводы рекомендации, сформулированные в диссертации, являются обоснованными. Этот вывод следует из большого количества проведенных Рогожниковой Е.Г. теоретических и экспериментальных исследований. Четко прослеживается логическая связь между разделами диссертации. Результаты расчетов сопоставляются с экспериментальными данными.

**Достоверность и новизна полученных результатов.** Достоверность полученных результатов диссертации основывается на использовании фундаментальных уравнений механики деформируемого твердого тела, уравнений математической физики и апробированного метода расчета. Они подтверждаются тем, что теоретические результаты хорошо коррелируют с экспериментальными данными, полученными на экспериментальных установках.

Новизна полученных результатов заключается в следующих основных положениях:

– экспериментально – теоретическим путем исследовано НДС ледяного покрова при интерференции ИГВ, возбуждаемых двумя СВП в условиях изгибно – гравитационного резонанса (ИГР);

– изучена зависимость ледоразрушающей способности ИГВ, возбуждаемых одновременно двумя СВП, от их взаимного расположения при движении фронтом и кильватерным строем;

– показано влияние на зависимость ледоразрушающей способности ИГВ, возбуждаемых одновременно двумя СВП ледовых условий при движении СВП с резонансными скоростями.

**Основные научные результаты и их значимость для науки и производства.** Основные научные результаты, полученные автором:

1. Впервые установлена закономерность влияния расстояния между нагрузками и их взаимного расположения на НДС ледяной пластины от движения по ней внешних нагрузок;

2. Решена задача о НДС ледяного покрова при движении по нему двух внешних нагрузок фронтом и кильватерным строем;

3. Разработана программа для выполнения расчетов на ЭВМ в общем случае;

4. Разработан метод расчета НДС ледяного покрова при движении по нему двух и более нагрузок. Сопоставление полученных теоретических данных с результатами модельных экспериментов подтвердили работоспособность предложенной методики расчета. Это позволяет посредством теоретического прогноза разработать рекомендации для повышения ледоразрушающей способности группы СВП.

**Значимость для науки** результатов исследований заключается в том, что теоретические выводы позволяют на более высоком уровне описания НДС получить прогноз предельной несущей способности ледяного покрова при одновременном движении по нему двух и более внешних нагрузок. Полученные результаты могут являться основой для разработки теоретической модели динамического процесса разрушения ледяного покрова (потери его несущей способности), находящегося под действием движущихся нагрузок.

**Практическое значение** результатов работы определяется тем, что они могут быть применены при разработке рекомендаций судоводителям по выбору оптимального режима движения СВП, используемого как ледоразрушающее средство (в частности, для определения, какая скорость и какая траектория движения окажутся оптимальными при данной ледовой обстановке и взаимном расположении СВП, какой толщины лед может ломать СВП при данных параметрах нагрузки и данных ледовых условиях).

**Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.** Считаем целесообразным продолжить работу в направлении систематизации полученных результатов и выработки удобных для практического использования классификаторов, ограничителей, справочников, каких-либо других методических разработок, которые устанавливали бы области безопасной эксплуатации ледяного покрова при движении по нему нескольких внешних нагрузок, допустимые режимы движения транспортных средств, в случае использования ледяного покрова в качестве ледовых трасс, и, наоборот, в случае необходимости разрушения ледяного покрова – аналогичные рекомендации, основанные на использовании двух и более СВП для более эффективного использования ледоразрушающих средств. Такие разработки могут быть использованы судоводителями при выполнении ледокольных работ, а так же водителями транспортных средств, осуществляющих грузоперевозки по ледовым переправам.

**Публикации.** Основные научные результаты диссертации опубликованы автором в рецензируемых научных изданиях (в соавторстве), в том числе входящих международных системы цитирования Web of Science и Scopus. Рогожниковой Е.Г. опубликована одна монография (в соавторстве), она имеет 15 патентов на изобретения.

**Замечания.** По работе можно сделать следующие замечания:

1. Не исследовано влияние физико-механических свойств льда на ледоразрушающую способность группы СВП;
2. Соискатель не рассмотрел другие варианты относительного перемещения внешних нагрузок.

Отмеченные замечания несколько не умаляют ценность работы и не влияют на ее восприятие. Можно пожелать, чтобы эти замечания были учтены в дальнейшей работе.

Диссертация и автореферат написаны литературным языком в научно-техническом стиле. Автор правильно оценивает настоящее положение дел в области исследований по теме диссертации, возможности математического моделирования и экспериментального исследования, дает аргументированную интерпретацию полученным результатам.

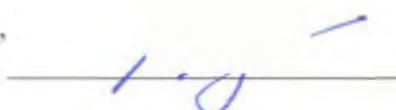
Диссертация Рогожниковой Елены Григорьевны представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, в которой содержится решение задачи о разрушении ледяного покрова системойдвигающихся нагрузок, имеющей существенно значение для развития технологических проблем деформирования и разрушения ледяного покрова.

Диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней», (утверждённым Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), а ее автор Рогожникова Елена Григорьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Отзыв составлен на основании заключения 5-го и 10-го научно исследовательских отделений ФГУП «Крыловский государственный научный центр». Одно из основных направлений научно-исследовательской деятельности этих отделений соответствует тематике диссертации, по результатам личного выступления соискателя (по видосвязи) на научно-технической секции №4 Ученого совета ФГУП «Крыловский государственный научный центр» 11 января 2018 г., протокол № 1/1.

Отзыв составили Кирилл Евгеньевич Сазонов – доктор технических наук, старший научный сотрудник, начальник лаборатории 5 отделения ФГУП «Крыловский государственный научный центр» и Наталья Юрьевна Клементьева – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник 5 отделения ФГУП «Крыловский государственный научный центр».

Начальник 54 лаборатории  
ФГУП «Крыловский  
государственный научный центр»,  
доктор технических наук, с.н.с  
(подпись)

  
\_\_\_\_\_ К.Е.Сазонов

Ведущий научный сотрудник  
ФГУП «Крыловский  
государственный научный центр»,  
кандидат технических наук  
(подпись)

  
\_\_\_\_\_ Н.Ю.Клементьева