

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ХАБАРОВСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

680000, г. Хабаровск, ул. Дзержинского, 54, тел.\факс: (4212) 32-79-27, e-mail: adm@igd.khv.ru

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Хабаровского
Федерального исследовательского
центра Дальневосточного отделения
Российской академии наук, д.т.н.

И.Ю. Рассказов

11 2019 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию **Шишмарева Константина Александровича** «Поведение
ледового покрова канала под действием движущейся внешней нагрузки»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

Актуальность темы. Диссертационное исследование Шишмарева К.А. посвящается задаче движения внешней нагрузки вдоль замороженного канала. Рассматриваемая задача описывается системой связанных дифференциальных уравнений, моделирующих взаимодействие ледяной упругой пластины и жидкости в канале. Проблемы, связанные с ледяным покровом, широко исследуются на протяжении последнего столетия. При этом известно, что в различных ситуациях лед ведет себя совершенно по-разному. Его свойства зависят от его структуры, толщины, температуры, солёности образующей его жидкости. Кроме того, характер задач, возникающих в каждом конкретном случае, совершенно различен. Поэтому при прогнозировании поведения ледяного покрова не существует единой модели. Наиболее изученным является поведение ледяного покрова под действием изгибно-гравитационных (гидроупругих) волн. Многочисленные исследования посвящены образованию гидроупругих волн, распространяющихся в ледяном покрове, а также взаимодействию этих волн с морскими и прибрежными сооружениями, такими как вертикальные колонны платформ и стенки. Однако проведенные до настоящего времени исследования, не включали в себя множество задач, в частности, задачи о поведении ледяного покрова в канале, т.е. при наличии двух параллельных жестких стенок.

Научная новизна. Научная новизна исследуемой задачи состоит, в первую очередь, в учете двух жестких стенок и соответствующих краевых условий на этих стенках. В отличие от задачи с неограниченным ледяным покровом в канале существует счетное число критических скоростей движения нагрузки, т.е. счетное число дисперсионных соотношений периодических гидроупругих волн, распространяющихся вдоль канала. Вследствие этого осложняется анализ прогибов и деформаций в ледяном покрове. Полученные результаты являются новыми, подтверждаются строгими заключениями с использованием развитого математического аппарата гидродинамики и теории гидроупругости, которые согласуются друг с другом.

Теоретическая и практическая значимость. Полученные результаты носят теоретический и прикладной характер и представляют интерес для специалистов в области гидродинамики, гидроупругости и уравнений в частных производных. Работа вносит вклад в изучение взаимодействия ледяного покрова, конструкций и движущихся внешних нагрузок. Результаты для задачи о движении нагрузки в канале развивают теорию гидроупругости и значительно дополняют результаты задач о движении внешних нагрузок по неограниченному ледяному покрову. Полученные численные результаты и асимптотические формулы для прогибов ледяного покрова могут использоваться для оценки возможных максимальных деформаций в ледяном покрове. Результаты работы могут применяться для анализа проводимых экспериментов в ледовых бассейнах. С теоретической точки зрения работа вносит вклад в изучение систем уравнений в частных производных для системы «деформируемое тело – жидкость» и развитие методов решения данных систем.

Степень достоверности результатов. Достоверность результатов диссертационной работы обусловлена: использованием классических подходов механики сплошных сред, гидродинамики и теории гидроупругости при построении и анализе математических моделей; проверкой корректности результатов численных расчетов различными способами, в частности, тестированием сходимости численных решений, вариацией числа гидроупругих мод, вариацией интервала интегрирования и шага по параметру преобразования Фурье; опубликованием результатов исследований в ведущих зарубежных и отечественных журналах и обсуждением результатов на многочисленных международных и всероссийских конференциях:

Личный вклад. Автор диссертации принимал активное участие в получении результатов, отраженных во всех совместных публикациях на равноправной основе: постановке задачи, численном исследовании, обсуждении полученных результатов, а также оформлении результатов в виде публикаций и научных докладов.

Анализ содержания работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы (90 наименований), в том числе 40 рисунков и 1 таблицы.

Во введении представлен краткий обзор по теме диссертации, обоснована актуальность темы и сформулированы цели исследования, его научная новизна, методы исследования, теоретическая и практическая значимость, положения, выносимые на защиту.

В первой главе, состоящей из пяти параграфов, проводится исследование задачи движения внешней нагрузки с постоянной скоростью вдоль центральной линии вязкоупругой ледяной пластины в канале. В параграфах 3–4 изучается влияние параметров задачи, таких как ширина канала, скорость движения нагрузки и др., на получаемые прогибы льда и деформации в ледяном покрове. В последнем параграфе доказана теорема единственности классического решения рассматриваемой задачи.

Во второй главе, состоящей из четырех параграфов, содержится исследование нестационарной задачи движения внешней нагрузки с постоянной скоростью вдоль центральной линии упругой ледяной пластины в канале. Получено аналитическое решение при больших временах, дающее простую интерпретацию возмущенного состояния ледяного покрова.

Третья глава посвящается исследованию взаимодействия вязкоупругой ледяной пластины и движущегося подо льдом диполя с постоянной скоростью в канале. Значительное место в третьей главе занимает исследование влияния положения диполя в сечении канала на получаемые результаты.

Основные научные результаты:

1. Численно исследована задача о движении внешней нагрузки с постоянной скоростью вдоль вязкоупругой ледяной пластины в канале. Решение построено в системе координат, движущейся совместно с нагрузкой. Проведен анализ влияния параметров задачи на полученные результаты.

2. Доказана единственность классического решения нестационарной задачи о колебаниях ледяного покрова в канале под действием внешней нагрузки.

3. Получено аналитическое решение нестационарной задачи о движении внешней нагрузки вдоль упругой ледяной пластины в канале при больших временах. Проведен анализ полученных аналитических формул для прогибов ледяного покрова. Численно исследована нестационарная задача о движении внешней нагрузки с постоянной скоростью вдоль упругой ледяной пластины в канале при конечных временах.

4. Проведен анализ корректности гипотез линейной теории гидроупругости в постановке задачи о взаимодействии вязкоупругого ледяного покрова и движущегося диполя подо льдом в канале с учетом нелинейных кинематического условия и интеграла Коши-Лагранжа. Постановка задачи сведена к трем разным случаям, в которых сохраняется условие малых колебаний ледяного покрова. Численно исследована задача прямолинейного движения диполя с малой интенсивностью под вязкоупругой ледяной пластиной вдоль канала.

Публикации. Основные результаты диссертации опубликованы в 15 печатных изданиях, 10 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 5 – в журналах, индексируемых в Web of Science или Scopus.

Замечания.

...1. Не ясно, в каких случаях можно использовать модели упругой и вязкоупругой среды.

2. Вызывает сомнение заключение автора, что гидродинамическое давление влияет на значение критической скорости нагрузки, которая, как известно, зависит, прежде всего, от ледовых условий.

3. Соискатель в работе рассчитывает прогибы льда, хотя лед разрушается не от их значений, а от напряжений.

4. Не определена ширина канала, влиянием которой на деформации ледяного покрова можно было бы пренебречь. ...

Указанные замечания не отражаются на общей положительной оценке диссертации. Принимая во внимание актуальность темы, оригинальность и научную значимость полученных результатов, диссертация «Поведение ледового покрова канала под действием движущейся внешней нагрузки» удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Шишмарев Константин Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Настоящий отзыв составлен главным научным сотрудником Лаборатории проблем создания и обработки материалов и изделий обособленного подразделения Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМиМ ДВО РАН) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук, доктором технических наук, профессором Козиным Виктором Михайловичем, обсужден и утвержден на семинаре научных работников 24 октября 2019 г., протокол № 1.

Главный научный сотрудник Лаборатории проблем
создания и обработки материалов и изделий
обособленного подразделения Институт машиноведения
и металлургии Дальневосточного отделения Российской
академии наук Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального
исследовательского центра Дальневосточного отделения
Российской академии наук, докт. техн. наук, профессор



В.М. Козин

681005, Россия, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре,
ул. Металлургов, дом 1,
e-mail: kozinvictor@rambler.ru

Подпись Козина В.М. заверяю

Главный специалист
кадрово-правового отдела



Н.В. Волокжанина