

ОТЗЫВ

официального оппонента Ивановой Юлии Евгеньевны на диссертационную работу Матюшиной Анны Александровны «Колебания плавающей упругой пластины при нестационарном воздействии на нее нагрузки», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»

Актуальность темы диссертации. Ввиду активного освоения арктического шельфа с целью добычи полезных ископаемых, задача обеспечения постоянной аэронавигации в полярные районы является одной из важнейших. Обустройство взлетно-посадочных полос на льду способствует снижению затрат на строительство аэродромов. В связи с этим возникает необходимость в разработке методов и математических моделей, позволяющих корректно определить условия, характеризующие возможность использования ледяного покрова с заданными параметрами в качестве взлетно-посадочных полос. Поэтому проведенное в диссертационной работе исследование воздействия самолета на плавающий ледяной покров, используемый в качестве взлетно-посадочной полосы, является актуальным.

Оценка новизны. Основные новые научные результаты работы:

1. Разработана трехмерная математическая модель деформирования ледяного покрова при взлете и посадке на него самолета, учитывающая изменения его скорости движения и давления на лед.
2. Решена новая трехмерная задача деформирования плавающего бесконечного ледяного покрова под нагрузкой от самолета при его взлете и посадке.
3. Разработан новый алгоритм расчета напряженно-деформированного состояния ледяного покрова от воздействия на него нагрузки переменной интенсивности.

4. Проведены эксперименты по распространению изгибно-гравитационных волн в плавающем модельном льду при движении по нему нагрузки с переменной скоростью.

5. Даны рекомендации по толщине льда, используемого в качестве аэродрома.

6. Предложено несколько новых способов повышения несущей способности ледяного покрова.

Новые результаты получены одновременно в трех областях исследований, сформулированных в паспорте специальности 01.02.04 - «Механика деформируемого твердого тела»:

1) в области «Законы деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе природных, искусственных и вновь создаваемых»;

2) в области «Постановка и решение краевых задач для тел различной конфигурации и структуры при механических, электромагнитных, радиационных, тепловых и прочих воздействиях, в том числе применительно к объектам новой техники»;

3) в области «Экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях».

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность.

Автором приведен достаточно широкий обзор публикаций в области исследования поведения ледяного покрова под действием динамических нагрузок. Изучены теоретические и экспериментальные данные отечественных и зарубежных ученых по вопросам деформирования ледяного массива. Автор достаточно корректно использует известный способ моделирования ледяного покрова бесконечной упругой пластиной, плавающей на слое идеальной жидкости конечной глубины. В работе диссертант грамотно использует известные модели механики деформируемого твердого тела, элементы

математического анализа. Обоснованность результатов теоретических расчетов, полученных автором, основывается на их согласованности с экспериментальными исследованиями. Достоверность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований.

Основные результаты диссертации опубликованы в 32 работах, в том числе 2 в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, 6 статей проиндексированы в базах Scopus и Web of Science, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 1 монография, 7 патентов на изобретения РФ.

Апробация выносимых на защиту положений проведена на конференциях различного уровня.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость результатов исследования состоит в получении новых данных о колебаниях ледяного покрова при движении по нему нестационарной нагрузки, а также экспериментальной верификации результатов теоретических расчетов.

Практическая значимость связана с возможностью применения полученных результатов для оценки несущей способности ледяного покрова при обустройстве на нем взлетно-посадочных полос.

Структура работы и основные научные результаты.

Представленная диссертация изложена на 141 странице. По своей структуре диссертация состоит из списка использованных сокращений и обозначений, введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 207 наименований; содержит 64 рисунка, 4 таблицы и 1 приложение.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи, новизна работы, теоретическая и практическая значимость, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведен обзор исследований отечественных и зарубежных ученых по теме диссертации, рассмотрен практический опыт использования льда в качестве взлетно-посадочных полос, обобщены и

проанализированы известные способы повышения несущей способности ледяного покрова, сформулированы задачи исследования.

Во второй главе проведен выбор основных физико-механических характеристик льда; решена задача о нестационарном движении по плавающей упругой пластине нагрузки с изменяющейся интенсивностью, решена задача о деформировании ледяного покрова при движении по нему нагрузки с переменными скоростью и силой давления при воздействии ударной нагрузки, имитирующей посадочный удар и последующее равнозамедленное движение; исследовано влияние переменной глубины водоема на колебания упругой пластины при нестационарном движении по ней нагрузки. Проведены сравнения результатов расчетов с результатами, полученными другими авторами.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям деформирования модельного льда, с целью верификации предложенной модели. Автор подробно описывает методику моделирования. Результаты сравнения экспериментальных и теоретических исследований позволили сделать вывод о достоверности построенной математической модели.

В четвертой главе приводятся рекомендации по определению минимальной толщины ледяного покрова при его использовании в качестве взлетно-посадочной полосы. Также предложены новые способы и устройства повышения несущей способности льда.

Заключение содержит основные результаты диссертационной работы.

В приложении представлен алгоритм расчета напряженно-деформированного состояния ледяного покрова при нестационарном воздействии на него нагрузки.

Все главы диссертации взаимосвязаны, материал изложен логично, сделанные выводы обоснованы. Иллюстративный материал способствует пониманию и обоснованию основных положений диссертации.

Список вопросов и замечаний по диссертации и автореферату.

1. Научная новизна в диссертации представлена в виде списка полученных результатов без анализа именно "новизны" этих результатов.

2. Имеются неточности в оформлении: опечатки как в тексте, так и в формулах (стр. 46, 49, 54, 75, 101), пунктуационные и орфографические ошибки; на стр. 23 рис. 1.1 отсутствует шкала по оси ординат; на стр. 26 рис. 1.4, 1.5, стр. 29 рис. 1.7, 1.8 не подписана ось абсцисс; на стр. 60 рис. 2.2 неверно подписана ось абсцисс; на стр. 86 рис. 2.17, 2.18 по оси ординат прогибы измеряются не в метрах, а в миллиметрах, по оси абсцисс отложена неизвестная величина ξ' .

3. Уточните, пожалуйста, "соленость" – это физико-механическая или химическая характеристика.

4. Определите, пожалуйста, смысл используемых терминов: "ось нагрузки", "скорость движения силы". Такая терминология не типична для механики деформируемого твердого тела и требует дополнительных пояснений.

5. Список использованных сокращений и обозначений вынесен в начало диссертации и не дублируется в самой работе по мере появления величин в тексте, что затрудняет ее чтение. В диссертации есть величины, которые в ней не определены (например: S_1 на стр. 68, \bar{n} на стр. 78, *idem* на стр. 91, стр. 93; F_g и C_h на стр. 92).

6. Из схемы задачи на стр. 47 рис. 2.1 и далее следует, что система координат совмещена не с самолетом в текущий момент времени, как пишет автор, а с самолетом в начальный момент времени.

7. Неясно, как получена формула для $\left. \frac{\partial \Phi}{\partial z} \right|_{z=0}$ на стр. 50, а именно появление функции $\tanh(k)$.

8. На стр. 53, стр. 71 автор пишет о дифференциальных уравнениях с постоянными коэффициентами, но входящие в уравнения коэффициенты зависят от переменной k . Правые части этих уравнений не являются

функциями только времени, как пишет автор, а зависят от всех переменных: x_1, y_1, t, k, θ .

9. Требуется пояснений ситуация, когда одна и та же функция зависит от различного числа переменных. Так, на стр.56 давление, создаваемое нагрузкой представлено, как $q(t)$ и $q(x_1, y_1, t)$.

10. На стр. 58 автор пишет о разложении косинуса суммы и синуса суммы, а затем интегрировании полученного выражения. Но ниже приводится только разложение, интегрирование проводится позже, после определения области интегрирования.

11. Неясно, учитывается ли касание переднего шасси самолета в задаче о совместном влиянии ударного импульса и последующего нестационарного движения нагрузки.

12. На стр. 80 при переходе к новым переменным неверно определена

частная производная по времени $\xi = x - s = x - u(t)t, \eta = y, \zeta = \frac{z}{1 - \tanh(k)}$, что

$$\frac{\partial}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial \xi}{\partial t} \frac{\partial}{\partial \xi} = \frac{\partial}{\partial t} + (-u - \dot{u}t) \frac{\partial}{\partial \xi}$$

влечет за собой ошибку в вычислении старших производных.

13. В тексте диссертации не приводятся значения критических скоростей, поэтому нет возможности оценить, приближаются ли скорости в экспериментах и в расчетах к этим значениям.

14. В тексте диссертации и автореферата автор не приводит описание численных расчетов, не указывает программное обеспечение, на котором проводились численные расчеты.

15. В списке литературы в диссертации и автореферате присутствует повторяющаяся публикация (116) и ее перевод на английский язык (198).

Заключение. Указанные недостатки не снижают достоинств рассматриваемой работы. Рецензируемая диссертация Матюшиной Анны Александровны «Колебания плавающей упругой пластины при нестационарном воздействии на нее нагрузки» выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, имеющую

важное научное и практическое значение. Автореферат на 24 стр. правильно и полно отражает содержание диссертации. Диссертация соответствует паспорту специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа «Колебания плавающей упругой пластины при нестационарном воздействии на нее нагрузки» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Матюшина Анна Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Официальный оппонент

научный сотрудник лаборатории нелинейной динамики деформирования
ФГБУН Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного
отделения Российской академии наук,
кандидат физико-математических наук

Ю.Е. Иванова

16.05.2018

Адрес: 690041, г. Владивосток, улица Радио, д. 5.

Тел.: 8(423)2310214

E-mail: ivanova@iacp.dvo.ru

Подпись к.ф.-м.н. Ивановой Ю.Е. заверяю

Ученый секретарь ФГБУН Института

автоматики и процессов управления ДВО РАН

к.т.н.

С.Б. Змеу

