

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и фундаментальной информатики
Базовая кафедра вычислительных и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

/ В. В. Шайдуров

« ___ » _____ 202__ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Направление 02.03.01 Математика и компьютерные науки

**АНАЛИЗ ИЗГИБА АРМИРОВАННОГО ЛЬДА С УЧЕТОМ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ**

Руководитель

Профессор, доктор
физико-математических
наук

В.М. Садовский

Выпускник

С.В. Горшунов

Нормоконтролер

Т.Н. Шипина

Красноярск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	2
1 Постановка задачи.....	3
2 Теоретическая часть.....	4
2.1 Определение напряжения.....	4
2.2 Постановка статической задачи теории упругости	5
2.3 Вариационный принцип Лагранжа.....	7
2.4 Метод конечных элементов	8
3 Эксперименты.....	11
3.1 Эксперимент №1	11
3.2 Эксперимент №2	13
3.3 Вывод.....	14
4 Моделирование задачи в Abaqus	15
Заключение	23
Список использованных источников	24
Приложение А	24

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бутягин, И. П. О прочности ледяного покрова при изгибе / И. П. Бутягин. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1966. – 154 с.
2. Кобл, Р. Л. Искусственное упрочнение (армирование) льда / Р. Л. Кобл, У. Д. Кингери. – Москва: МИР, 1966. – С. 94–116.
3. Коновалов, С. В. Обзор физико-механических свойств льда / С. В. Коновалов // Вестник науки и образования, № 11, 2020. – 6 с.
4. Лавриненков, А. Д. SIMULIA Abaqus. Электронное методическое пособие. Решение прикладных задач. / А. Д. Лавриненков, Е. В. Левадный. – Москва: ООО ТЕСИС, 2015. – 121 с.
5. Манилык, Т. А. Abaqus. Применение комплекса в инженерных задачах. / Т. А. Манилык. – Москва: ООО ТЕСИС, 2006. – 99 с.
6. Матвеев, С. А. Армированные дорожные конструкции: моделирование и расчет : монография / С. А. Матвеев, Ю. В. Немировский ; Москва : Наука, 2006. – 348 с. - ISBN 5-02-032507-4.
7. Нуштаев, Д. В. Abaqus. Пособие для начинающих. Пошаговая инструкция. / Д. В. Нуштаев. – Москва: ООО ТЕСИС, 2010. – 78 с.
8. Петров, И. Г. Выбор наиболее вероятных значений физико-механических свойств льда / И. Г. Петров // Труды ААНИИ, 1976. – Т. 331. – С. 4–41.
9. Сиротюк, В. В. Использование геосинтетических материалов для армирования зимников и ледяных переправ / В. В. Сиротюк, О. В. Якименко, А. А. Захаренко // Автомобильные дороги, № 11, 2009. – С. 64–67.
10. Якименко, О. В. Моделирование напряженного состояния армированных ледовых образцов-балок / О. В. Якименко, С. А. Матвеев // Вестник СибАДИ, № 3, 2011. – С. 39–44.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Входные данные для моделирования ледяной пластины в программе Abaqus.

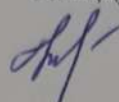
- Размеры пластины: 300x350x20 мм;
- Размеры решетки: 300x350x5 мм;
- Размеры груза: 300x20x20 мм;
- Коэффициент Пуассона для ледяной пластины: 0.31;
- Коэффициент Пуассона для решетки: 0.33;
- Модуль Юнга для ледяной пластины: 10 ГПа;
- Модуль Юнга для решетки: 20 ГПа;
- Масса груза: 70 кг;
- Диаметр дефекта на ледяной пластине: 40 мм;
- Высота дефекта на ледяной пластине: 20 мм.

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и фундаментальной информатики
Базовая кафедра вычислительных и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 / В. В. Шайдуров

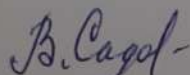
« 22 » июня 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Направление 02.03.01 Математика и компьютерные науки

АНАЛИЗ ИЗГИБА АРМИРОВАННОГО ЛЬДА С УЧЕТОМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ


Руководитель


22.06.23

Профессор, доктор
физико-математических
наук

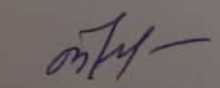
В.М. Садовский

Выпускник


22.06.23

С.В. Горшунов

Нормоконтролер


22.06.23

Т.Н. Шипина

Красноярск 2023