

УДК 687.1.016
ББК 37.23
К44

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Казанского национального исследовательского технологического университета*

Рецензенты:

*д-р техн. наук, проф. Ю. С. Шустов
д-р техн. наук, проф. А. Ф. Плеханов*

- К44** **Киселев А. М.**
Разработка методов проектирования и прогнозирования геометрических структур и свойств объемных текстильных преформ : монография / А. М. Киселев, В. В. Хамматова; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2019. – 180 с.

ISBN 978-5-7882-2680-4

Представлена новая концепция проектирования изделий из текстильных материалов, рассматривающая структуру ткани на мезоуровне. Построена математическая модель геометрического строения 3D-ткани. Проведена оценка адекватности разработанной модели методами компьютерной томографии. Продемонстрирована возможность выполнения виртуальных расчетов прогнозирования механических свойств композиционных материалов на основе 3D-преформ с применением ПО «Преформа» для деформации растяжения.

Адресована работникам текстильной промышленности, ориентированным на производство технического текстиля и армирующих тканых 3D-структур для композиционных материалов. Будет интересна научным работникам и аспирантам, занимающимся проблемами текстильного материаловедения и исследованиями строения и расчета тканых 3D-структур материалов.

Подготовлена на кафедре дизайна.

УДК 687.1.016
ББК 37.23

ISBN 978-5-7882-2680-4

© Киселев А. М., Хамматова В. В., 2019

© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. АКТУАЛЬНОСТЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ АРМИРУЮЩИХ СТРУКТУР КАК ОСНОВЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ....	10
1.1. Актуальность моделирования геометрической структуры цельнотканой текстильной преформы.....	10
1.2. Применение химических текстильных материалов в композиционных изделиях.....	14
1.3. Востребованность производства композиционных материалов.....	20
1.4. Актуальность задачи проектирования текстильной преформы как основы композиционных материалов.....	27
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СЛОЖНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ.....	30
2.1. Особенности выбора уровня детализации геометрической модели структуры материала.....	30
2.2. Применение методов гомогенизации для описания свойств текстильных материалов и композитов.....	32
2.3. Разработка концепции проектирования структуры текстильных материалов на мезоуровне.....	42
2.4. Разработка новой концепции проектирования и контроля качества цельнотканых 3D-преформ.....	50
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ЦЕЛЬНОТКАНЫХ 3D-ПРЕФОРМ.....	60
3.1. Анализ имеющихся математических моделей построения геометрической модели 3D-тканых текстильных материалов.....	61
3.2. Постановка задачи проектирования цельнотканых 3D-преформ.....	67
3.3. Разработка математической модели построения цельнотканых 3D-преформ.....	80
3.4. Разработка программного обеспечения, реализующего построение геометрической 3D-модели преформы.....	91

3.5. Примеры моделирования 3D-тканых структур.....	107
3.6. Проверка адекватности разработанной математической модели.....	111
ГЛАВА 4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК 3D ТКАНЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗРАБОТАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ «ПРЕФОРМА».....	117
4.1. Испытания механических свойств материалов с помощью цифровых технологий.....	117
4.2. Методика проведения виртуального прогнозирования механических характеристик 3D тканей.....	119
4.3. Экспериментальные исследования механических свойств 3D тканей различных структур	125
4.4. Моделирование механических свойств 3D тканей различных структур численными методами.....	127
ПРОИЗВОДИТЕЛИ ТКАЦКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕКСТИЛЬНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ, РЕАЛИЗУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ТКАЧЕСТВА.....	169
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	173
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	175