

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет информационных технологий и робототехники

Кафедра «Программное обеспечение информационных систем и технологий»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой



(подпись)

Ю.В. Полозков
(инициалы и фамилия)

«08» 06

2022 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

«Автоматизация задания параметров конструктивной модели ячеистой структуры для проектирования легковесной детали»

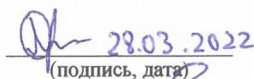
Специальность 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)»

Направление специальности 1-40 05 01-04 «Информационные системы и технологии (в обработке и представлении информации)»

Специализация 1-40 05 01- 04 01 «Математическое обеспечение и системное программирование»

Обучающийся

группы 10702118
(номер)



28.03.2022
(подпись, дата)

М.С. Легоцкий

Руководитель



28.03.2022
(подпись, дата)

Ю.В. Полозков

Консультанты:

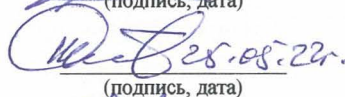
по разделу «Компьютерное проектирование»



25.05.22
(подпись, дата)

Ю.В. Полозков

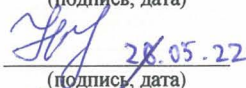
по разделу «Охрана труда»



28.05.22
(подпись, дата)

А.М. Лазаренков

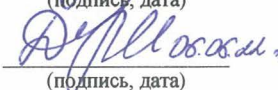
по разделу «Экономика»



28.05.22
(подпись, дата)

И.В. Насонова

Ответственный за нормоконтроль



28.05.22
(подпись, дата)

Н.С. Домаренко

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 94 страниц;

графическая часть – 10 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2022

РЕФЕРАТ

SOLIDWORKS, API SOLIDWORKS, ЛЕГКОВЕСНЫЕ ДЕТАЛИ, ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ, ЯЧЕЙСТЫЕ СТРУКТУРЫ, УПАКОВКА СФЕР

Объект исследования – процесс автоматизации вычисления оптимальных параметров конструктивной модели ячеистых структур и последующее построение ячеистых структур на основе полученных параметров.

Предметом исследования являются средства автоматизации подготовки и выполнения статического исследования, получения, обработки и визуализации напряженно-деформационных характеристик детали и конструирования элементов ячеистых структур с использованием функций библиотек API SolidWorks, а также определение оптимальных областей нагрузки для конструирования ячеистых структур.

Цель работы – разработка программного средства автоматизированного задания параметров конструктивной модели ячеистой в областях допустимой нагрузки детали для уменьшения расхода материалов при изготовлении легковесных деталей с сохранением прежних функциональных и физических свойств.

В ходе исследований были разработаны алгоритмы и программные средства автоматизации установки связи между программным средством и приложением SolidWorks, конструирования сферических ячеек, изменения статического исследования детали с использованием функций библиотек API SolidWorks. Реализованы алгоритмы автоматизации вычисления параметров конструктивной модели ячеистой структуры, а также последующей интеграции ячеистых структур в конструктивную модель детали.

Для определения областей конструирования ячеистых структур разработаны алгоритмы вычисления оптимальных областей интеграции сферических ячеистых структур по заданному напряженно-деформированному параметру узла.

Разработаны алгоритм поиска и объединения смежных областей интеграции сферических ячеистых структур, алгоритм упаковки сферических ячеек в тетраэдральные области, алгоритм вычисления оптимальных параметров сферических ячеистых структур, а также алгоритм интеграции сферических ячеек. Данные алгоритмы реализованы в подпрограмме, позволяющей проектировать легковесные детали, интегрируя сферические ячеистые структуры.

Разработанное программное средство может применяться для автоматизированного конструирования сферических ячеистых структур с оптимально подобранными параметрами в областях допустимой нагрузки детали для уменьшения массы готового изделия.

Дипломный проект: 94 с., 62 рис., 12 табл., 27 источник, 2 прил.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Расчетно-экспериментальная отработка ячеистых структур, синтезированных методом селективного лазерного сплавления, Яковлев Н.О., Гриневич Д.В., Мазалов П.Б. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://conf.viam.ru/conf/297/proceedings> – Загл. с экрана. Дата доступа: 19.05.2022.
- 2 Виды кристаллографических ячеек в природе [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/5770/ – Загл. с экрана. Дата доступа: 19.05.2022.
- 3 Юхо, Е. Н. Расчет ячеистой структуры, включающей ячейки в форме параллелепипедов, в зависимости от задаваемого объема / Е. Н. Юхо, С. А. Рагуля, Ю. В. Полозков // Материалы студенческой научно-технической конференции "Информатизация технических систем и процессов" ИТСиП-2018, 20 марта 2018 года [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет ; сост. Ю. В. Полозков. – Минск : БНТУ, 2018. – С. 43-47.
- 4 Пример ячеистой структуры разной плотности заполнения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/4215916/page:8/#25> – Загл. с экрана. Дата доступа: 19.05.2022.
- 5 Свойство шестигранной ячейки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://3dprinter.ua/kakoj-iz-tipov-zapolnenija-dlja-3d-pechati-luchshe/> – Загл. с экрана. Дата доступа: 19.05.2022.
- 6 O'Connell J. 3D Printing Infill: The Basics Simply Explained [Electronic resource]: All3DP – Mode of access: <https://all3dp.com/2/infill-3d-printing-what-it-means-and-how-to-use-it/#:~:text=What%20Percentage%20Should%20I%20Use,prints%20need%20to%20be%20s trong.> – Загл. с экрана. Дата доступа: 20.05.2022.
- 7 Оптимизация внутренней структуры изделия: генеративный дизайн или топологическая оптимизация [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://conf.viam.ru/conf/297/proceedings> – Загл. с экрана. Дата доступа: 20.05.2022.
- 8 Пример результата топологической оптимизации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.pointcad.ru/novosti/primenenie-generative-design-dlya-optimizaczii-konstrukzii-kronshtejna-aviadvigatelya/> – Загл. с экрана. Дата доступа: 20.05.2022.
- 9 Топологическая оптимизация и генеративный дизайн [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19982 – Загл. с экрана. Дата доступа: 20.05.2022.
- 10 Пример результата генеративной оптимизации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://integral-russia.ru/2018/11/22/optimizatsiya-vnutrennej-struktury-izdeliya-generativnyj-dizajn-ili-topologicheskaya-optimizatsiya/> – Загл. с экрана. Дата доступа: 20.05.2022.

- 11 Инженерный анализ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ppt-online.org/603311> – Загл. с экрана. Дата доступа: 21.05.2022.
- 12 САЕ-система [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sewiki.ru/САЕ-система> – Загл. с экрана. Дата доступа: 21.05.2022.
- 13 Инженерный анализ методом конечных элементов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cadregion.ru/solidworks-simulation/konechno-elementnyj-analiz-v-solidworks-simulation.html> – Загл. с экрана. Дата доступа: 21.05.2022.
- 14 Типы конечных элементов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://en.ppt-online.org/435619> – Загл. с экрана. Дата доступа: 21.05.2022.
- 15 САД-система [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://photogrammetria.ru/100-cad-sistemy.html> – Загл. с экрана. Дата доступа: 21.05.2022.
- 16 Сравнение систем автоматизированного проектирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://veselowa.ru/sravnenie-sistem-avtomatizirovannogo-proektirovaniya-kompas-3d-i-autocad/> – Загл. с экрана. Дата доступа: 21.05.2022.
- 17 Отличительные особенности Solid Works [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://berezka-cinema.ru/solid-vorks-demoversiya-vybiraem-programmu-sapr-inventor-ili-solidworks.html> – Загл. с экрана. Дата доступа: 22.05.2022.
- 18 Наглядная геометрия и топология [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://teach-in.ru/file/synopsis/pdf/visual-geometry-and-topology-oshemkov-M.pdf> – Загл. с экрана. Дата доступа: 22.05.2022
- 19 Тетраэдральное число [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тетраэдральное_число Загл. с экрана. Дата доступа: 25.05.2022.
- 20 Плотная упаковка равных сфер [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Плотная_упаковка_равных_сфер Загл. с экрана. Дата доступа: 25.05.2022.
- 21 Налог на добавочную стоимость [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://myfin.by/wiki/term/nalog-na-dobavlennuyu-stoimost> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2022.
- 22 Среднемесячная тарифная ставка первого разряда [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://myfin.by/wiki/term/tarifnaya-stavka-pervogo-razryada> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2022.
- 23 Среднее нормативное количество рабочих часов в месяце [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://mintrud.gov.by/system/extensions/spaw/uploads/flash_files/Peoizvodstvenny-kalendar-2021.pdf – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2022.
- 24 Тарифы на электроэнергию для населения в Беларуси [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.energoby.by/by/> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2022.

25 Вершина Г.А. Охрана труда: учебник / Г.А. Вершина, А. М. Лазаренков. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 564 с.

26 Лазаренков А.М. Охрана труда. Учебно-практическое пособие по расчетам в охране труда: электронное пособие / А.М. Лазаренков, Т.П. Кот, Е.В. Мордик, Л.П. Филянович. – Минск: Регистр. номер БНТУ/МТФ 35-42.2018. Зарегистрировано 04.05.2018. – 11,7 усл.эл.л.

27 Лазаренков А.М., Фасевич Ю.Н. / Электронное издание: Пожарная безопасность. Учебное пособие по дисциплине «Охрана труда». – Минск: Регистрационный номер БНТУ/МТФ 35-16.2019. Зарегистрировано 06.03.2019. – 14,5 усл.эл.л