

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

«Программное средство автоматизации удаления элементов декомпозиционной модели детали на основе инженерного анализа»

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)


(подпись, дата)

А.Д. Трубач

Руководитель


(подпись, дата)

Ю.В. Полозков

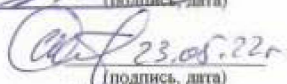
Консультанты:

по разделу «Компьютерное проектирование»


(подпись, дата)

Ю.В. Полозков

по разделу «Охрана труда»


(подпись, дата)

А.М. Лазаренков

по разделу «Экономика»


(подпись, дата)

И.В. Насонова

Ответственный за нормоконтроль


(подпись, дата)

Н.С. Домаренко

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 93 страниц;

графическая часть – 10 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2022

РЕФЕРАТ

SOLID WORKS, API SOLID WORKS, ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ, ЯЧЕЙСТЫЕ СТРУКТУРЫ, КОНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ТЕТРАЭДРАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ

Объект исследования – процесс автоматизированного конструирования тетраэдральных ячеек в области минимальных допустимых нагрузок по результатам многократного инженерного анализа детали.

Предметом исследования является средства автоматизации подготовки и выполнения статического исследования, получения, обработки и визуализации напряженно-деформированных свойств детали с использованием функций пакета API Solid Works, а также поиск допустимых областей нагружения для конструирования ячеистых структур.

Цель работы – разработка программного средства автоматизации удаления элементов декомпозиционной модели детали на основе инженерного анализа.

В процессе исследований были разработаны, алгоритмы и программные средства автоматизации подготовки и выполнения многократного статического исследования детали с использованием функций пакета API Solid Works.

Реализован алгоритм извлечения и хранения результатов многократного статического исследования, в качестве которых выступает список конечных элементов сетки детали, список самих узлов и значений напряженно-деформированных параметров, возможность сохранения данных параметров как условий для дальнейшего инженерного анализа детали.

Разработана система шаблонизации исходных условий статического исследования и параметров масштабирования ячеистых структур.

Для определения областей конструирования ячеистых структур разработаны алгоритмы поиска необходимых конечных элементов сетки по заданному напряженно-деформированному параметру узла.

Разработанная система может применяться для автоматизированного перепроектирования исходных монолитных деталей различного назначения в легковесные путем интеграции тетраэдральных ячеек в области минимального допустимого нагружения детали, определенных на основании обработки результатов многократного статического исследования детали.

Дипломный проект: 93 с., 65 рис., 12 табл., 24 источника, 1 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: 26.05.2021.
- 2 Виды кристаллографических ячеек в природе [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/5770/ – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2021.
- 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: 26.05.2021.
- 5 Свойство шестигранной ячейки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://3dprinter.ua/kakoj-iz-tipov-zapolnenija-dlja-3d-pechati-luchshe/> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2021.
- 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%20strong.> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2021.
- 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: 26.05.2021.
- 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: 26.05.2021.
- 9 Топологическая оптимизация и генеративный дизайн [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19982 – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2021.
- 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: 26.05.2021.

- 11 Инженерный анализ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ppt-online.org/603311> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2021.
- 12 САЕ-система [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sewiki.ru/САЕ-система> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2021.
- 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: 26.05.2021.
- 14 Типы конечных элементов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://en.ppt-online.org/435619> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2021.
- 15 САД-система [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://photogrammetria.ru/100-cad-sistemy.html> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2021.
- 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: 26.05.2021.
- 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: 26.05.2021.
- 18 Налог на добавочную стоимость [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://myfin.by/wiki/term/nalog-na-dobavlennuyu-stoimost> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2021.
- 19 Среднемесячная тарифная ставка первого разряда [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://myfin.by/wiki/term/tarifnaya-stavka-pervogo-razryada> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2021.
- 20 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: 26.05.2021.
- 21 Тарифы на электроэнергию для населения в Беларуси [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.energosbyt.by/by/> – Загл. с экрана. Дата доступа: 26.05.2021.
- 22 Вершина Г.А. Охрана труда: учебник / Г.А. Вершина, А. М. Лазаренков. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 564 с.
- 23 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.
- 24 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.