

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

на тему:

«Моделирование оптимальной топологии деталей устройств»

Цель работы — с применением свободного программного обеспечения получить первичные навыки проверки геометрической формы (2D и/или 3D) изделий на оптимальность на начальных этапах их конструирования, а также задания граничных условий для задачи статического анализа.

В рамках домашнего задания необходимо выполнить поиск рациональной топологии (2D и/или 3D) узлов известных технических решений грузозахватных устройств. Информация об устройстве, как и в первом домашнем задании, содержится в описании патента на изобретение или полезную модель. Свой номер патента см. в таблице 2.

В качестве объекта исследования следует принять наиболее металлоемкую и часто сложно нагруженную деталь (рычаг) захвата, для которой необходимо построить расчетную схему, обосновав ограничения оптимизации (сочетания нагрузок и их численные значения, способ закрепления объекта исследования, ограничения распространения линий построения и т.д.) и с использованием специализированного программного обеспечения для топологической оптимизации получить оптимальное решение для объекта исследования.

При возникновении сложностей в выборе объекта исследования следует [обратиться к преподавателю](#).

Срок сдачи домашнего задания – 15 неделя.

Содержание выполняемого индивидуально отчета¹:

1. Титульная страница (наименование домашнего задания и дисциплины, ФИО автора и преподавателя, группа).

2. Исходные данные (схема моделируемого устройства, описание его устройства и принципа работы, основные сведения о перемещаемых грузах²).

3. Расчетная схема исследуемой детали захвата.

4. Краткое изложение порядка создания расчетной модели детали в используемой среде топологической оптимизации.

5. Пошаговое подробное изложение порядка построения модели с добавлением скриншотов результатов основных шагов³.

6. Выводы: конечный результат топологической оптимизации, его анализ, включающий сравнение с исходным конструктивным исполнением.

Пример оформления отчета доступен [по ссылке](#). В библиотеке доступно учебно–методическое пособие [1]⁴. В работе следует использовать свободное программное обеспечение для топологической оптимизации. Далее приведен перечень с примерами такого программного обеспечения.

¹ Сдается в электронном виде в формате .pdf (пересылается на почту преподавателя), дополнительно прикладываются файлы модели. Имя файла отчета следует оформить следующим образом: «**ФамилияИО_РК4-51_ДЗ_2.pdf**».

² Формулируются самостоятельно на основе собственного анализа.

³ В зависимости от сложности решаемой задачи рекомендуемое количество иллюстраций — 5–10.

⁴ Методические указания доступны из внутренней сети университета, либо из дома при VPN-подключении.

Рекомендуемое программное обеспечение (преимущественно свободное):

- 2D:**
1. TopOpt 2D (<http://www.topopt.dtu.dk/?q=node/781>).
 2. BESO2D (<http://www.rmit.edu.au/research/cism/software>).
- 3D:**
1. Topostruct (http://sawapan.eu/sections/section79_topostruct/download.html).
 2. TopOpt 3D (<http://www.topopt.dtu.dk/?q=node/903>).
 3. Inspire (академическая версия) компании SolidThinking.
 4. ProTOP компании CAESS (<http://caess.eu/site/Software-Download.html>).
 5. ANSYS Workbench 19.2 (академическая лицензия)

Примечание: ссылки на сайты не актуализировались продолжительное время. За это время адреса сайтов перечисленных продуктов могли измениться. Приветствуется выполнение задания и в других не указанных здесь новых свободных программах, а также в студенческих версиях коммерческих продуктов.

Литература:

1. Гнездилов С. Г. Моделирование оптимальной топологии деталей устройств: Методические указания к выполнению домашнего задания. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. 47 с. URL: <http://ebooks.bmstu.ru/catalog/228/book1756.html>
2. Марчук Н. И. Оптимальное проектирование конструкций с использованием топологической оптимизации ПК Ansys / Н. И. Марчук, Е. В. Прасоленко // Молодёжь и наука: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К. Э. Циолковского [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section35.html>, свободный.
3. Сыроева В. В., Чедрик В. В. Алгоритмы оптимизации топологии силовых конструкций // Ученые записки ЦАГИ. 2011. Т. XLII. № 2. С. 91-102.
4. Гнездилов С. Г., Шубин А. Н. Топологическая оптимизация на примере стрелы башенного крана // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 6. С. 40-43.
5. Гнездилов С.Г., Шубин А.Н. Принципы рационального проектирования элементов машин с использованием методов топологической оптимизации // Строительные и дорожные машины. 2016. №2. С. 44-49.

Порядок начисления баллов за отчет

Отчет оценивается в соответствии с качеством (тщательности) проработки представленных в таблице 1 критериев. При отражении в отчете иной актуальной информации (сверх перечисленных критериев) дополнительно может быть начислено до 5 баллов, а также при сдаче отчета раньше срока (например, на неделю раньше) дополнительно может быть начислено 2 балла при условии, что сумма баллов за отчет не превысит максимально допустимой оценки.

Таблица 1. Распределение баллов по критериям оценки

Критерии оценки	Количество баллов (max)
Оформление отчета (титульная страница, нумерация страниц, рисунков и т.п., подрисуночные надписи и др.)	2
Исходные данные (цель работы, задание)	1
Анализ устройства (описание конструкции устройства, принцип работы, анализ оптимизируемого элемента и т.п.)	2
Описание параметров груза (размеры, форма, свойства и др.)	1
Корректность построения расчетной схемы: обоснованность задания граничных условий (сочетания нагрузок и их численные значения, способ закрепления узла, ограничения распространения линий построения и т.д.)	6
Этапы получения оптимальной топологии элемента (не менее 5)	4
Анализ результатов (включает сравнение результатов с данными патента)	2
Выводы	1
Сумма:	19

Таблица 2. Варианты домашнего задания⁵

PK4-51			
ФИО	Номер патента	Параметры груза	Грузоподъемность, кг
ГАВ	WO2008098356A1	D = 580 мм	200
ДИВ	KR20120008477U	D = 580 мм	200
ИАГ	RU55758U1	t = 5 ... 50 мм	1000
КЯД	RU2006442C1	D = 400 мм	1000
КТД	US2002190533A1	B = 1,2 м, H = 200 мм	200
КАВ	US2015151951A1	D = 1250 мм	200
ММС	WO8600280A1	D = 580 мм	200
ОАА	RU2020121C1	D = 580 мм	200
СДА	US2022041418A1	D = 1500 мм	1000
ФСР	WO2008017099A1	D = 580 мм	180
ЧНД	RU186453U1	t = 2...40 мм	300
ЧРВ	US2016264381A1	Балка 60Б1	600
ЩВА	US2519067A	D = 600...650 мм, H = 800 мм	200
ЯДВ	US6609742B1	D = 1000 мм	300

⁵ По согласованию с преподавателем исходные данные домашнего задания могут быть изменены.