



**САМАРСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Самарский национальный
исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва

Влияние модели материала и технологических ограничений на результаты топологической оптимизации

Докладчик:

ст. гр. 3409 Зимина Анна

Алексеевна
Научный руководитель: ассистент

кафедры КиПЛА Кишов Евгений

Алексеевич

Самара

2019



Что такое топологическая оптимизация?

Топологическая оптимизация является **ОСНОВОЙ** перспективного **МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ** силовых конструкций.

Она **ПОЗВОЛЯЕТ АВТОМАТИЗИРОВАТЬ** процесс выбора силовой схемы детали под заданные случаи нагружения, физические (прочностные, жёсткостные и т. п.) и технологические ограничения.

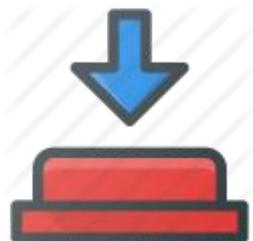




Оценка эффективности результата:



- Исследование влияния различных значений коэффициента пенализации SIMP-модели материала;



- Штамповка;

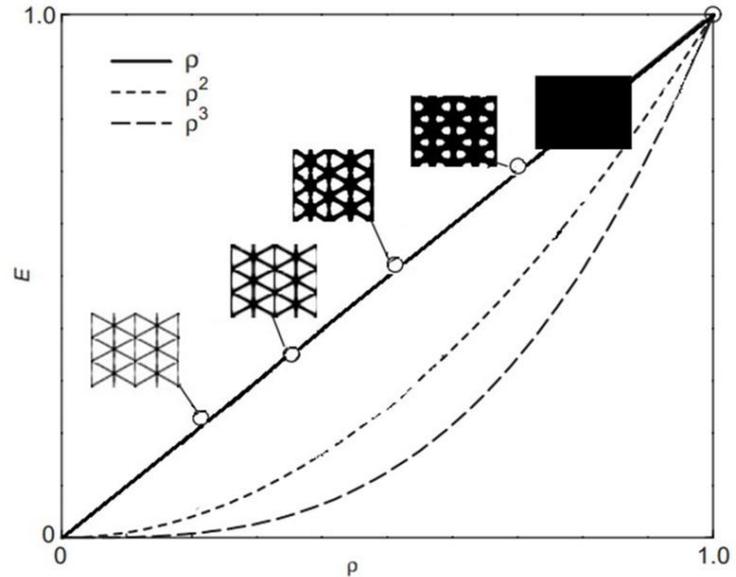


- Экструзия.



Топологическая оптимизация конструкций по критерию минимума энергии деформации

$$E = E_0 \rho^p$$



Нелинейная модель материала

$$E(\rho) = \rho^p E_0$$

[M. P. Bendsoe, 1989]

$p \geq 1$ - коэффициент пенализации

E_0 - модуль упругости
исходного материала

SIMP (Solid Isotropic
Material with
Penalization)

Сплошной изотропный
материал со «штрафом»
(пенализацией)



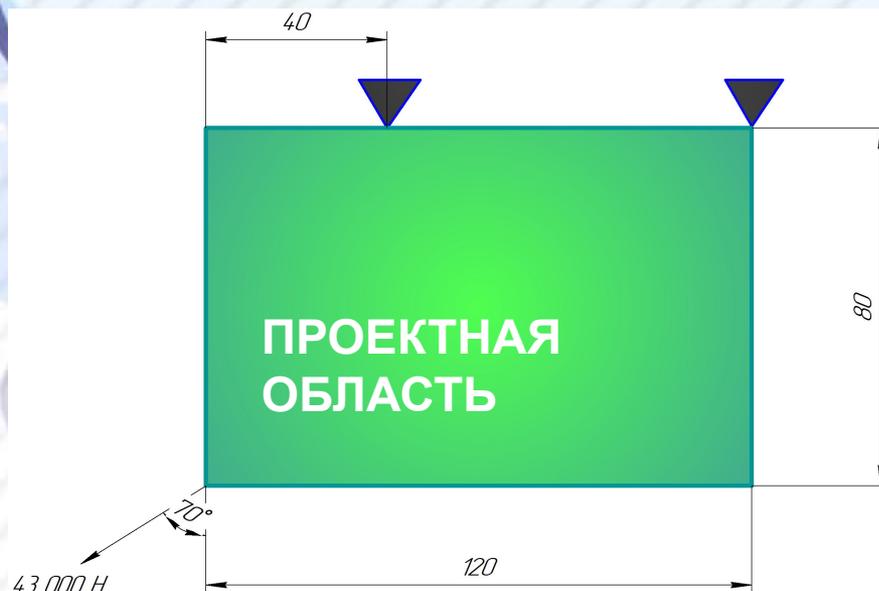


Постановка задачи



ЗАДАНА ПРОЕКТНАЯ ОБЛАСТЬ.

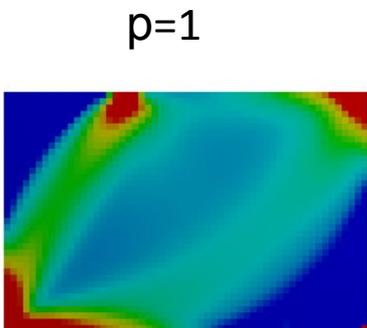
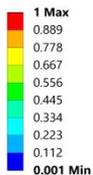
**НЕОБХОДИМО СПРОЕКТИРОВАТЬ
КРОНШТЕЙН НАВЕСКИ ЭЛЕРОНА**



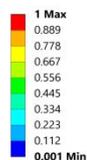
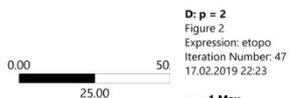
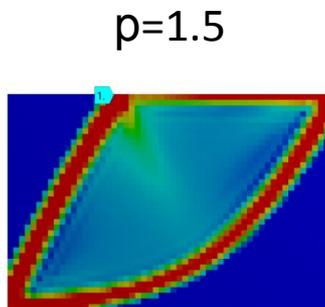
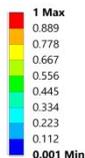


Варьирование SIMP-модели материала

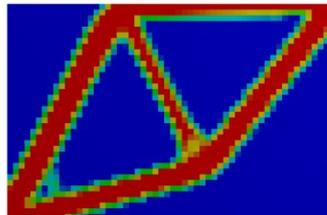
B: p = 1
Figure 2
Expression: etopo
Iteration Number: 11
17.02.2019 22:18



C: p = 1.5
Figure 2
Expression: etopo
Iteration Number: 27
17.02.2019 22:21

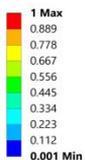


p=2

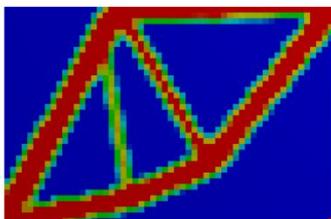


100.00 (mm)

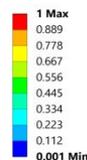
E: p = 2.5
Figure 2
Expression: etopo
Iteration Number: 42
17.02.2019 22:19



p=2.5



F: p = 3
Figure 2
Expression: etopo
Iteration Number: 35
17.02.2019 22:11



p=3

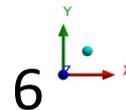
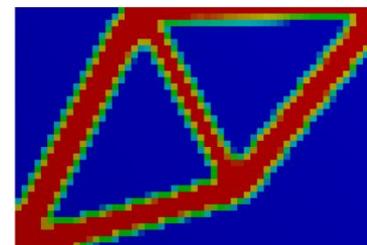
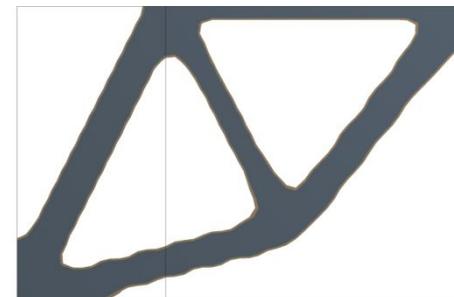
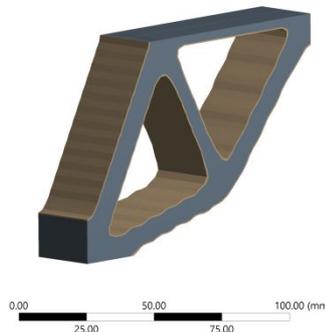
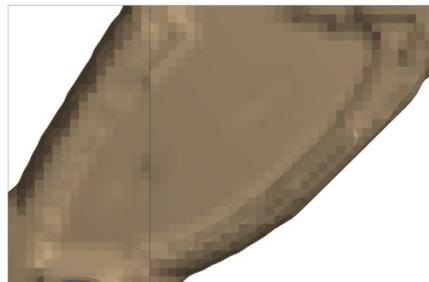
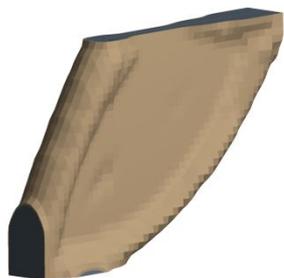


График зависимости энергии деформации от коэффициента пенализации





Технологические ограничения



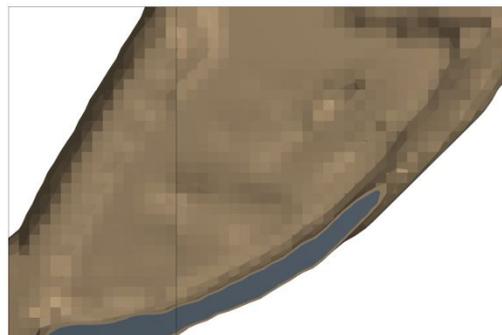
Штамповка

а



Экструзия

ия



**Без технологических
ограничений**

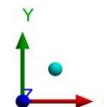
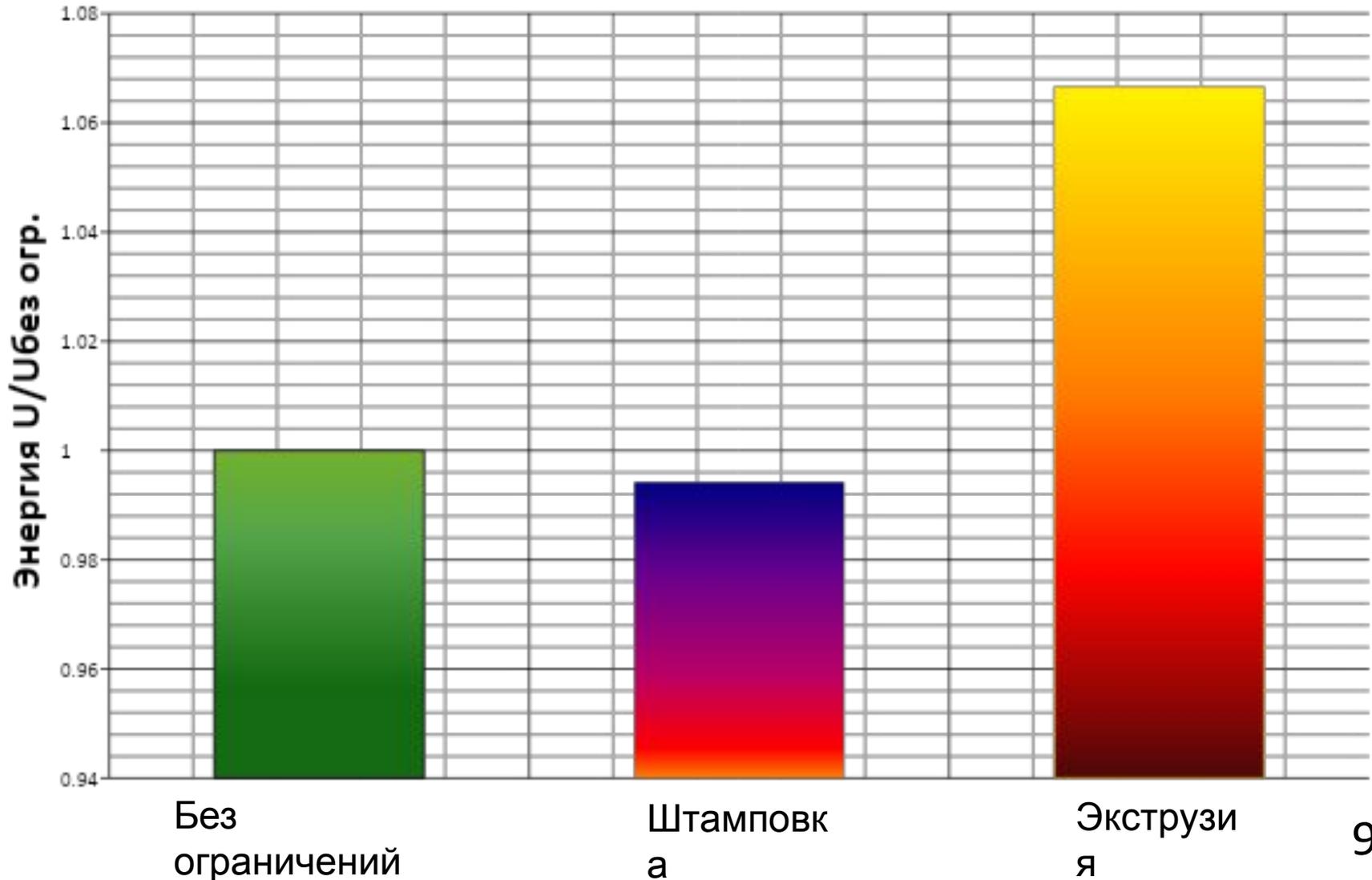




График зависимости энергии деформации от вида технологических ограничений





Результат работы:



Кронштейн навески
элерона

**Балочная силовая схема со
стенкой**



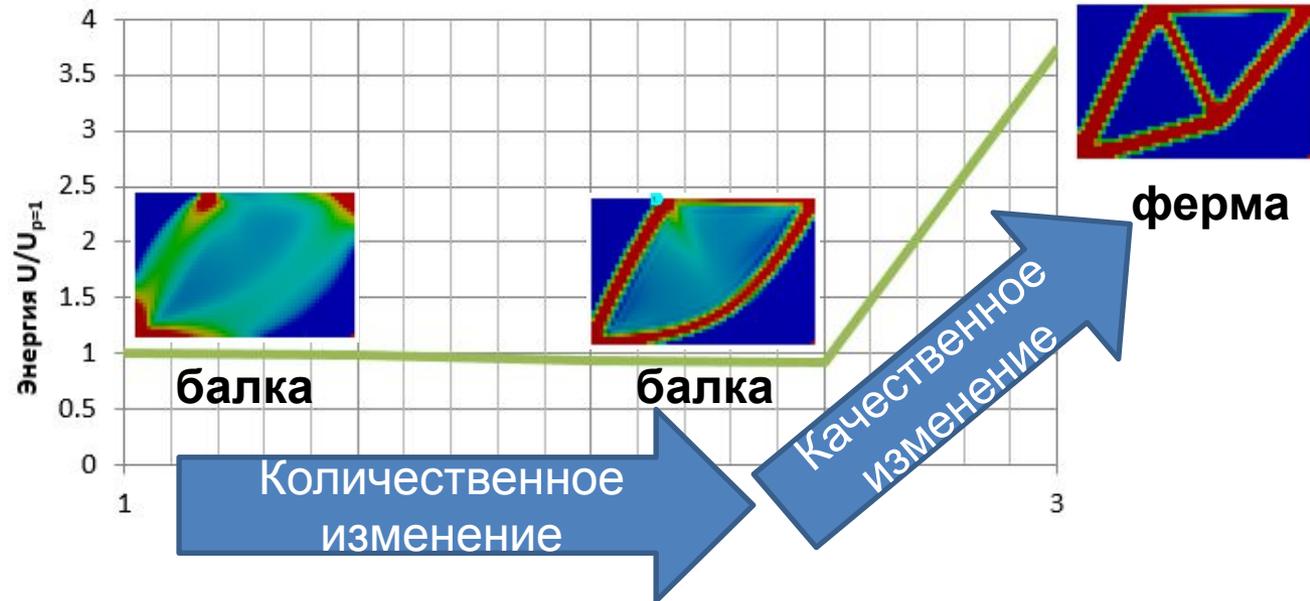


Вывод

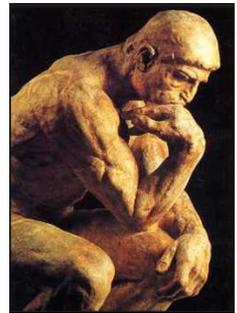
- Зависимость энергии деформации от коэффициента пенализации имеет вид возрастающей функции.
- При определённом « p » наблюдается скачкообразное изменение энергии.
- Это является количественным отражением качественного изменения силовой схемы: превращению «балки» в «ферму».



Философская ремарка



«Всякое изменение имеет количественную сторону, то есть сторону, которая характеризуется простым увеличением или уменьшением, которое не меняет природы того, что изменяется. ... В определённой точке оно [количественное изменение] всегда ведёт к качественному изменению; и в этой критической точке (или «узловой точке», как называл её Гегель) качественное изменение наступает относительно внезапно, так сказать, скачком.»



[М. Корнфорт «Диалектический материализм», 1956 г.]



Вывод

- Зависимость энергии деформации от коэффициента пенализации имеет вид возрастающей функции.
- При определённом « p » наблюдается скачкообразное изменение энергии.
- Это является количественным отражением качественного изменения силовой схемы: превращению «балки» в «ферму».
- Анализ результатов, полученных с использованием технологических ограничений, показал преимущество балочной КСС перед ферменной в рассматриваемой задаче.



**САМАРСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Самарский национальный
исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва

Благодарю за внимание!

Анна Зими́на,
гр. 3409,

zimina.anna2011@yandex.ru

Самара
2019