Внедрение топологической оптимизации в цифровом проектировании авиационной техники

Автор:
Ильин Денис Александрович
Ведущий инженер-конструктор ПАО «Ил»

Цели и задачи проекта

Цель проекта:

Отработка применения топологической оптимизации (далее ТО) в цифровом проектировании авиационной техники продуктовой линейки ПАО «ОАК» (на примере Ил-112В)

Задачи проекта:

- ознакомление с опытом применения ТО в аэрокосмической отрасли;
- изучение процесса конструирования с применением ТО;
- изучение программного обеспечения для ТО;
- отработка процесса конструирования с применением ТО на узлах и деталях Ил-112 и оценка его эффективности;
- изучение возможности применения топологической оптимизации для синтеза силовой схемы агрегатов типа герметичных люков.

Использование ТО в аэрокосмической отрасли

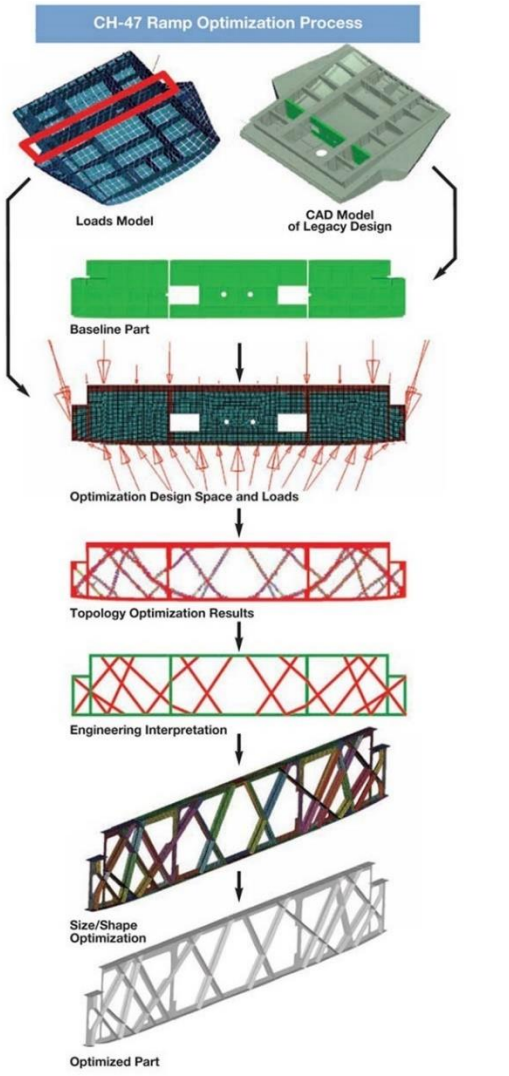
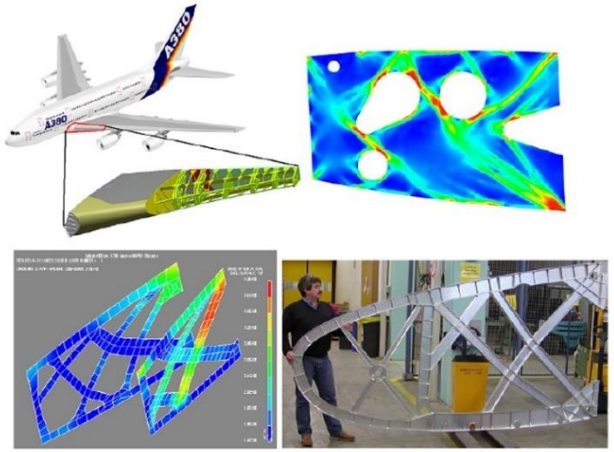
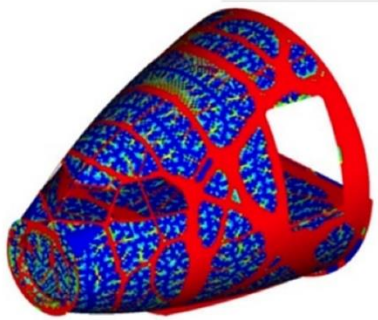
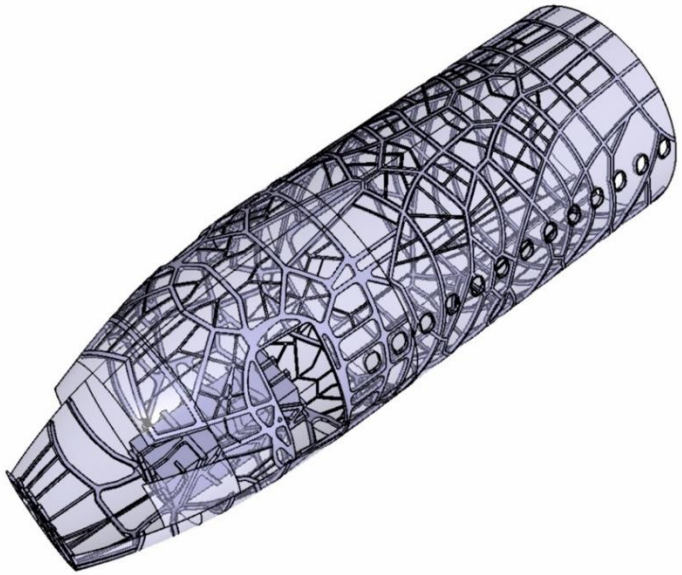


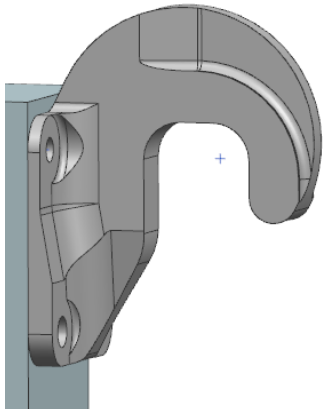
Image: *Concept to Reality* Magazine, Rotorcraft Design Takes Flight



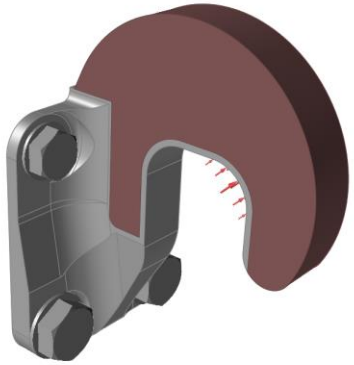




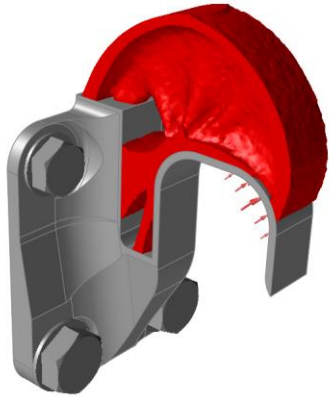
Конструирование с помощью ТО



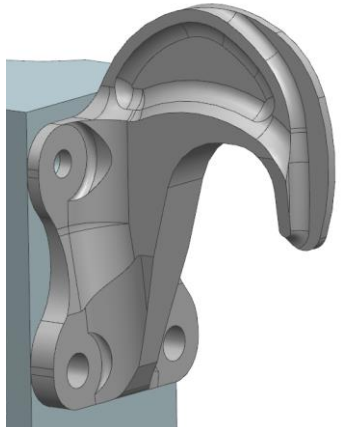
Исходная деталь



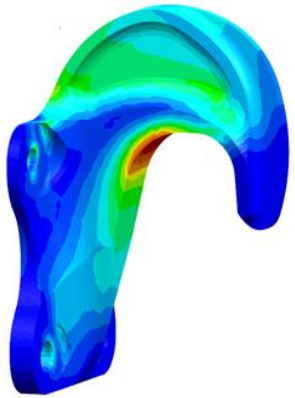
Задание нагрузок, закреплений и области оптимизации



Топологическая оптимизация



Оптимальная CAD геометрия



Верификация оптимальной CAD геометрии

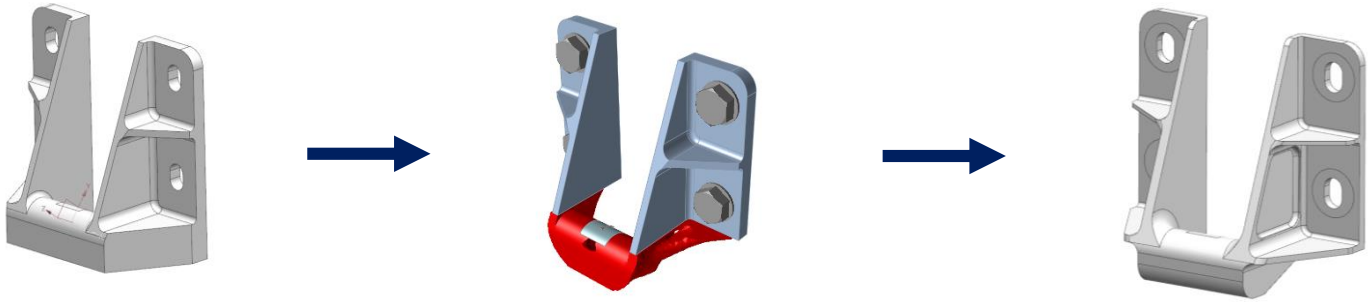
Для данной детали снижение массы составляет 28%

Программное обеспечение конструктора для ТО

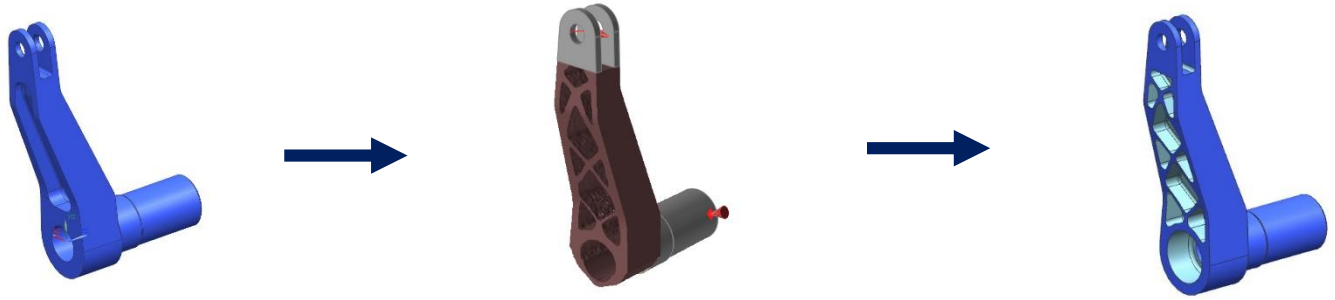
Критерий	NX Adv. Simulation	SolidThinking Inspire
Наличие на ПАО «Ил»	+	-
Интеграция с ТСЕ	+	+
Ассоциативность с исх. геометрией	+	- (необходим импорт)
База материалов по ограничителю ОКБ	**+ (из NX)**	- (необходим ручной ввод)
Интуитивность интрефейса	-	+
Возможность задания ограничений оптимизации (геометрические/технологические/размерные)	**±/±/±**	+/+/+
Возможность вывода результатов анализа (перемещения/эквивалентные напряжения/запас прочности)	+/+/±	+/+/+
Экспорт оптимизированной геометрии в формат .stl	+	+

Примеры использования ТО на деталях Ил-112

Исходная деталь | **Результат ТО** | **Оптимизированная деталь**



ΔM=35%



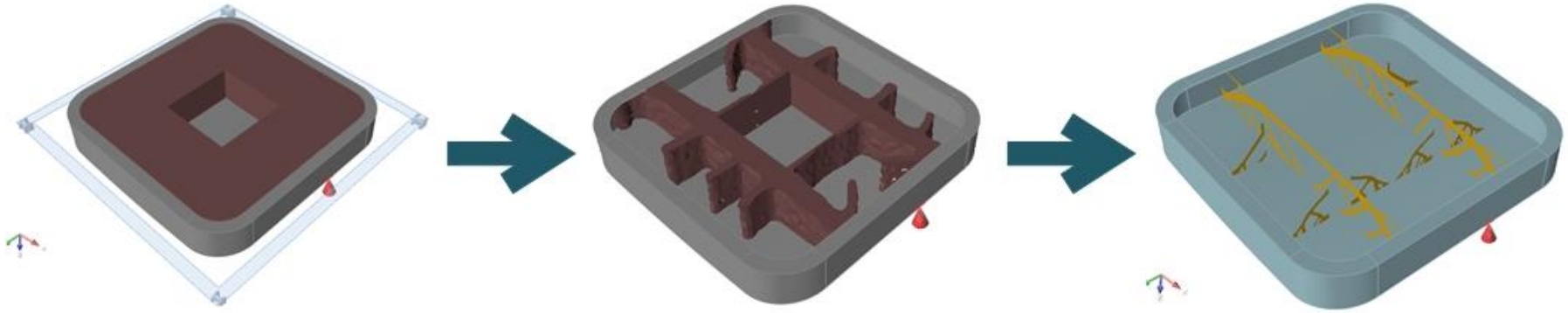
ΔM=18%

ΔM=38%

ΔM=50%

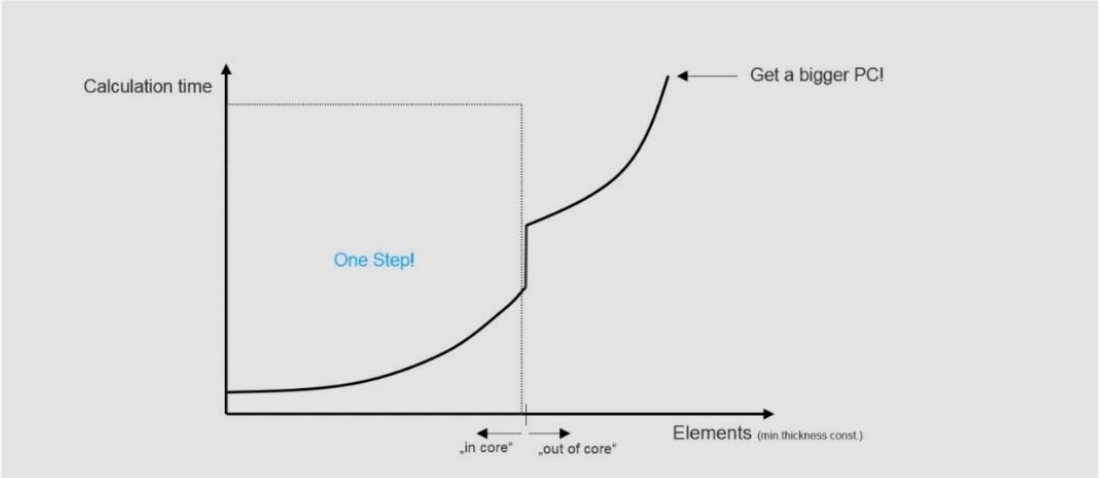
Синтез силовой схемы агрегата с помощью ТО

Рассматриваемый объект - крышка герметичного люка



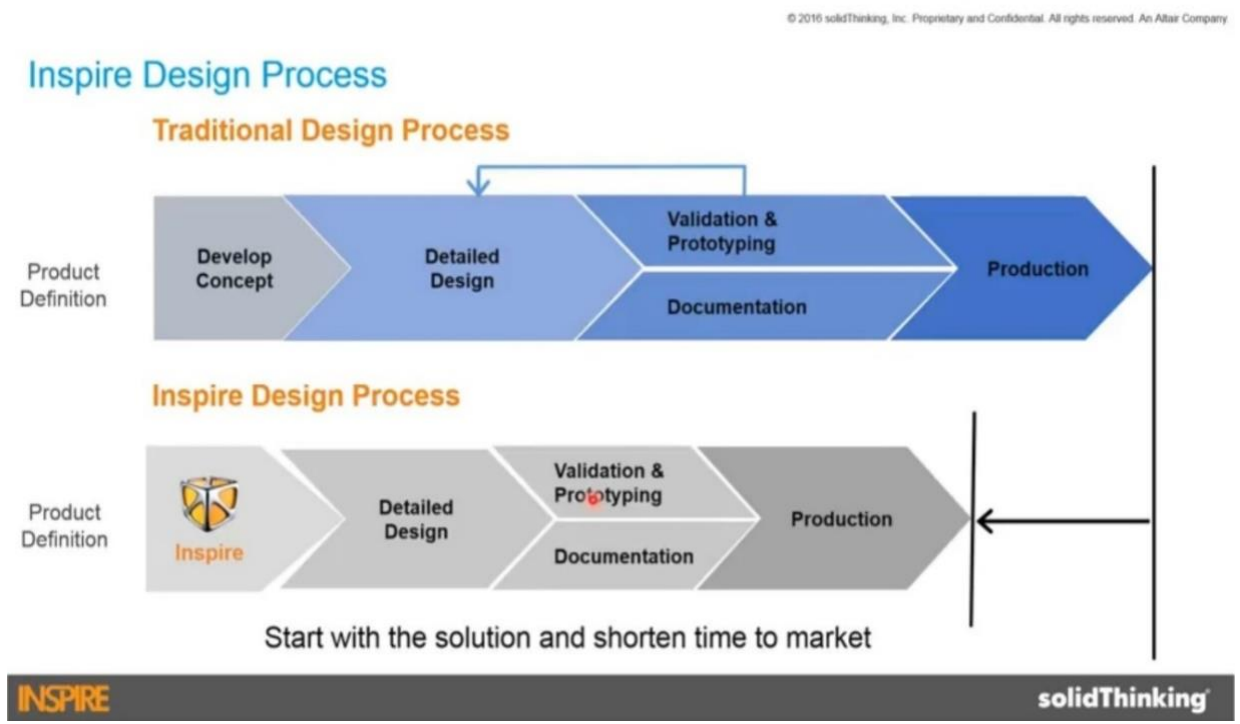
2016 solidThinking, Inc. Proprietary and Confidential. All rights reserved. An Altair Company.

Multi-Step Optimization



INSPIRE solidThinking

Экономические преимущества внедрения ТО



Weighty matters

	Value of weight saving, $/kg
F1 motorsport	More than 120,000
Spacecraft	25,000
Aircraft	1,200-13,000
Automotive	20-600
Trucks, excavators, etc	1.3-12.7
Factory equipment	0-6

Source: Marcus Pont, Domin Fluid Power, 2017

Выводы и перспективы внедрения

Вывод:

На примерах показано, что применение топологической оптимизации позволяет снижать массу деталей и узлов авиационной техники от 10 до 50% по сравнению с традиционными методами конструирования.