

Климов А.Д.

*Научный руководитель: к.т.н., Доцент каф. «Технология машиностроения» В.А. Яшков
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

Топологическая оптимизация детали кронштейн с целью уменьшения веса без потери прочностных характеристик

В современном мире, одной из главной отраслью развития каждой страны является машиностроительное производство. Где основными требованиями являются производство деталей с высокой точностью и длительной долговечностью с наименьшими экономическими затратами. В связи с этим появляются новые или совершенствуются старые методы изготовления продукции.

К числу современных методов изготовления продукции можно отнести Аддитивные технологии.

Аддитивные технологии - это выращивание изделий при помощи 3D проектирования по САД-модели. Этот процесс считается инновационным и противопоставляется традиционным способам промышленного производства.

Аддитивные технологии позволяют получать готовые изделия из различных материалов: металла, керамики, бумаги, композитов, полимеров.

В данном методе существуют различные способы изготовления продукции:

1. FDM (Fused deposition modeling) — послойное построение изделия из расплавленной пластиковой нити. Это самый распространенный способ 3D-печати. FDM-принтеры работают с различными типами пластиков, самым популярным и доступным из которых является ABS.

2. SLM (Selective laser melting) — инновационная технология производства сложных изделий посредством лазерного плавления металлического порошка по математическим САД-моделям (3D-печать металлом).

3. SLS (Selective laser sintering) — заключается в послойном спекании частиц порошкообразного материала до образования физического объекта по заданной САД-модели.

4. SLA (сокращенно от Stereolithography) — лазерная стереолитография, отверждение жидкого фотополимерного материала под действием лазера.

5. MJM (Multi-jet Modeling) — многоструйное моделирование с помощью фотополимерного или воскового материала.

Преимущества Аддитивных технологий:

- Улучшенные свойства готовой продукции.
- Большая экономия сырья.
- Возможность изготовления изделий со сложной геометрией.
- Мобильность производства и ускорение обмена данными.

Развитие и внедрение данного метода в машиностроительное производство позволит снизить трудоемкость, затраты материала и средств на изготовление продукции, получать изделия уникальной геометрии, увеличит точность изготовления, снизит стоимости готовой продукции. Данный метод позволит изготавливать режущие инструменты, пресс формы.

При использовании данного метода применяется различное современное оборудование. Например:

- Станки с ЧПУ производства DMG MORI, которые по мимо механической обработки материала имеют встроенную насадку для выращивания определенных геометрических профилей на различных поверхностях обработанной детали. Также станки DMG MORI специализирующие только на выращивании изделий при помощи лазерного плавления металлического порошка позволяют выращивать изделия различной геометрической формы, размеров, по математическим САД-моделям (3D-печать металлом).

- 3D принтер- может выращивать различные изделия различной геометрической формы, размеров, из различных материалов, различными способами приведенные выше.

В современном мире компьютерных технологий перед изготовлением изделий при помощи аддитивных технологий, применяют также топологическую оптимизацию в APM FEM, что позволяет изготавливать изделия без потерь прочностных характеристик и с меньшей материалоемкостью.

Топологическая оптимизация – это синтез формы и внутренней структуры изделия с оптимальным распределением материала в заданном ограниченном пространстве (пространстве проектирования) с учетом всех расчетных случаев, а также конструкционных и технологических ограничений.

Два основных подхода в проектировании при применении топологической оптимизации:

- Синтез силовых схем (когда неизвестен облик будущего изделия)
- Оптимизация существующих конструкций (необходимо «выжать» из конструкции максимум)

Постановка задачи топологической оптимизации в APM FEM

Для проведения топологической оптимизации необходимо определить целевую функцию и критерий (максимизация жесткости, минимизация массы), а также указать требуемые ограничения (по объему(массе), по напряжениям, по минимальной/максимальной толщине стенок, симметрия, штамповка).

Алгоритм расчета топологической оптимизации полностью идентичен любому расчету обычной модели, за исключением необходимости задания в качестве дополнительных исходных данных пространства проектирования (области, где может располагаться материал по условиям конструктивных и технологических ограничений), а также специальных параметров расчета (целевой функции и критерия, ограничений).

Результаты расчета и постобработка

В качестве результатов расчета топологической оптимизации пользователю представляется карта "Объемная доля" с возможностью визуального удаления "лишнего" материала. Полученный таким образом силовой каркас конструкции должен пройти специальную постобработку, чтобы получить новую оптимизированную 3D-модель, которая должна пройти стадию проверочного расчета, чтобы окончательно подтвердить свою работоспособность. Постобработка осуществляется либо специализированными инструментами КОМПАС-3D, либо обычными средствами моделирования в КОМПАС-3D после экспорта/импорта файла формата STL).

В заключение можно сказать, что развитие современных технологий производства позволит снизить: трудоёмкость проектирования изделий, затраты материала на производство, снизить себестоимость изделий и т.д.