

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 658.512

ФИЗИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

© 2023 И. А. Аксентьев, А. Е. Ушакова, Н. М. Масалаб

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

Предприятия современной индустриальной промышленности стремятся к максимальной оптимизации технологических процессов. Такая оптимизация включает в себя уменьшение объема бракованной продукции и способствует повышению эффективности на предприятии. Для этого необходимо проводить анализ подготовленных моделей перед дальнейшей работой с ними. В анализ входит определение прочностных характеристик объекта, его деформации и напряжений, возникающих при прогнозируемой эксплуатации. Рассматривается пригодность использования приложения APMFEM в системе автоматизированного проектирования Компас-3D.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, анализ, технологический процесс, оптимизация.

Введение

При реализации технологического процесса стоит задача минимизировать количество бракованного выпуска. Для этого проводятся мероприятия по анализу продукции на этапах ее изготовления. Техно-

логический процесс изготовления изделия варьируется в зависимости от типа производства. Для примера рассмотрен технологический процесс аддитивного производства, представленный на рисунке 1.



Рисунок 1. Технологический процесс

Во время работы в системах автоматического проектирования (САПР) необходимо провести компьютерное моделирование изделия. Компьютерная модель подвергается

техническому анализу в следующих случаях:

- процесс моделирования проводится впервые для изделия (чертеж либо не был эксплуатирован и утвержден ранее, либо его нет);

Аксентьев Игорь Алексеевич – Воронежский институт высоких технологий, студент, e-mail: igoraksy@gmail.com

Ушакова Анна Евгеньевна – Воронежский институт высоких технологий, канд. техн. наук, доцент, e-mail: ann_me@mail.ru.

Масалаб Надежда Михайловна – Воронежский институт высоких технологий, ст. преп., e-mail: nadezhdamasalab@mail.ru.

- изделие будет изготовлено из нового материала, который ранее не использовался в его производстве.

При невыполнении компьютерного анализа модели, в зависимости от указанных факторов, на дальнейших этапах производства изделия возникает или брак, или невозможность технической реализации.

Анализ моделей

Для реализации компьютерного анализа модели в САПР необходимо изучить и проанализировать полный маршрут технологического процесса и свойства изготавливаемого изделия, т. е. будущий функционал и материал. Для проведения анализа подходят все типы технологических процессов: групповой, типовой и единичный [1]. После этого необходимо провести конкретизацию полученных данных – определить физические параметры материала и необходимые конструктивные особенности модели.

После проведения процесса компьютерного моделирования объекта нужно использовать данные нагрузки – как объект будет закрепляться, и какие силы на него будут действовать в процессе эксплуатации. В аналитической среде САПР выставляются физические параметры объекта и точки закрепления, определяются и назначаются силы, действующие на объект при его прогнозируемой эксплуатации. Тогда программа прочностного расчета САПР проводит ана-

лиз полученной модели, используя назначенные параметры. После проведенного анализа необходимо проанализировать данные о физическом состоянии модели после нагрузки и все деформации, которые возникли.

На основе данных, полученных после анализа модели в САПР, необходимо внести корректировки – изменение материала продукта или его конструкции.

Рассмотрим пример анализа модели конструкционной рукоятки (рис. 2) в САПР Компас-3D в приложенной среде ARMFEM. Объект представляет собой литой стержень, изготовленный из стали 25 ГОСТ 1050-2013 и изогнутый по траектории в форме рукоятки.

Для проведения анализа были назначены поверхности закрепления – верхние части концов ручки, так как подразумевается, что изделие при использовании будет соединено сварным швом, в состав которого войдут именно эти поверхности. Далее на основании модели рукоятки наложена распределенная нагрузка силой 500 Н по оси Z и 100 Н по оси Y, что соответствует нагрузке в ~50 кг снизу и ~10 кг справа. Перед проведением процесса анализа модель приняла вид, представленный на рисунке 3.

Физические характеристики материала модели, необходимые для проведения расчета приведены в таблице.

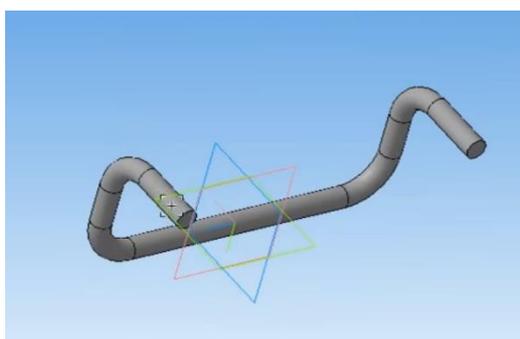


Рисунок 2. Модель конструкционной рукоятки

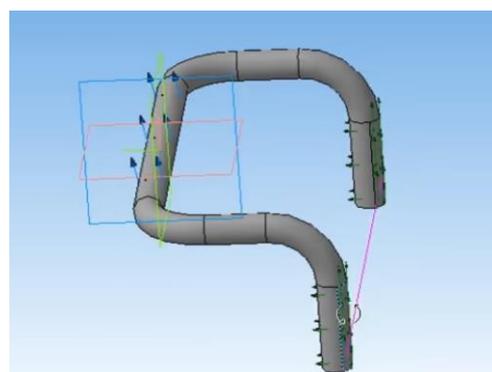


Рисунок 3. Модель с нагрузкой

Таблица

Физические параметры материала

Параметр	Единицы измерения	Значение
Модуль упругости нормальный	[Н/мм ²]	200000
Коэффициент Пуассона	–	0,3
Плотность	[кг/мм ³]	7,8
Температурный коэффициент литейного расширения	[1/°C]	1,2e-05

Продолжение таблицы

Теплопроводность	[Вт/(°С·мм)]	5,5e-05
Предел прочности при сжатии	[Н/мм ²]	410
Предел прочности (временное сопротивление)	[Н/мм ²]	410
Предел текучести	[Н/мм ²]	235
Предел выносливости при растяжении	[Н/мм ²]	209
Предел выносливости при кручении	[Н/мм ²]	139

После закрепления объекта и установки точек нагрузки модель преобразовывается в конечную элементную сетку (рис. 4) с параметрами по умолчанию.

С помощью функции расчета проводится анализ объекта – статический расчет. Результаты расчета напряжения показаны на рисунке 5. С помощью градиента можно

увидеть значения напряжений на модели. Числовые значения напряжений находятся в окне расчета – максимальный результат 204,371 МПа и минимальный 1,242 МПа. Диапазон значений на градиенте можно корректировать в окне редактирования карт результатов.

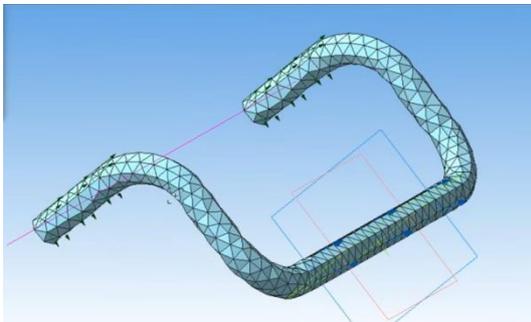


Рисунок 4. Элементная сетка

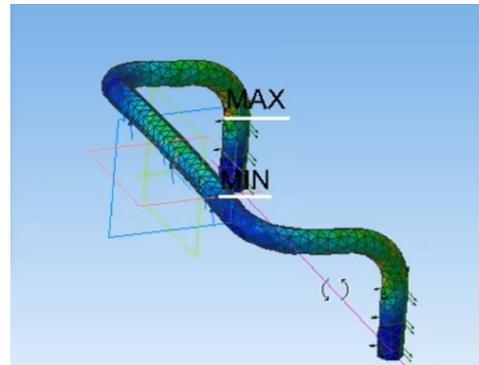


Рисунок 5. Напряжение

Для наглядного представления деформации модели в миллиметрах можно воспользоваться параметром вывода результатов – «Перемещения».

Заключение

При помощи проведенного анализа модели можно заранее предупредить ее недостатки и недоработки конструкции. Это позволит минимизировать количество неправильно изготовленных изделий при производстве продукции. Проведение комплекс-

ного анализа моделей также позволяет вносить корректировки в изделие без необходимости изготовления пробного экземпляра для тестов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ткачев А. Г. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин / А. Г. Ткачев, И. Н. Шубин. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007. – 112 с.

PHYSICAL ANALYSIS OF THREE-DIMENSIONAL MODELS IN IN CAD SYSTEMS

© 2023 I. A. Aksentiev, A. E. Ushakova, N. M. Masalab

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

In the modern light industry, manufacture is aiming for maximum optimization of technological processes. This optimization includes reducing the number of defective products and contributes to increased efficiency in the facility. So, it is necessary to analyze the prepared models before further work. The analysis includes a determination of the strength characteristics of the object, its deformation and stresses appearing during the predicted operation. The suitability of using the APMFEM application in the computer-aided design system Compass-3D is considered.

Keywords: computer-aided design, analysis, technological process, optimisation.