РАЗДЕЛ V. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Енин И.А., Ефанов С.А.

Анализ конструкции детали «Основание центробежной муфты»

ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва"
Рузаевский институт машиностроения (филиал)
(Россия, Саранск)

doi: 10.18411/lj-09-2020-25

idsp: ljjournal-09-2020-25

Аннотация

В статье приводится статический анализ конструкции детали. В качестве метода анализа используется метод конечных элементов, а в качестве среды моделирования SOLIDWORKS Simulation.

Разработаны граничные условия по перемещениям обеспечивающие вычислительную эффективность, а также адекватность получаемых решений.

Результаты анализа напряженно-деформированного состояния представлены в наглядной форме, пригодной для оценки.

Ключевые слова: конечно-элементный анализ, напряженно-деформированное состояние, SOLIDWORKS Simulation.

Abstract

The article provides a static analysis of the design of the part. The analysis method uses the finite element method, and the SOLIDWORKS Simulation modeling environment.

Boundary conditions for displacements have been developed to ensure computational efficiency, as well as the adequacy of the solutions obtained.

The results of the analysis of the stress-strain state are presented in a visual form suitable for assessment.

Keywords: the finite element analysis, the stress deformed state, SOLIDWORKS Simulation.

Современное общество постоянно нуждается в новых видах продукции, или в сокращении затрачиваемого труда на изготовление основной продукции. Эти потребности, возможно, удовлетворить только на основе новых технологических процессов и современных машин, используемых для их реализации.

В последние несколько лет осуществлялось значительное внедрение новой вычислительной техники, что существенно повлияло на процесс инженерной работы. Появились программные комплексы CAD и CAE систем обеспечивающие современный подход, позволяющий значительно ускорять процессы проектирования конструкций и их исследования. Среди средств CAE значительное место занимают расчетные комплексы, в основе которых лежит метод конечных элементов. Данные средства, основываясь на 3D модели объекта, свойствах различных материалов, физических процессах, эксплуатационных характеристиках позволяют выполнять имитационное моделирование.

Произведем анализ конструкции детали «Основание центробежной муфты» в среде SolidWorks [1,2].

Исследуемая деталь входит в состав центробежной муфты.

Центробежная муфта это деталь, предназначенная для автоматического сцепления (или расцепления) валов при достижении ведущим валом заданной скорости вращения. Может использоваться как сцепная или предохранительная муфта.

Также центробежные муфты предохраняют двигатель внутреннего сгорания от остановки или резкого снижения оборотов, в случае резкого торможения выходного вала.

Однако в некоторых центробежных муфтах используются силы трения, и поэтому в таких муфтах велики потери энергии. Кроме того, такие муфты нежелательно использовать для передачи больших вращающих моментов из-за возможности проскальзывания.

Выбор материала, вида и режима термической или термохимической обработки определяется конструкцией детали и условиями эксплуатации.

Для изготовления детали «Основание центробежной муфты» использовалась сталь 45 ГОСТ 1050-2013.

Рассматриваемая деталь получает крутящий момент $T=500\text{Нм}$ через 8 отверстий расположенных на диске диаметром 195мм. По этой же поверхности деталь крепится к другим деталям муфты и соответственно лишается перемещения в осевом направлении.

На поверхности $\varnothing 140\text{мм}$ и $\varnothing 105\text{мм}$ устанавливаются радиальные подшипники качения, которые будут лишать деталь перемещений в радиальном направлении.

3D модель «Основание центробежной муфты» была построена в программном комплексе SolidWorks и представлена на рисунке 1.

Рисунок 1. 3D модель детали.

Для задания свойств материала детали, пользовались библиотекой «solidworksmaterials».

Затем необходимо определить основные параметры модели. Здесь же создадим проект анализа – «Новое исследование» и назначим тип анализа – «Статический».

Добавим в твердотельную модель ограничения и нагрузки, согласно терминологии «SolidWorks Simulation» – крепления и внешние нагрузки соответственно.

На модель детали были приложены следующие ограничения:

- ограничение на перемещения в радиальном направлении прикладываются на поверхности $\varnothing 140\text{мм}$ и $\varnothing 105\text{мм}$, места посадки подшипников;
- на боковую поверхность шпоночной канавки прикладывается ограничение на перемещение в направлении перпендикулярном к этой грани;

— на торец 161/195 прикладывается ограничение на перемещение в осевом направлении.

В качестве внешних нагрузок прикладываем крутящий момент 500Нм.

Данная задача решалась методом конечных элементов [3 - 8].

Командой «Создание сетки» активируем формирование конечно-элементной сетки.

Трехмерная модель с приложенными граничными условиями и наложенной конечно-элементной сеткой представлена на рисунке 2.

Рисунок 2. Модель с граничными условиями и наложенной конечно-элементной сеткой

Следующим шагом запускалась программа на расчет. Для этого выбиралась команда «Запуск».

Исследуемая деталь будет признаваться годной, если напряжение на шпоночном пазу не превысит 80МПа и если напряжения не превысят предел текучести 360МПа, что будет свидетельствовать о пластических деформациях детали.

Результаты проведенных расчетов представлены на рисунке 3.

а) Диаграмма напряжений по Мизесу

б) Диаграмма суммарных перемещений

Рисунок 3. Результаты расчета детали «Основание центробежной муфты»

В результате расчетов не одно из условий не было нарушено, значит, деталь признается годной.

Результаты анализа конструкции детали «Основание центробежной муфты» позволяют сделать выводы по надежности данной детали и возможному изменению формы детали, которое приведет к экономии материала, либо к увеличению мощности привода, что повысит производительность.

1. Алямовский А.А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде Solid Works. -М.: ДМК Пресс, 2010, -784 с., ил. (Серия «Проектирование»).
2. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в Solid Works Simulation. -М.: ДМК Пресс, 2010, -464 с., ил. (Серия «Проектирование»).
3. Бегеев В.И. Анализ статической прочности и жесткости поворотного кулака электромобиля BRAVOEGO / Бегеев В., Ефанов С. // САПР и графика. 2019. № 12 (278). С. 70-72.
4. Ефанов С.А. Сингулярность при решении задач методом конечных элементов / Ефанов С.А. // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 55-1. С. 31-35.
5. Бояров Г.В. Анализ конструкции детали "Втулка разгрузочная" / Бояров Г.В., Ефанов С.А., Чугунов М.В., Мартышкин А.П. // В сборнике: МАШИНОСТРОЕНИЕ: НАУКА, ТЕХНИКА, ОБРАЗОВАНИЕ материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. Рузавский институт машиностроения. 2017. С. 12-16.
6. Котин А.В. Моделирование радиального нагружения восстановленного подшипникового соединения шпиндельного узла / Котин А.В., Ефанов С.А. // В сборнике: ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ. МЕЖВУЗОВСКИЙ СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ. Саранск, 2017. С. 461-465.
7. Котин А.В. Надежный способ восстановления неподвижного соединения вал-подшипник / Котин А.В., Водяков В.Н., Кузнецов В.В., Конаков А.В., Ефанов С.А. // Сельский механизатор. 2015. № 8. С. 34-35.
8. Ефанов С.А. Обеспечение параметрической надежности ремонтно-технологического оборудования восстановлением шпиндельных узлов полимерными композиционными материалами: дис. ... канд. техн. Наук: 05.20.03 / Ефанов Сергей Александрович. – Саранск., 2015. – 131 с.

Клочкова Н.С., Аносов М.С., Шатагин Д.А.

**Применение CAE-систем для анализа точности при токарной обработке
тонкостенных деталей**

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/lj-09-2020-26

idsp: ljournal-09-2020-26

Аннотация

Рассмотрено применение CAE-системы для анализа точности при токарной обработке тонкостенных деталей. Данный метод позволяет определить оптимальные режимы резания при обработке детали с учетом схемы закрепления на основе математического прогнозирования в среде конечно-элементного программного комплекса NX значений деформации, возникающей при обработке и закреплении детали. Эта информация позволяет сделать вывод о приемлемости назначенных режимов резания и способа закрепления детали. На основе анализа разработан алгоритм определения оптимальных условий обработки.

Ключевые слова: моделирование токарной обработки, технологическая деформация, режимы резания, схема закрепления.

Abstract

The application of the CAE-system for the analysis of accuracy in turning thin-walled parts is considered. This method allows you to determine the optimal cutting conditions when machining a part, taking into account the fixing scheme based on mathematical prediction in the environment of the NX finite element software package of the deformation values that arise during processing and fixing the part. This information allows us to conclude that the