Харитонин А.В., Борискин С.И.

Анализ прочности детали «вал раздаточной коробки»

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

doi: 10.18411/lj-11-2020-56

idsp: ljjournal-11-2020-56

Аннотация

В статье приводится статический анализ прочности детали. Для определения анализа используется метод конечных элементов, а в качестве среды моделирования используется 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, крепления, нагрузки, напряженно-деформированное состояние.

Abstract

The article provides a static analysis of the strength of the part. Finite element analysis is used to define the analysis, and SOLIDWORKS Simulation is used as the 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 evaluation.

Keywords: finite element analysis, fastenings, loads, stress-strain state.

Большое влияние в последние несколько лет на процесс инженерной работы и инженера в целом оказало внедрение новой вычислительной техники. На рынке появилось множество различного рода программных комплексов CAD и CAE систем. Данные системы обеспечивают самый современный подход, позволяющий ускорять процессы исследования и проектирования различных конструкций. Из многочисленных средств CAE большое место занимают расчетные комплексы, основанные на методе конечных элементов (МКЭ). Они позволяют выполнять моделирование различных конструкций на основе 3D моделей.

Произведем прочностной анализ [1 - 3] детали «Вал раздаточной коробки» в среде SolidWorks.

Эта деталь входит в состав раздаточной коробки. Раздаточная коробка – агрегат, распределяющий крутящий момент между ведущим и ведомым мостом. Она позволяет отключать ведомый мост, понижать и повышать передаточное число. Главная функция раздаточной коробки повысить проходимость автомобиля.

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

Для изготовления детали «Вал раздаточной коробки» используется материал марки сталь 35ХГ2 ГОСТ 4543-2016.

Прежде чем приступить к расчету прочности детали необходимо определить возникающие усилия и допустимые напряжения проектируемой детали. На цилиндрические прямозубые передачи в зацеплении действует сила которую принято раскладывать на две взаимно перпендикулярные составляющие силы. На окружную силу F_t , H , и радиальную силу F_r , H . Зубчатые передачи проверяют на выносливость по контактным напряжениям $[\sigma_H]$, МПа, во избежание усталостного выкрашивания

рабочих поверхностей и на выносливость зубьев по напряжениям изгиба $[\sigma_F]$, МПа, для предотвращения усталостного разрушения зубьев.

Напряжение смятия на шлицах не должно превышать допустимого $[\sigma_{см}] \leq 70$ МПа [4], а для эвольвентных шлицев $[\sigma_{см}] \leq 50$ МПа [4]. Напряжения на остальных элементах детали не должно превышать предела текучести 490 МПа, что будет свидетельствовать о пластических деформациях детали.

На рисунке 1 представлена 3D модель «Вал раздаточной коробки», она построена в среде SolidWorks.

Рисунок 1. 3D модель детали.

Определим основные параметры модели. Создадим проект анализа – «Новое исследование» и назначим тип анализа – «Статический».

Определим материал детали, для чего выберем его из библиотеки «Solidworksmaterials».

Согласно расчетной схеме добавим в модель ограничения и нагрузки, согласно терминологии «SolidWorks Simulation» – крепления и внешние нагрузки соответственно.

На модель детали были приложены следующие ограничения:

- ограничение на перемещение в радиальном направлении прикладываются на поверхности $\varnothing 50_{k6}$ и $\varnothing 45_{js6}$ место посадки подшипников;
- ограничения на перемещения в осевом направлении прикладываются на торец детали диаметром 84/49,5;
- на боковые поверхности шлицев прикладывается ограничение на перемещение в направлении перпендикулярном к этим граням.

В качестве внешних нагрузок (зависящая от передаваемой мощности 9 кВт) используем окружную силу $F_t = 2143$ Н, и радиальную силу $F_r = 781$ Н. Модель с приложенными граничными условиями представлена на рисунке 2.

Рисунок 2. Модель с граничными условиями

Решение задачи производилось методом конечных элементов [5 - 7].

Командой «Создание сетки» активируем формирование конечно-элементной сетки. Все параметры команды «Создание сетки» оставляем по умолчанию. 3D модель с наложенной конечно-элементной сеткой представлена на рисунке 2.

Рисунок 3. Модель с наложенной конечно-элементной сеткой

Затем запускаем программу на расчет. Для этого выбираем команду «Запуск». Исследуемая деталь будет признаваться годной, если напряжение на зубе не превысит 211 МПа, напряжение на шлицевой поверхности 70 МПа, напряжение на шпоночной поверхности 60 МПа и если напряжения не превысят предел текучести 490 МПа, что будет свидетельствовать о пластических деформациях детали.

Диаграмма напряжений по Мизесу представлена на рисунке 4.

Рисунок 4 – Диаграмма напряжений по Мизесу

Диаграмма суммарных перемещений представлена на рисунке 5.

Рисунок 5 – Диаграмма суммарных перемещений

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

Результаты анализа прочности детали 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. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. - М.: ДМК Пресс, 2004, - 426 с., ил.
2. Алямовский А.А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде Solid Works. - М.: ДМК Пресс, 2010, - 784 с., ил. (Серия «Проектирование»).
3. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. - М.: ДМК Пресс, 2015, - 526 с., ил.
4. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. Учеб. пособие. / . Изд. 2-е, перераб. и дополн. - Калининград: Янтар. сказ., 2002 - 454 с.: ил.
5. Шлаев К.И. Моделирование и анализ направляющих качения. /Шлаев К.И., Борискин С.И, Ефанов С.А. // В сборнике: МАШИНОСТРОЕНИЕ: НАУКА, ТЕХНИКА, ОБРАЗОВАНИЕ материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. Рузаевский институт машиностроения. 2017. С. 7-12.
6. Курганов В.В. Моделирование процесса сварки в среде SolidWorks Simulation/ Борискин С.И., Кудав С.П., Чугунов М.В., Кармишин А.М.// Технологическое обеспечение качества машин и приборов: сб. статей VIII Международной науч.-практ. конф. г. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2013. С. 34-37
7. Ефанов С.А. Сингулярность при решении задач методом конечных элементов / Ефанов С.А. // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 55-1. С. 31-35.

Шатагин Д.А., Аносов М.С., Кабалдин Ю.Г., Галкин А.А., Ключкова Н.С.
Разработка цифрового двойника процесса 3D-печати электродуговой наплавкой
на станке с ЧПУ с использованием методов машинного обучения и численного
моделирования

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

doi: 10.18411/lj-11-2020-57

idsp: ljjournal-11-2020-57

Аннотация

В статье предложена концепция интеллектуальной платформы диагностики процессов 3D-печати электродуговой наплавкой на станке с ЧПУ с использованием цифровых двойников. Рассмотрена методика получения цифрового двойника процесса 3D-печати электродуговой наплавкой с использованием методов машинного обучения и численного моделирования. На основе структурно-параметрического подхода определен набор диагностических параметров сигналов силы тока, напряжения и акустической эмиссии. С применением разведочного анализа данных (бустинговые модели и случайны лес деревьев решений) произведена оценка значимости каждого диагностического параметра. Разработан комплекс статистических моделей для оценки стабильности процессов 3D-печати с использованием различных методов машинного обучения. Определены их оптимальные параметры и эффективность. Предложена структура БД для хранения телеметрической информации о процессах 3D-печати на станках с ЧПУ. Определены требования к измерительной аппаратуре составу системы датчиков для сбора телеметрической информации.

Ключевые слова: цифровой двойник, машинное обучение, гибридная обработка, 3D-печать, электродуговая наплавка, станки с ЧПУ.