

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SOLIDWORKS SIMULATION  
ПРИ СТАТИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ДЕТАЛИ**

**USING SOLIDWORKS SIMULATION FOR STATIC  
PART EXAMINATION**

**Губин Н. И**<sup>1</sup>, студ., **Евдокимова В. С.**<sup>1</sup>, ст. преп.,

**Клоков Д. В.**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,

**Гарабажу А. А.**<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

N. Gubin<sup>1</sup>, Student, V. Evdokimova<sup>1</sup>, Senior Lecturer,

D. Klokov<sup>1</sup>, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

A. Harabazhyu<sup>2</sup>, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

<sup>1</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

*В процессе эксплуатации детали машин и механизмов подвергаются разнообразным механическим нагрузкам. Для оценки качественных и эксплуатационных характеристик материалов, таких как прочность и пластичность проводят различные механические испытания (статические; динамические и циклические). На практике такие испытания проводят в специальных лабораториях и с использованием компьютерных программ для 3D моделирования.*

*During operation, machine parts and mechanisms are subjected to various mechanical loads. To assess the quality and performance characteristics of materials, such as strength and ductility, various mechanical tests (static, dynamic and cyclic) are carried out. In practice, such tests are carried out in special laboratories and using computer programs for 3D modeling.*

**Ключевые слова:** *SOLIDWORKS Simulation, статический анализ, динамические испытания, моделирование.*

**Keywords:** *SOLIDWORKS Simulation, static analysis, dynamic tests, modeling.*

## ВВЕДЕНИЕ

В течение последних десяти лет SOLIDWORKS наиболее востребованная система автоматизированного проектирования в машиностроении. Программа SOLIDWORKS Simulation обеспечивает решения по моделированию статического анализа, температурного анализа и нелинейного динамического анализа, а также анализа оптимизации.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SOLIDWORKS SIMULATION ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДЕТАЛИ СТАТИСТИЧЕСКИМ АНАЛИЗОМ после разработки модели необходимо удостовериться в ее эффективной работе, проведя эксплуатационное тестирование. При отсутствии инструментов анализа данная задача может быть решена только за счет выполнения дорогостоящих и затратных по времени этапов разработки изделия, которые обычно включают следующие этапы:

- построение модели;
- построение опытного образца конструкции;
- эксплуатационное испытание опытного образца;
- оценка результатов эксплуатационных испытаний;
- изменение конструкции на основании результатов эксплуатационных испытаний.

Этот процесс повторяется до получения удовлетворительного результата. С помощью 3D моделирования можно выполнить следующие задачи:

- уменьшить стоимость модели за счет проведения ее испытания на компьютере вместо дорогостоящих эксплуатационных испытаний;
- сократить время, необходимое для представления продуктов на рынок, путем уменьшения количества циклов разработки изделия;
- улучшить изделия посредством быстрой проверки сразу большого количества концепций и сценариев перед принятием окончательного решения, тем самым предоставляя вам дополнительное время на обдумывание новых конструкций.

Программа использует метод конечных элементов (МКЭ). Он принят в качестве стандартного метода анализа благодаря его универсальности. МКЭ делит модель на много малых частей простых форм, элементы имеют общие точки (узлы), а процесс деления модели на малые части называется созданием сетки.

Программное обеспечение разрабатывает уравнение, управляющее поведением каждого элемента, учитывая их соединения между собой и свойства используемого материала, ограничения и приложенные нагрузки. К примеру, для расчета напряжений программа находит перемещения в каждом узле, а затем вычисляет деформации и конечное напряжение.

Рассмотрим исследование на напряжение, перемещение, деформацию и запас прочности на примере детали: кронштейн (рис. 1). На рис. 2 кронштейн представлен в разрезе для лучшего понимания внутренней формы детали. определяем материал кронштейну: Сталь 45 ГОСТ 1050–2013.

После моделирования детали на вкладке Simulation выбираем тип исследования – статический. Для анализа задаем фиксирующие ограничения, чтобы стабилизировать модель, задаем крепления для кронштейна в дереве построений и выбирая зафиксированную геометрию, указываем грань, по которой у нас будет фиксироваться кронштейн.

Добавление внешних нагрузок в исследование: указываем участок поверхности куда будет приложена нагрузка, и численное значение силы, в разбираемом примере она будет равняться 1,20 кН.

Далее следует создание сетки. Создание сетки — это определяющий шаг в анализе конструкции. Программное обеспечение автоматически создает комбинированную сетку для твердого тела. Точность решения зависит от качества сетки, чем мельче сетка, тем выше точность исследования. (рис. 1). Наша деталь была разбита на множество полигонов тетраэдральной формы.

Все вводные данные определены, создана сетка –можно запускать наше исследование программе для получения эпюр: напряжение, перемещение, деформация и запаса прочности. Результаты расчета представлены на рис. 2.

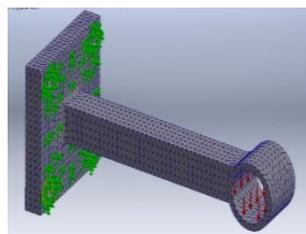
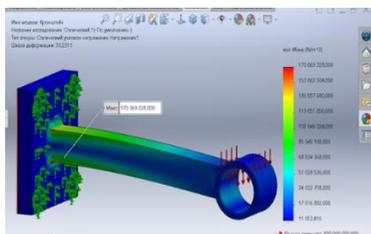
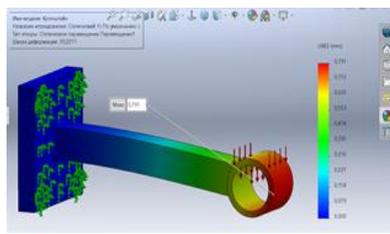


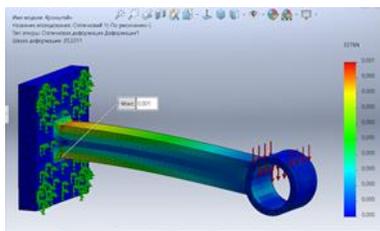
Рисунок 1 – Расчетная модель детали



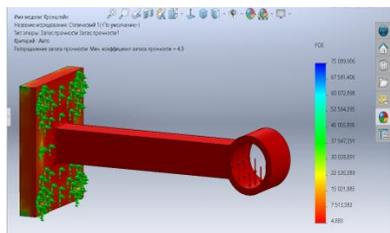
Эпюра напряжений



Эпюра перемещений



Эпюра деформаций



Эпюра запаса прочности

Рисунок 2 – Результаты статического анализа нагружения детали

В ходе нашего исследования был получен коэффициент запаса прочности 4,9, что свидетельствует о хороших прочностных характеристиках спроектированной детали для заданных нагрузок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белов, А. Р. Исследование предела прочности детали с использованием программы Solidworks Simulation / А. Р. Белов, П. С. Мышкевич ; науч. рук. Е. К. Пацеко // Новые материалы и технологии их обработки : сборник научных работ XXIII Республиканской студенческой научно-технической конференции, 21–22 апреля 2022 года / сост.: А. П. Бежок, И. А. Иванов. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 213–214.

2. Основные принципы SOLIDWORKS Simulation : [сайт]. – URL: [https://help.solidworks.com/2024/Russian/SolidWorks/cworks/c\\_SOLIDWORKS\\_Simulation\\_Fundamentals.htm](https://help.solidworks.com/2024/Russian/SolidWorks/cworks/c_SOLIDWORKS_Simulation_Fundamentals.htm) (дата обращения: 02.05.2024).

Представлено 7.06.2024