

ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАВНОПРОЧНОЙ КОРОНЫ ВИЛКИ ВЕЛОСИПЕДА

ЕДЫГАРОВ Искандер Альфредович

старший преподаватель кафедры прочности конструкции
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ»
г. Казань, Россия

В данной работе речь пойдёт о решениях, позволяющих так или иначе усовершенствовать модель вилки горного велосипеда с целью улучшения его технических и эксплуатационных характеристик. Кроме того, нам необходимо опробовать другие виды конструкционных материалов и принять новые технологические процессы. В качестве платформы, на которой будет производиться эксперимент, используем NX, где модули инженерного анализа, базирующиеся на встроенных решателях таких известных пакетов как MSC.Nastran, MSC.Adams.

Ключевые слова: вилка, передняя подвеска, равнопрочная модель, эпюра перемещений, эпюра напряжений, эпюра коэффициента безопасности.

При типовой геометрической форме модели элемента вилки горного велосипеда структурный анализ, дал результаты:

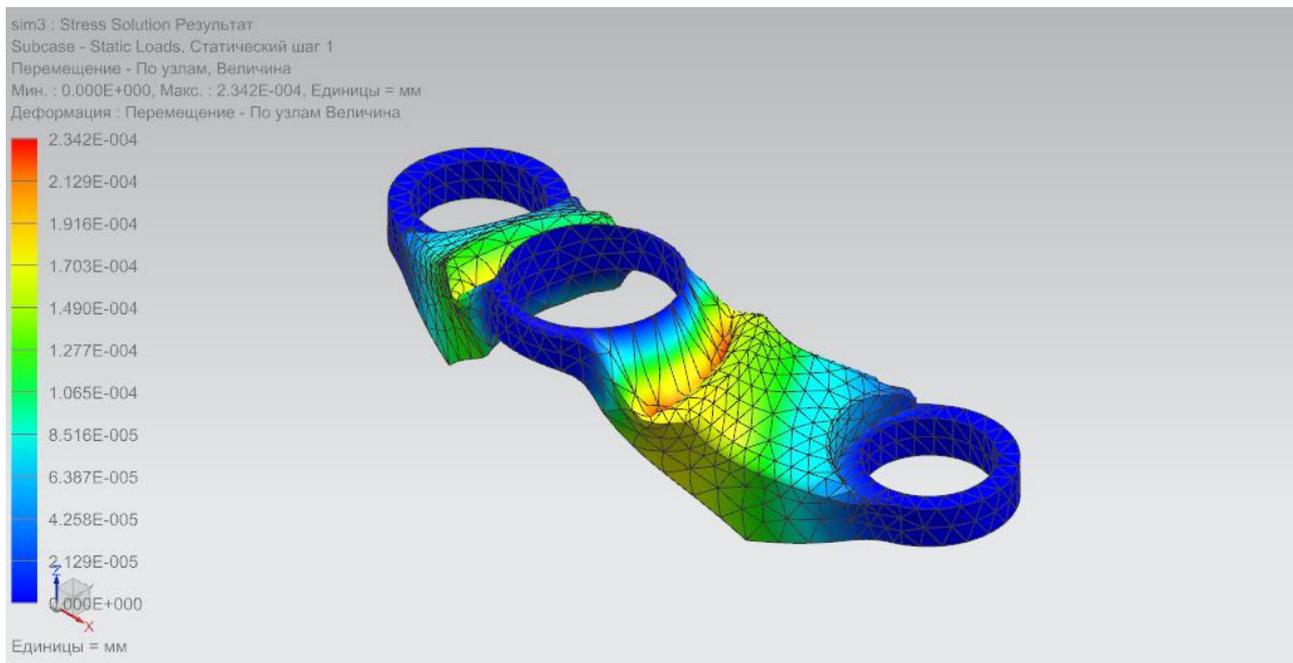


Рисунок 1. Эпюра перемещений

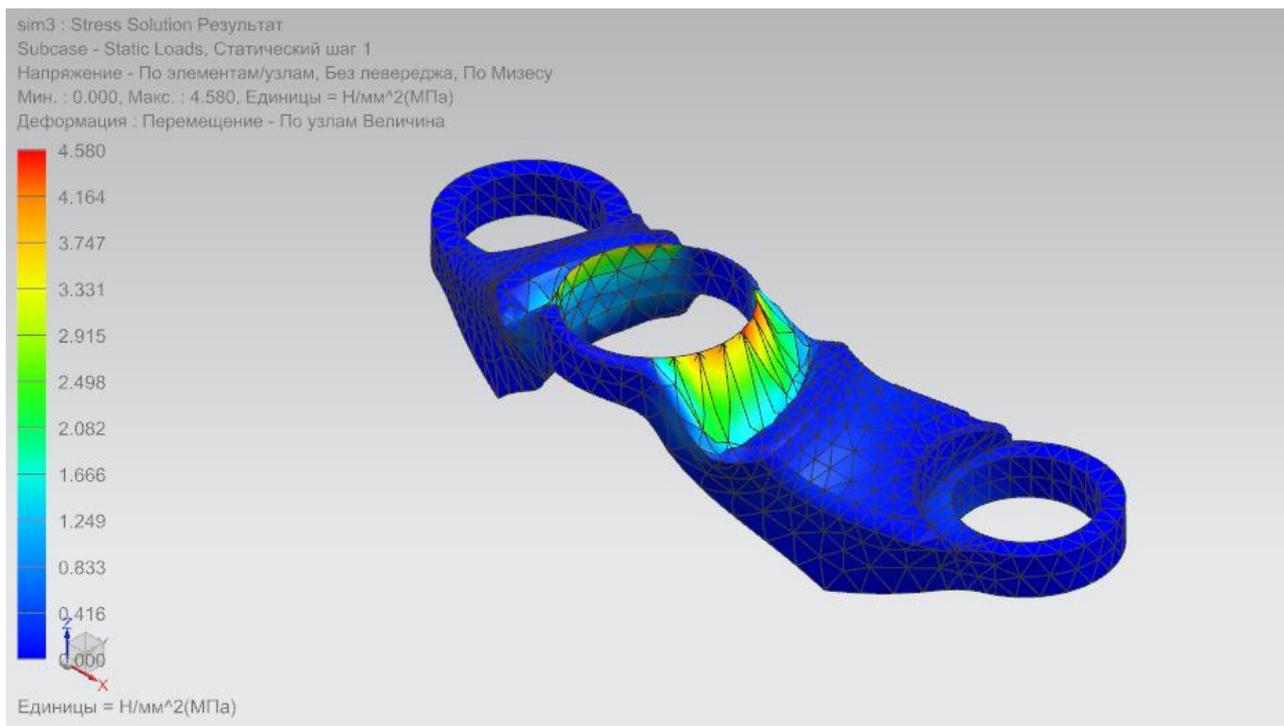


Рисунок 2. Эпюра напряжений

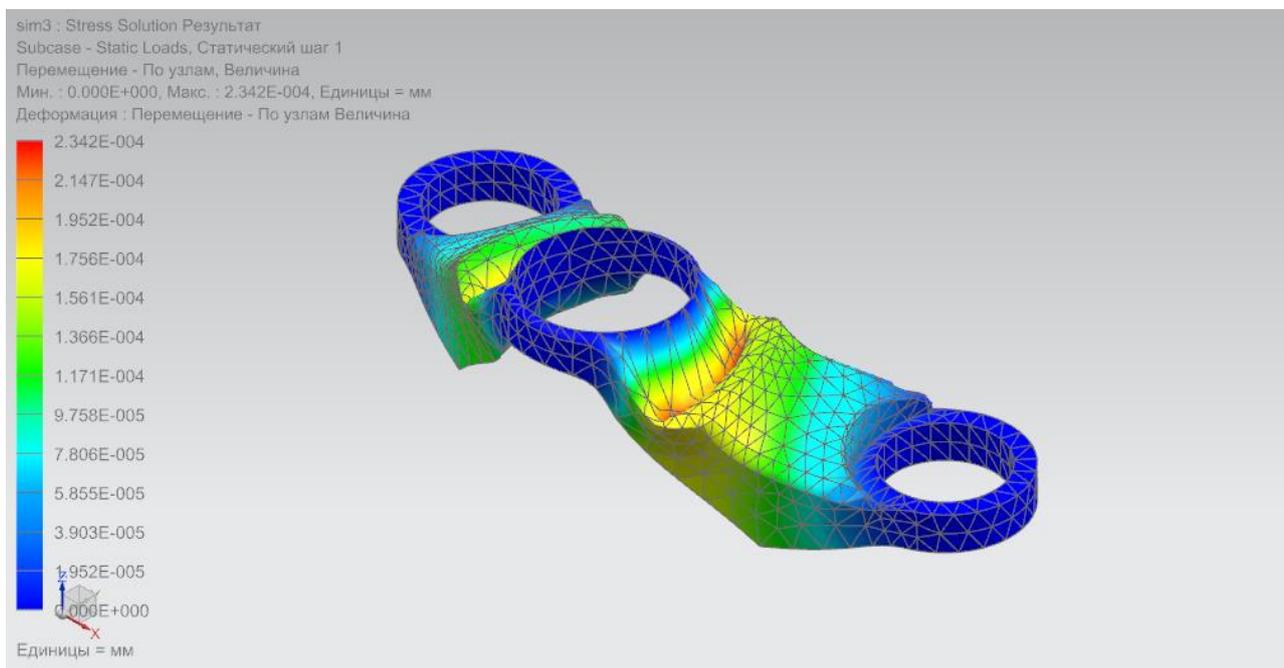


Рисунок 3. Эпюра коэффициента безопасности

ОТЧЕТ РЕШЕНИЯ

| Имя материала | Категория материала | Тип материала | | |
|---------------|---------------------|---------------|---|---------------------------------------|
| Aluminum_6061 | METAL | Изотропный | Категория | METAL |
| | | | Плотность (RHO) | 2.711e-006 кг/мм ³ |
| | | | Модуль Юнга (E) | 5.81357e+007 мН/мм ² (кПа) |
| | | | Коэффициент Пуассона (NU) | 0.33 |
| | | | Предел текучести | 208056 мН/мм ² (кПа) |
| | | | Предел прочности при растяжении | 229182 мН/мм ² (кПа) |
| | | | Начальная деформация | 0.02 mm/mm |
| | | | Показатель степени жесткости | 0.23 |
| | | | Модуль пластичности | 511.786 Н/мм ² (МПа) |
| | | | Коэффициент температурного расширения (A) | 2.40458e-005 1/С |
| | | | Теплопроводность (K) | 176396 мкВт/мм-С |
| | | | Удельная теплоемкость (CP) | 8.96e+008 микро Дж/кг-К |

РЕЗЮМЕ НАГРУЗОК

| Имя шага | Число ссылочных нагрузок | Нагрузки | | |
|------------------------|--------------------------|----------|------------------|--------------------------------|
| Subcase – Static Loads | 2 | Force(1) | Сила | 982 Н |
| | | | Направление силы | (1.000000,0.000000,0.000000) |
| | | Force(2) | Сила | 223 Н |
| | | | Направление силы | (0.000000, 1.000000, 0.000000) |

РЕЗЮМЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

| | Перемещение – По узлам (мм) | Напряжение – По элементам/узлам(мН/мм ² (кПа)) | |
|-------|--------------------------------|--|-------------|
| | Величина | Вон-Мизес | Макс. сдвиг |
| Макс. | 2.342e-004 | 4.580e+003 | 2.604e+003 |
| Мин. | 0.000e+000 | 4.270e-002 | 2.441e-002 |

Заменяли материал на нержавеющую сталь марки AISI 316, используя управление материалами так как стали марки AISI 316 там не существует. Получили результаты:

| Имя материала | Категория материала | Тип материала | | |
|---------------|---------------------|---------------|---|-------------------------------------|
| | | | Категория | METAL |
| AISI_316_SS | METAL | Изотропный | Плотность (RHO) | 7700 кг/м ³ |
| | | | Модуль Юнга (E) | 193000 Н/мм ² (МПа) |
| | | | Коэффициент Пуассона (NU) | 0.28 |
| | | | Предел текучести | 139566 мН/мм ² (кПа) |
| | | | Предел прочности при растяжении | 262001 мН/мм ² (кПа) |
| | | | Коэффициент усталостной прочности | 1.114e+006 мН/мм ² (кПа) |
| | | | Начальная деформация | 0.02 mm/mm |
| | | | Показатель степени жесткости | 0.19 |
| | | | Модуль пластичности | 540 N/mm ² (МПа) |
| | | | Коэффициент температурного расширения (A) | 1.38384e-005 1C |
| | | | Теплопроводность (K) | 45015 microW/mm-C |
| | | | Удельная теплоемкость (CP) | 4.34e+008 microJ/kg-K |

Создание равнопрочной модели короны вилки горного велосипеда, изменив толщину грани короны вилки, к которой приложены силы.

Дальнейшим шагом в создании равно-

прочной модели вилки будет выполнение структурного анализа с помощью Мастер-процесса задания нагрузки NX CAE.

Получаем следующие результаты:

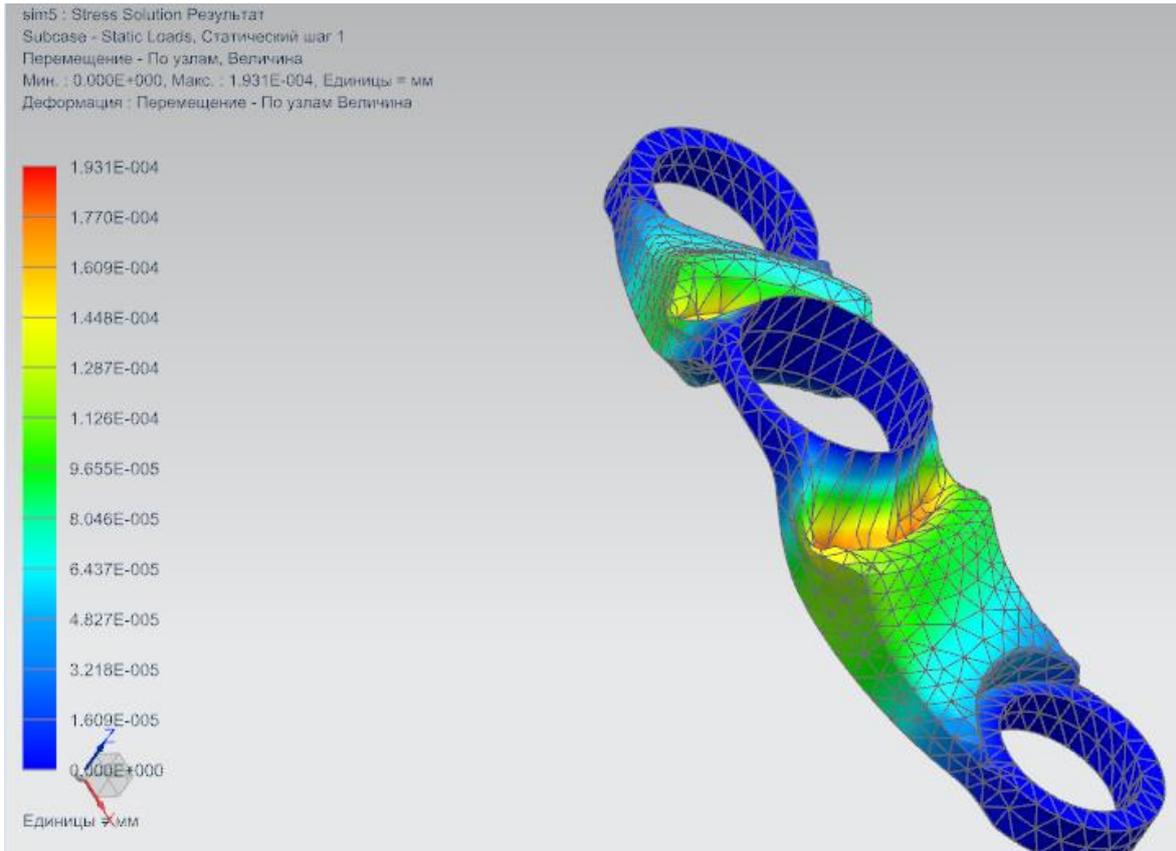


Рисунок 4. Эпюра перемещений

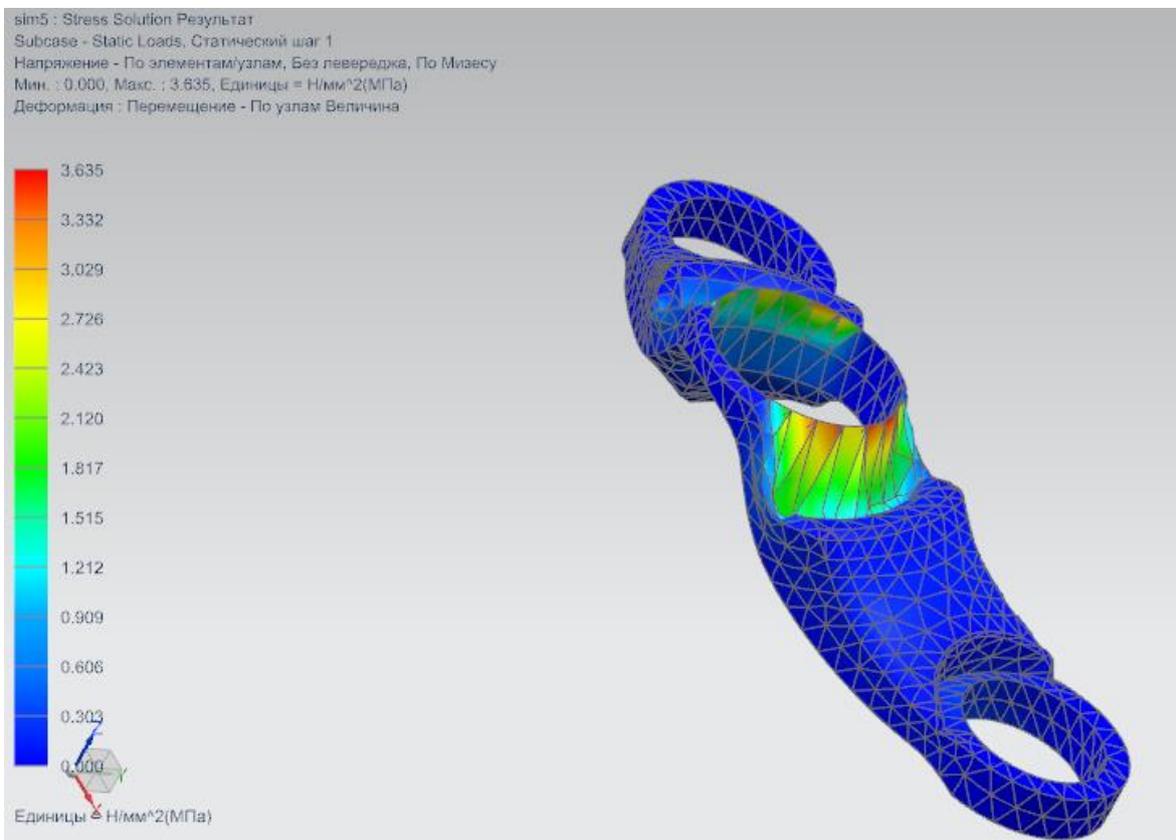
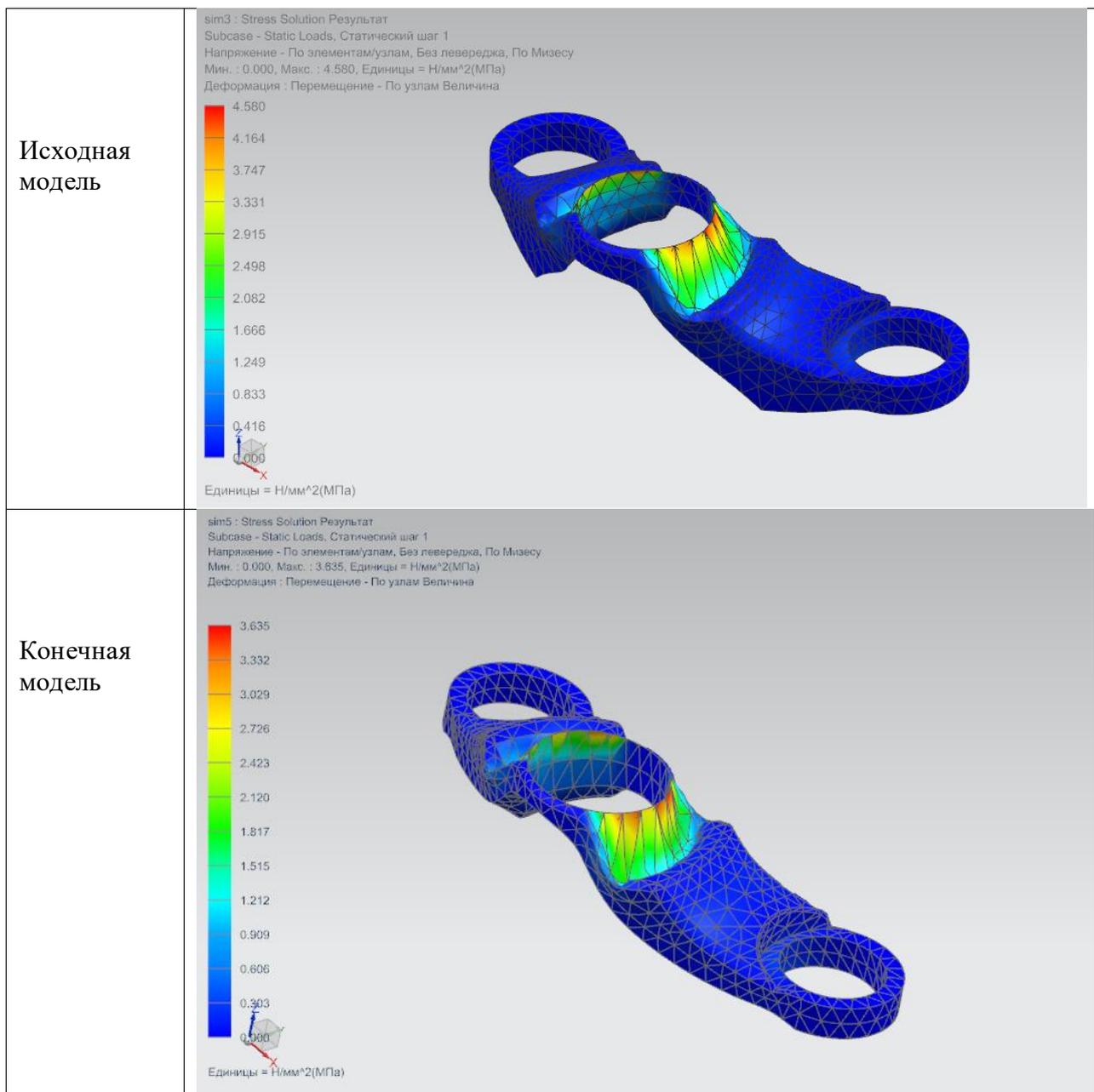


Рисунок 5. Эпюра напряжений

РЕЗЮМЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

| | Перемещение – По узлам (мм) | Напряжение – По элементам/узлам (мН/мм ² (кПа)) | |
|-------|--------------------------------|---|-------------|
| | Величина | Вон-Мизес | Макс. сдвиг |
| Макс. | 1.931e-004 | 3.635e+003 | 2.090e+003 |
| Мин. | 0.000e+000 | 3.281e-002 | 1.858e-002 |



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСХОДНОЙ И КОНЕЧНОЙ МОДЕЛЕЙ

| Модель | | Перемещение – По узлам (мм) | Напряжение – По элементам/узлам (мН/мм ² (кПа)) | |
|----------|-------|-----------------------------|--|-------------|
| | | Величина | Вон-Мизес | Макс. сдвиг |
| Исходная | Макс. | 2.342e-004 | 4.580e+003 | 2.604e+003 |
| | Мин. | 0.000e+000 | 4.270e-002 | 2.441e-002 |
| Конечная | Макс. | 1.931e-004 | 3.635e+003 | 2.090e+003 |
| | Мин. | 0.000e+000 | 3.281e-002 | 1.858e-002 |

Сравнивая эпюры и численные значения напряжений и перемещений исходной и конечной модели вилки мы убеждаемся, что достигли обеспечения равномерности распределения нагрузки, снижения максимальных напряжений и создания равномерной картины перемещений.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА МАТЕРИАЛОВ

| Категория | Имя материала | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|
| | AISI_316_SS | Aluminum_6061 |
| Плотность (RHO) | 7700 кг/м ³ | 2700 кг/м ³ |
| Модуль Юнга (E) | 193000 Н/мм ² (МПа) | 114000 Н/мм ² (МПа) |
| Коэффициент Пуассона (NU) | 0.28 | 0.33 |
| Предел текучести | 139566 мН/мм ² (кПа) | 208056 мН/мм ² (кПа) |
| Предел прочности при растяжении | 283001 мН/мм ² (кПа) | 229182 мН/мм ² (кПа) |
| Начальная деформация | 0.02 mm/mm | 0.02 mm/mm |
| Показатель степени жесткости | 0.19 | 0.23 |
| Модуль пластичности | 540 N/mm ² (МПа) | 511 N/mm ² (МПа) |
| Коэффициент температурного расширения (A) | 1.38384e-005 1C | 2.40458e-005 1C |
| Теплопроводность (K) | 45015 microW/mm-C | 176396 microW/mm-C |
| Удельная теплоемкость (CP) | 4.34e+008 microJ/kg-K | 8.96e+008 microJ/kg-K |

Сравнивая численные значения характеристик материалов, видим некоторое улучшение технических и эксплуатационных свойств модели короны вилки велосипеда в результате замены материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Барабаничиков Ю.Г.* Материаловедение и технология конструкционных материалов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. – 150 с.
2. *Богодухов С.И.* Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие для студ. вузов / С.И. Богодухов, А.Д. Проскурин, Р.М. Сулейманов и др.; под общ. ред. С.И. Богодухова. – Старый Оскол: ТНТ (Тонкие наукоемкие технологии), 2010. – 559 с.
3. *Гончаров П.С., Ельцов М.Ю., Коршиков С.Б., Лантев И.В., Осюк В.А.* NX для конструктора-машиностроителя. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 501 с.

EXPERIENCE IN SIMULATING EQUAL STRENGTH OF BIKE FORK

YEDYGAROV Iskander Alfredovich

Senior Lecturer, Department of Structural Strength

A.N. Tupolev's Kazan National Research Technical University – KAI
Kazan, Russia

In this paper, we will focus on solutions that allow one way or another to improve the model of a mountain bike fork in order to improve its technical and operational characteristics. In addition, we need to try other types of construction materials and adopt new manufacturing processes. As a platform on which the experiment will be carried out, we will use NX, where engineering analysis modules based on built-in solvers of such well-known packages as MSC.Nastran, MSC.Adams.

Key words: fork, front suspension, equal strength model, displacement diagram, stress diagram, safety factor diagram.
