

Для предприятий перевозки пассажиров – увеличение прибыли за счёт отказа от содержания избыточных транспортных средств.

Приведённые показатели свидетельствуют об экономической эффективности представленного проекта.

Список цитированных источников

1. Шуть, В. Н. Интеллектуальные робототехнические транспортные средства / В. Н. Шуть, Л. Персия. – Брест : БрГТУ, 2017 194 с.
2. Шуть, В. Н. Альтернативный метро транспорт на базе мобильных роботов / В. Н. Шуть, Е. Е. Пролиско // Штучний інтелект. – 2016. – № 2 (72) – С. 170-175.
3. Пролиско, Е. Е. Динамическая модель работы транспортной системы «ИНФОБУС» / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Материалы научно-технической конференции «Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы». Брест, Беларусь, 25–28 мая 2016 г. – Брест : «БрГТУ», 2016. – С. 49–54.
4. Николаев, М. В. Система оптимизации работы маршрутного такси / М. В. Николаев, В. Н. Шуть // Актуальні проблеми фундаментальних наук : матеріали IV Міжнар. наук. конф. – (Луцьк – Світязь, 01 – 05 черв. 2021 р.) – Луцьк : Вежа-Друк, 2021. – С. 177–179.
5. Жогал, А. Н. Автоматический городской интеллектуальный пассажирский транспорт / А. Н. Жогал, В. Н. Шуть, Е. В. Швецова // Транспорт и инновации: вызовы будущего: материалы Международной научной конференции. – Минск : Национальная библиотека Беларуси, 2019. – С. 23–33.
6. Николаев, М. В. Математическая модель автоматизированной системы оптимизации работы маршрутного такси / М. В. Николаев // Актуальные вопросы физики и техники : сборник материалов X Республиканской научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов / ГГУ им. Франциска Скорины ; редкол. Д. Л. Коваленко [и др.]. – Гомель, 2021. – Ч.1. – С. 166–168.

УДК 629.371.12

Мошко Д. А.

Научный руководитель: ст. преподаватель Бочарова Н. В.

О КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ВЕЛОСИПЕДА И ИНЖЕНЕРНОМ АНАЛИЗЕ РАМЫ В ПК SOLIDWORKS

При создании параметрической модели механической системы часто сталкиваются с проблемой ее статического расчета из-за нестандартных форм и размеров. В таком случае возможно использование программного комплекса SolidWorks [1]. В данной статье рассмотрены особенности создания параметрической модели детского велосипеда по типу «Stels Talisman», который является шоссейным и поступил на рынок в 2020 году, что говорит о применении последних технологий в данной модели.

Велосипед марки «Stels Talisman», предназначенный для детей в возрасте от двух до четырех лет, без переключения передач. Технические особенности: стальная рама (Hi-Ten или Hi Tensile, конструкционные стали улучшенного качества), жесткая стальная вилка, одинарные алюминиевые обода, ножные pedalные тормоза. Подходит для обучения и прогулочного катания в городских условиях, диаметр колес – 14 дюймов, вес – 10,5 кг. Параметрическая 3D-модель велосипеда состоит из следующих компонентов сборки: руль, рама, цепь, колеса, каретка со звездочкой, педали, седло (рисунок 1).



Рисунок 1 – Компоненты параметрической модели «Велосипед»

Используя необходимые условия сопряжения, все компоненты были объединены в сборку «Велосипед» и для наглядности движения, используя модуль «Исследование движения», выполнена анимация параметрической модели. Все это представлено в видеоролике (рисунок 2).



Рисунок 2 – Параметрическая 3D-модель «Велосипед»

Для более наглядного представления данной модели была выполнена анимация движения велосипеда с помощью интегрированного в SolidWorks модуля «Исследование движения» (рисунок 3). Вращающийся двигатель устанавливается на элемент сборки и рассчитывается движение велосипеда через заданный промежуток времени, ($t = 10$ с.) анимацию можно сохранить в avi-файл.

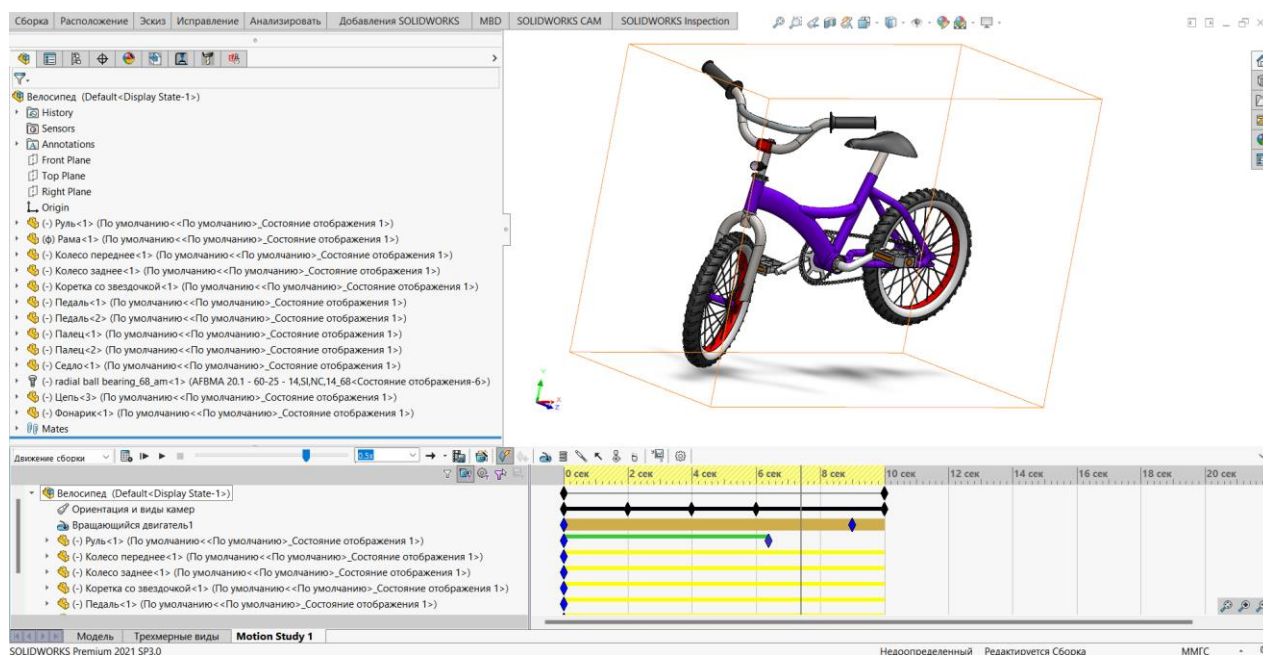


Рисунок 3 – Работа в модуле «Исследования движения» (Motion Study)

Используя добавления SolidWorks Simulation, выполнен статический расчет рамы и последующая оптимизация параметров элементов деталей и оценка несущей способности рамы, выполненной из разных материалов [2, 3, 4].

Нагрузка прикладывалась на раму от руля в виде двух удаленных сил и на нижний элемент от седла, а также учитывалось действие силы тяжести на систему. Рама фиксировалась в местах крепления заднего колеса двумя «подшипниками» и спереди как упруго-податливая связь (рисунок 4).

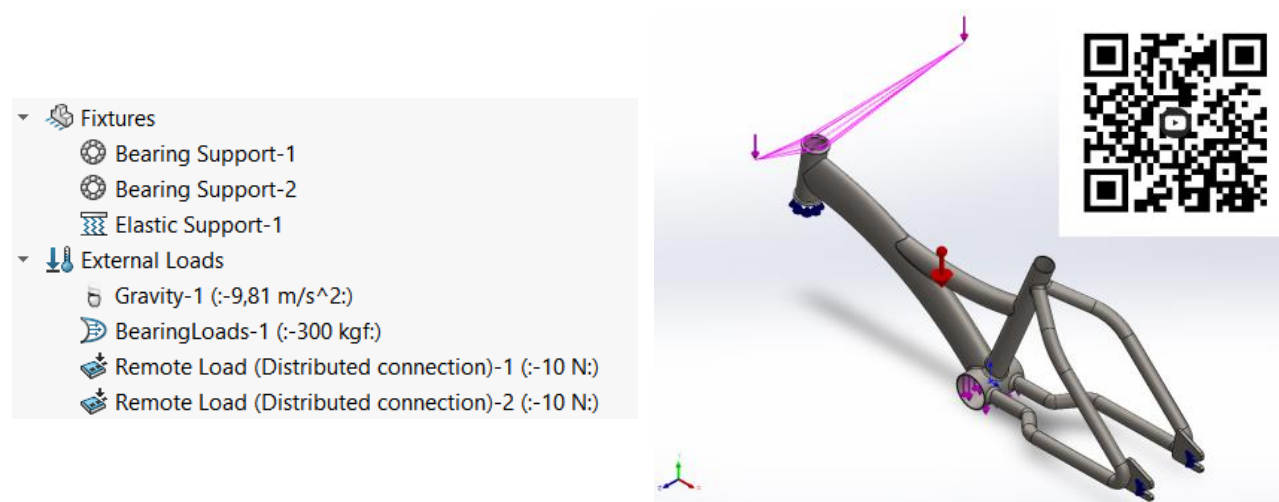


Рисунок 4 – Задание внешних нагрузок и креплений рамы

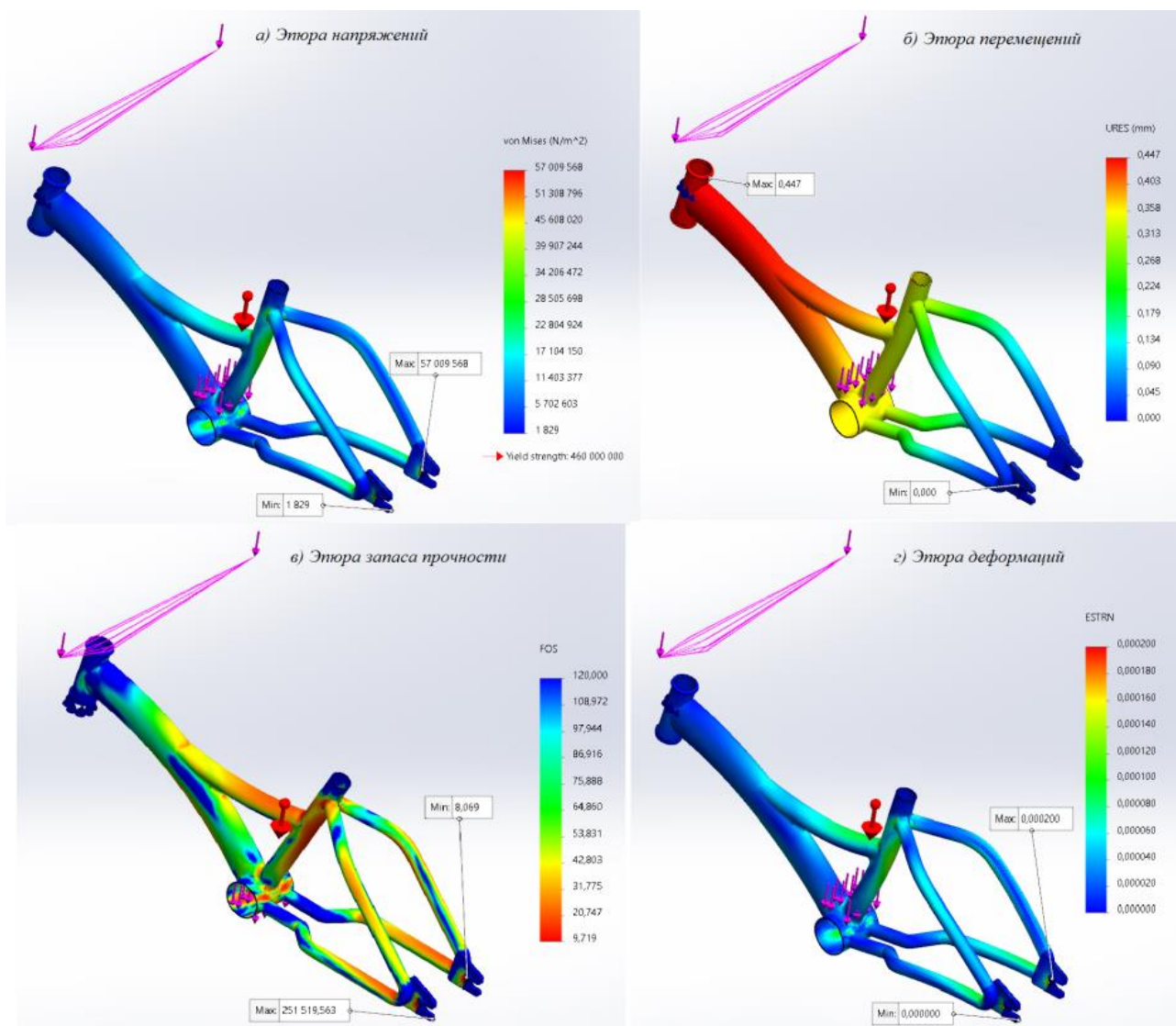


Рисунок 5 – Результаты статического расчета рамы при весе пассажира 100 кг

Был выполнен расчет рамы при весе пассажира 60 кг, значения на эпюрах не превышали допустимых величин, но при эксплуатации велосипеда могут возникать разные сценарии нагружения, поэтому был выполнен проверочный расчет рамы при увеличении веса пассажира до 100 кг. Результаты расчета представлены на рисунке 5, по запасу прочности (FOS) можно сказать, что материал – «сталь Hi-Ten» по всем сечениям рамы еще находится в зоне упругости.

Рамы велосипедов могут выполняться из разных материалов и у каждого материала есть свои положительные и отрицательные стороны. Бюджетный вариант – стальные и алюминиевые рамы, конструкции из титановых сплавов стоят несколько дороже, также выделяются рамы из карбона и углепластика, существуют экспериментальные образцы, которые изготавливаются из бамбука, магниевых составляющих и так далее.

Сталь. Для материала «сталь» можно выделить три разновидности данного материала: обыкновенная сталь (отличаются большим весом, малой степенью прочности, а также риску коррозии); сталь «Hi-Ten», которая относится к более

высокому классу (способна гасить вибрации во время движения, а также имеет стойкость к коррозионному процессу); сталь «Сго-Мо» (во время варки конструкции добавляется молибден, данное вещество придает стали дополнительную прочность).

Алюминий характеризуется малым запасом прочности, как самостоятельный материал для создания велосипедных конструкций не используется, совмещается с медью, марганцем и другими составляющими. Главное преимущество алюминиевых рам – маленькая масса. Человеку гораздо проще забраться на горю или разогнать велосипед, увеличивается эффективность педалирования. К недостаткам следует отнести быструю поломку рамы, если на стальной конструкции изначально появляются трещины, то алюминиевая рама может сразу же сломаться. Однако это происходит лишь при экстремальных поездках, прыжках, велосипедисту-любителю опасаться нечего.

Титан. Если ориентироваться исключительно на технические характеристики конструкций, то титан является одним из лучших вариантов. Данный материал объединяет сильные стороны стали и алюминия, при этом отрицательных моментов практически нет. Однако денежная стоимость титановых рам значительно выше. Данный материал не используется в чистом виде. Для создания велосипедных конструкций используется сплав с кремнием и другими веществами. Главная особенность заключается в тяжести обработки титановых сплавов, применяются современные технологии, требующие дорогостоящего оборудования. Это отражается на итоговой денежной стоимости титановой рамы. Однако поддерживать скорость на таком байке труднее, в сравнении с рамами из стали, так как инерция на конструкциях из алюминиевых сплавов меньше.

Карбон является композиционным углеродным материалом. При изготовлении карбоновых велосипедных рам используются также полимерные смолы. Характеризуются высокой прочностью продольного типа, разорвать данный материал крайне затруднительно.

Однако карбон с легкостью разрушается из плоскости. Слои нитей направляются куда оказывается силовое воздействие. Главная функция смол в карбоновых велосипедных конструкциях – удерживать расположение углеродистых волокон, чтобы форма изделия оставалась прежней. От этого зависит прочность рамы и конечные свойства изделия.

К заданной раме, выполненной из разных материалов, был приложен ряд нагрузок (компьютерный эксперимент) и построены кривые оценки несущей способности рамы (рисунок 6). Данная рама при изготовлении из титанового сплава может выдержать очень большую нагрузку, масса изделия при этом в три раза меньше, чем у стали, но по стоимости будет намного дороже, поэтому нужно рассматривать и экономические составляющие изготовления изделия.

С помощью 3D-модели можно изучить работу механизма, определить опасные места сечения рамы, получить наглядное представление движения и проанализировать несущую способность для разных сценариев нагружения и разных материалов, компьютерный инженерный анализа и моделирование при принятии проектных решений позволяет найти оптимальное решение и удешевить изделие.

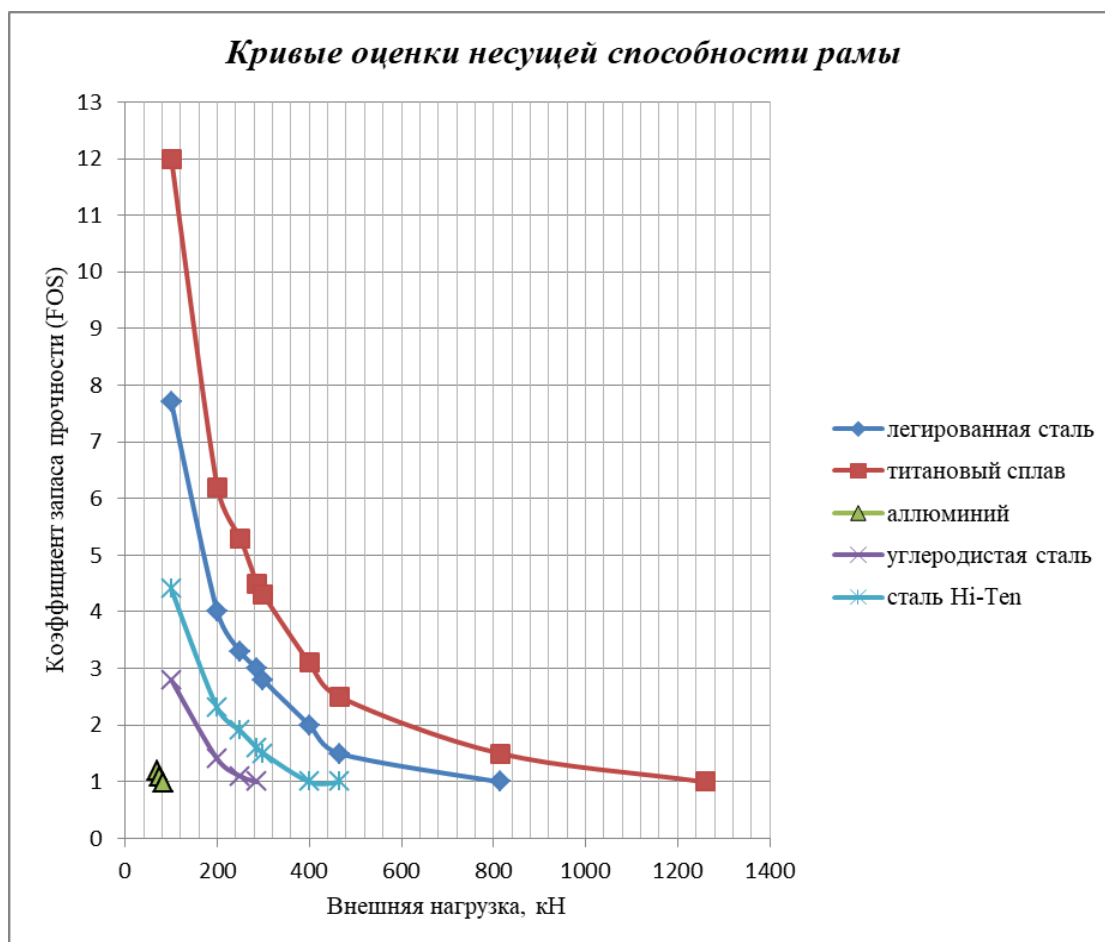


Рисунок 6 – Несущая способность рамы из разных материалов

Список цитированных источников

1. Лукинских, С. В. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / С. В. Лукинских ; М-во науки и высш. обр. РФ. – Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2020. – 168 с.
2. Дударева, Н. Ю. SolidWorks 2009 для начинающих / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. – СПб. : БХВ-Петербург, 2009. – 440 с.
3. Зиновьев, Д. В. Основы моделирования в SolidWorks / Д. В. Зиновьев. – М. : ДМК Пресс, 2017. – 240 с.

УДК 004.92

Полозок В. П., Ярмак М. А.

Научный руководитель: ст. преподаватель Мицирук О. М.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ
ОБЪЕКТОВ В AUTODESK 3DS MAX**

Сегодня 3D-моделирование и визуализация проектов нашли свое применение в различных сферах деятельности. Поэтому к требованиям, предъявляемым к инженеру, добавились владение основами 3D-моделирования и визуализации в современных программных продуктах [1].