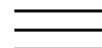


Отправьте статью сегодня! Журнал выйдет **23 мая**, печатный экземпляр отправим **27 мая**

Опубликовать статью

Поиск по статьям



МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Топологическая оптимизация верхнего рычага передней подвески снегохода Фронтьер 1000 в Компас-3D

Автор

Белохон Артём Михайлович

Научные руководители

Баранова Екатерина Дмитриевна,
Пуказов Ярослав Геннадьевич

Технология

21.08.2024 238 Поделиться

Аннотация

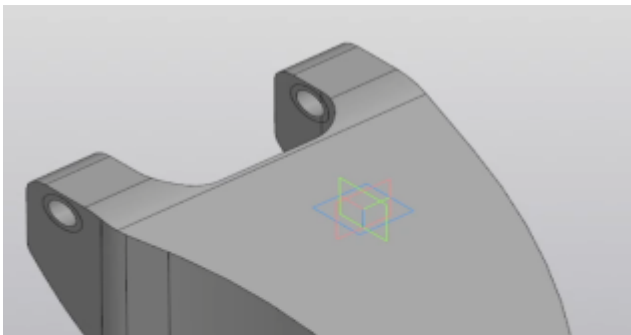
В статье автор описывает процесс по топологической оптимизации верхнего рычага передней подвески снегохода Фронтьер 1000 в программном комплексе Компас-3D с помощью модуля АРМ FEM.

Ключевые слова: APM FEM, топологическая оптимизация, Компас-3D, передняя подвеска снегохода, верхний рычаг, Фронтьер 1000.

Топологическая оптимизация — это метод, используемый в инженерии и производстве, который позволяет оптимизировать форму и структуру объектов с использованием минимального количества материала. Этот метод основан на анализе и изменении распределения материала внутри объекта с целью достижения оптимальных механических свойств при минимальной массе [1]. В процессе работы над проектом был проведен анализ существующих моделей подвесок снегоходов [2] и исследованы их характеристики с целью определения проблемных зон и улучшений их производительности. Затем была применена методика топологической оптимизации для определения оптимальной формы и структуры подвески, учитывая механические нагрузки, требования к прочности и жесткости. Ожидаемыми результатами этого проекта стала разработка новой конструкции подвески снегохода с использованием топологической оптимизации, экономия материалов и снижение массы подвески [3].

Объектом оптимизации в данном случае являлся верхний рычаг передней подвески снегохода Фронтьер 1000. Создание и топологическая оптимизация модели выбранной детали, а также расчёт на прочность производился в интерфейсе программы Компас-3D в модуле APM FEM [4]. В задачи проекта входило: 1) исследование требований и условий эксплуатации; 2) проектирование оптимизированной модели подвески; 3) применение топологической оптимизации; 4) моделирование и анализ; 5) тестирование и оценка результатов.

Для топологической оптимизации необходимы были следующие программы и аппаратное обеспечение: Компас-3D [5], APM FEM, компьютер с видеокартой 20xx-30xx с 6 ГБ и более видеопамяти, 16 ГБ оперативной памяти и выше с установленной операционной системой Windows 10 или 11, обладающий 8 гигабайтов оперативной памяти, видеокарта с поддержкой OpenGL 2. После получения всех необходимых лицензий и установке программного обеспечения мы приступили к топологической оптимизации верхнего рычага передней подвески снегохода Фронтьер 1000 (рис. 1).



вещей по типу стабилизатора устойчивости. Эта деталь имеет 8 расчетных случаев. Задаем опору на шарниры с помощью координат. Можно увидеть, что закрепление собралось в одну точку (рис. 2), она не имеет перемещений и она передаёт это свойство всем остальным точкам вокруг него. Мы имеем жесткое тело вокруг этой точки между точкой и поверхностью, которую мы указали в качестве закрепляемой. Задаем второе закрепление во втором шарнире. Делаем все то же самое, только меняем координаты узла.

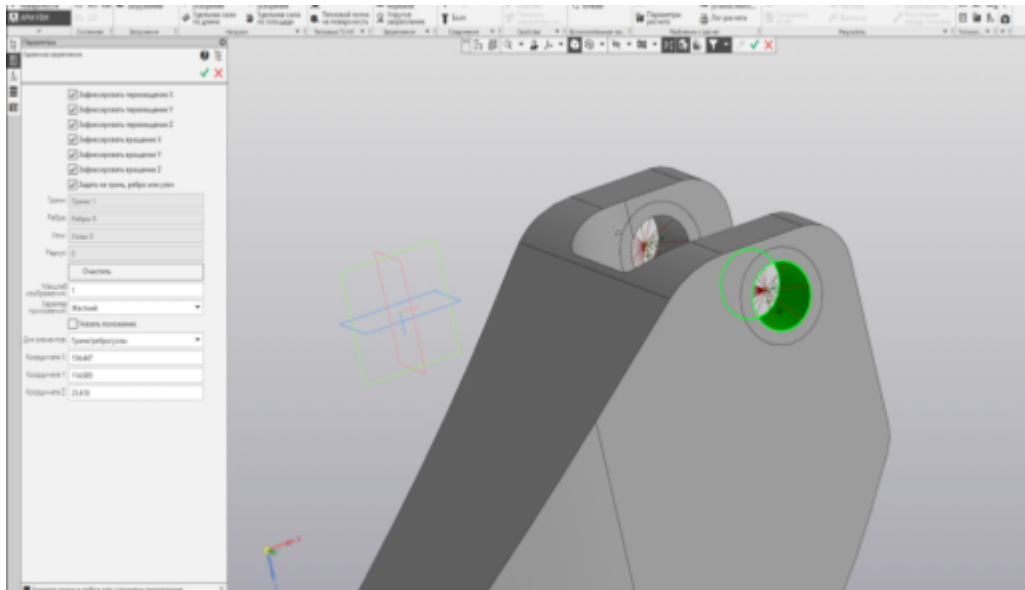


Рис. 2. “Удаленное закрепление” шарнира в диалоговом окне APM FEM

Для того чтобы промоделировать некую податливость самой рамы, на которую крепится наш рычаг, уберем фиксацию перемещения по оси Y. В итоге имеем, что резинометаллический шарнир в левой части имеет возможность перемещаться только в оси Y в нашей конструкции и при этом полностью фиксирует перемещение по X и Z. То же самое относится и к правой части, но при этом сама рама, на которую мы крепим саму часть подвески, может немножко “играть”, поэтому мы и убираем перемещение в оси Y и получаем плавающую опору.

Нагрузки передаются через цилиндрическую поверхность сопряжения с шаровой опорой. Добавляем восемь загрузок и начинаем задавать им силу по координатам. В каждом загрузке мы прикладываем силу к нашей поверхности и добавляем масштаб отображения, чтобы было более очевидно (рис. 3). Для каждого загрузке мы задаем свою нагрузку.

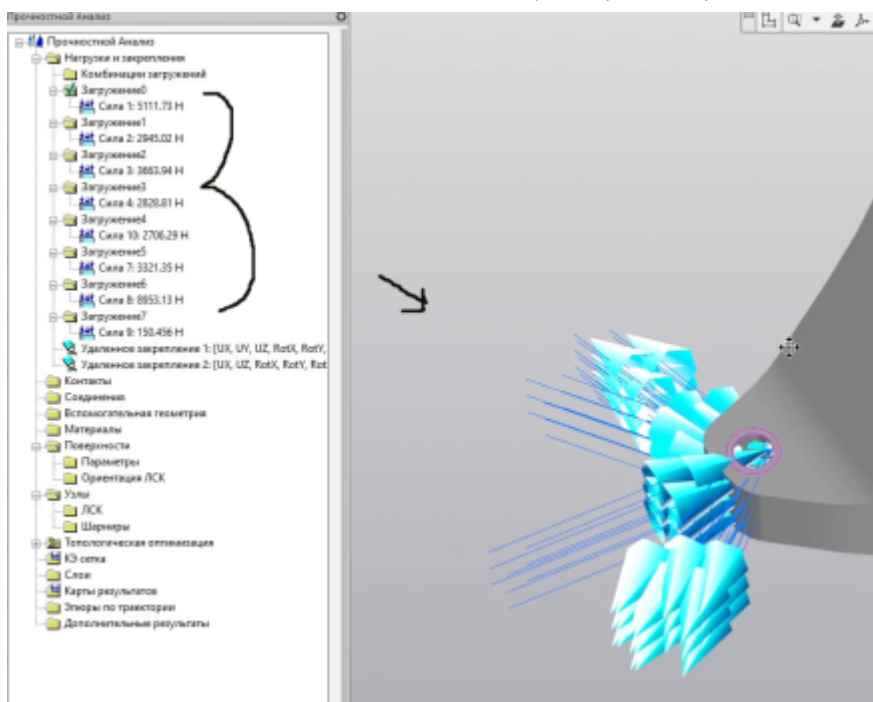
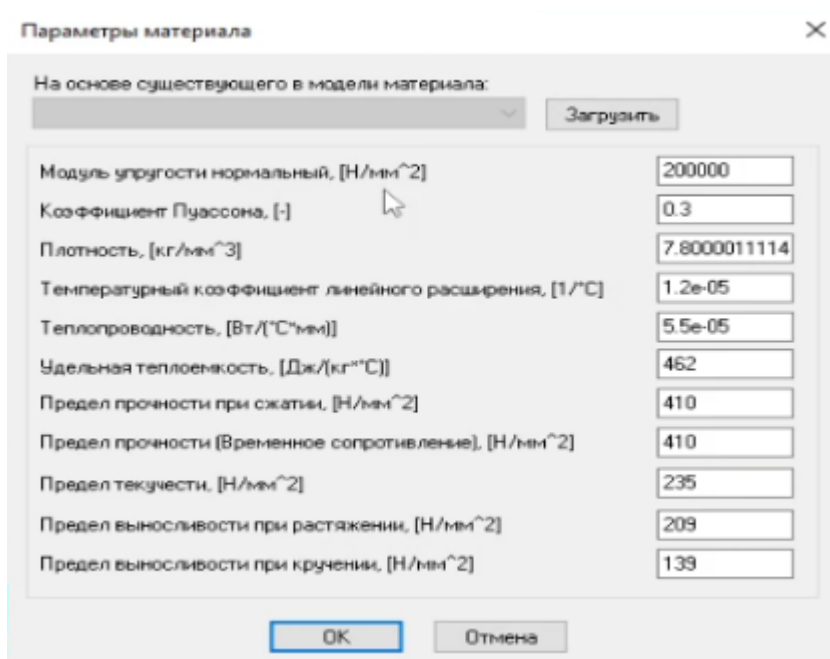


Рис. 3. Моделирование приложения нагрузок и задание восьми расчетных случаев загрузки передней подвески снегохода Фронтьер 1000

В ARM FEM, нажимаем материал. Задаем всей детали материал — сталь (рис.4).



тетраэдры слишком усложняют расчет топологической оптимизации и не вносят точности в оптимизации. Ставим галочку — “Для топологической оптимизации”, чтобы сетка была равномерная, для получения возможности построения равно толщиной сетки. Ставим галочку и начинается генерация. Конечное элементное разбиение сетки см на рис. 5.

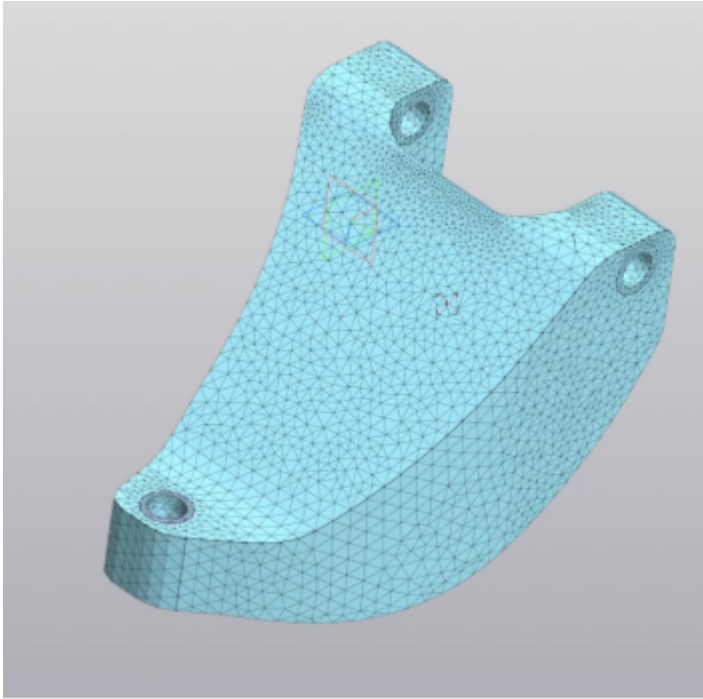
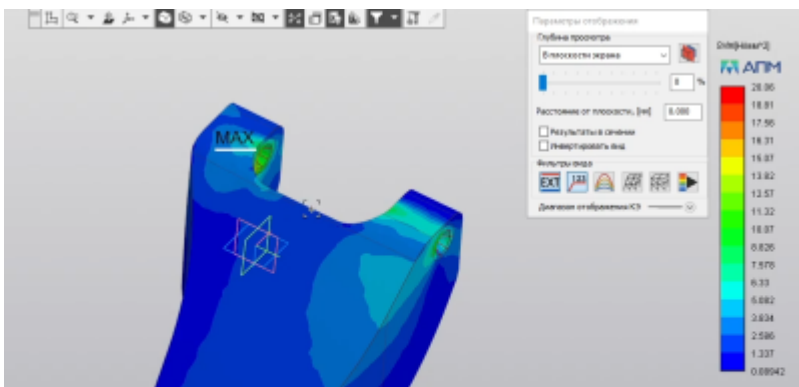


Рис. 5. КЭ сетка модели области проектирования верхнего рычага передней подвески снегохода Фронтьер 1000

Статический расчет нужен для того, чтобы убедиться, что все сделано правильно. Во вкладке разбиение и расчет, нажимаем расчет, и отправляем нашу деталь на расчет линейной статики. После расчета открываем карту результатов для статического расчета (рис. 6).



забывать то, что перед нами имеется область проектирования, мы взяли по максимуму то пространство, в котором мы хотим распределить материал для нашей конструкции учитывая все зазоры, засечения с остальными частями снегохода.

Мы посмотрели, что с точки зрения статического расчета все хорошо, и это значит, что деталь можно отправлять на топологическую оптимизацию. Наша задача найти конструкцию максимальной жесткости по всем расчетным случаям. Ограничения на объем 30 процентов. В разделе “Топологическая оптимизация” выбираем оптимизированную задачу “максимизация жесткости”. Нам необходимо задать тело нашего рычага в качестве области проектирование. Задаем объем 30 процентов. Выбираем галочку “Ограничение минимальной толщины” И задаем равной двойной конечного элемента. Мы выбрали 15 мм значит мы задаем 30, а лучше даже 35. В качестве расчетных случаев указываем каждое из нагружений, которые ввели ранее. В вкладке “топологическая оптимизация” Выбираем параметры расчета, указываем оптимизатор ОС. Количество итераций — 150. КЭ сетку нужно пересоздать чтобы обновились данные для топологической оптимизации. После этого отправляем на расчёт. Переходим в карту результатов, выбираем топологическая оптимизация — объемная доля (рис. 7).

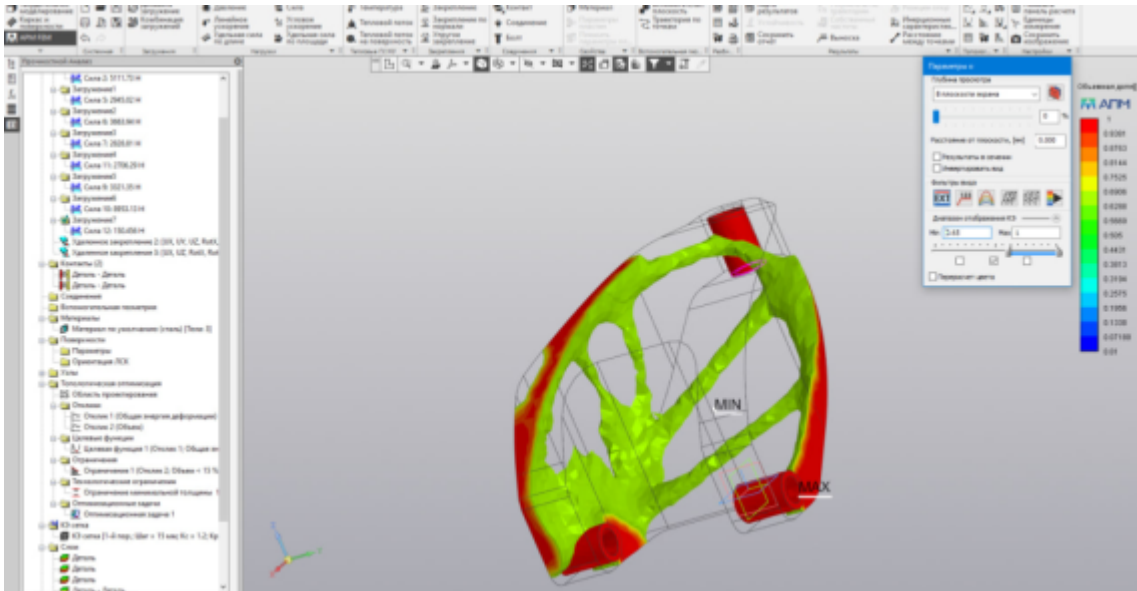


Рис. 7. Карта результатов топологической оптимизации верхнего рычага передней подвески снегохода Фронтьер 1000

Тут мы можем выбрать необходимую отсечку для тех конечных элементов, которые не понадобились, у них объёмная доля около 0. Отсечку возьмём около 0.65. Отсечку можно сделать несколько для построения полноценной детали. Мы получаем более наглядное изображение детали. Для того чтобы отправить готовый результат конструктору детали

Литература:

1. Топологическая оптимизация конструкций — НТЦ «АПМ». — Текст: электронный // Инженерные расчеты для машиностроения и строительства — НТЦ «АПМ»: [сайт]. — URL: <https://apm.ru/optimization> (дата обращения: 31.05.2024).
2. Дерунов Г. П., Кириндас А. М., Ксенофонтов И. В. Машинная тяга саней. История русского снегохода // Рыбинск: Медиарост. — 2021.
3. Пуказов, Я. Г. Топологическая оптимизация рычага задней подвески Tesla Model S / Я. Г. Пуказов. — Текст: электронный // Личный сайт Ярослава Пуказова: [сайт]. — URL: <https://yaroslav.pukazov.ru/blog/topological-optimization-Tesla-Model-S-lever/> (дата обращения: 31.05.2024).
4. Система прочностного анализа APM FEM для КОМПАС-3D — НТЦ «АПМ». — Текст: электронный // Инженерные расчеты для машиностроения и строительства — НТЦ «АПМ»: [сайт]. — URL: <https://apm.ru/apm-fem> (дата обращения: 31.05.2024).
5. КОМПАС-3D: О программе — официальный сайт САПР КОМПАС. — Текст: электронный // КОМПАС-3D. Официальный сайт САПР КОМПАС: [сайт]. — URL: <https://kompas.ru/kompas-3d/about/> (дата обращения: 31.05.2024).

Можно быстро и просто опубликовать свою научную статью в журнале «Молодой Ученый». Сразу предоставляем препринт и справку о публикации.

Опубликовать статью

Ключевые слова

APM FEM

топологическая оптимизация

Компас-3D

передняя подвеска снегохода

верхний рычаг

Фронтьер 1000
