29 мая 2024 г.

Кванториум, научно-технический центр и производство снегоходов

История о том, как три рыбинских школьника усовершенствовали снегоход с помощью топологической оптимизации…

**Введение** (аннотация, краткое описание участников и т.д.)

**История** (текст с пресс-релиза + статьи в интернете)

**Постановка задачи** (+ решение первых проблем)

**Изучение темы**

**Организация рабочего пространства** (что такое git)

**Решение поставленной задачи**

**Резюме**

**Что дальше?**

Аннотация

Сысвс

История

В начале прошедшего учебного года (2023-2024) специалисты из компании АО «Русская механика» обратились в Кванториум города Рыбинск (ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ) с целью привлечь школьников в процесс проектирования современной техники. Конкретная идея состояла в том, чтобы заинтересовать молодых ребят процессом инженерного анализа и творчества, а также познакомить с возможностями современных компьютерных систем (CAD, CAE, GIT), которые на сегодняшнем этапе развития могут помочь в проектировании оптимальных конструкций. На призыв откликнулись учащиеся IT направления: Алексей Бурау, Артём Белохон и Матвей Шадриков. Куратор с предприятия – инженер-конструктор Ярослав Пуказов – поставил перед ними вполне определенную инженерную задачу: оптимизировать по массе без потери прочности детали подвески снегохода ФРОНТЬЕР 1000.

Для выполнения проекта ребята самостоятельно связались с представителями АСКОН и НТЦ «АПМ», которые оперативно откликнулись и оказали необходимое содействие в получении лицензионных программ и обучении работе с необходимым функционалом. В частности, школьники получили лицензии на систему трехмерного проектирования КОМПАС-3D, а также на специализированное приложение для анализа прочности и проведения топологической оптимизации – APM FEM, дальнейшее обучение по применению расчетного ПО провели разработчики – сотрудники НТЦ «АПМ» и ЦКТ «Сигма».

В очень краткие сроки в режиме zoom-видеоконференций ребятам рассказали основы сопромата, расчетов деталей машин, материаловедения и оптимального проектирования, а также познакомили с теоретическими основами, исходным кодом, интерфейсом программного обеспечения и методами топологической оптимизации конструкций. Дополнительно, куратор группы, Пуказов Ярослав, поделился со школьниками вариантом организации инженерных расчетов на основе распределенной системы контроля версий Git, а также необходимыми знаниями о работе подвески снегохода, условиях и режимах эксплуатации (расчетные случаи). В качестве исходных геометрических данных были предоставлены CAD-модели деталей подвески.

Постановка задачи

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. В процессе работы над проектом был проведен анализ существующих моделей подвесок снегоходов и исследованы их характеристики с целью определения проблемных зон и улучшения их производительности. Затем была применена методика топологической оптимизации для определения оптимальной формы деталей подвески, учитывая механические нагрузки, требования к прочности и жесткости.

Основной целью проекта являлось создание и топологическая оптимизация модели поворотного кулака, верхнего рычага передней подвески и направляющей гусеницы (склиза) задней подвески снегохода, а также их расчёт на прочность в программном комплексе Компас-3D.

В задачи проекта входили следующие этапы:

1. **Исследование требований и условий эксплуатации.** Требования к подвеске могут существенно различаться в зависимости от конкретных условий эксплуатации снегохода. Ребятам необходимо было изучить требования к прочности, жесткости, амортизации и управляемости подвески для различных типов поверхностей, на которых может эксплуатироваться снегоход.
2. **Применение топологической оптимизации.** В целом данный этап получился удачно, учащимся Рыбинского Кванториума удалось применить методику топологической оптимизации для определения оптимальной формы и распределения материала в конструкции подвески. Это позволило снизить массу подвески, сохраняя при этом нужные механические характеристики.
3. **Проектирование оптимизированных моделей элементов передней и задней подвески снегохода**. С использованием программного комплекса Компас-3D удалось смоделировать оптимизированную геометрию деталей подвески снегохода, учитывающую требования и условия эксплуатации из предыдущего шага.
4. **Моделирование и анализ.** Используя программу Компас-3D, школьники создали и проанализировали несколько вариантов оптимизированных деталей подвески снегохода ФРОНТЬЕР 1000. Различные параметры и начальные условия несколько раз были изменены для определения наилучшего результата решения.
5. **Тестирование и оценка результатов.** Ребятам удалось протестировать разработанные оптимизированные детали подвески снегохода в различных условиях с помощью инструмента инженерного анализа APM FEM, провести оценку ее производительности и сравнить результаты с базовыми моделями. Это позволило определить эффективность применения топологической оптимизации в снегоходостроении.

Итоговыми результатами данного проекта стала разработка модернизированной конструкции подвески снегохода с использованием топологической оптимизации, экономия материала и снижение неподрессоренной массы в передней и задней подвески.

Изучение темы

Сысвс

Организация рабочего пространства

Для реализации топологической оптимизации необходимы было следующее программное обеспечение: Компас-3D, APM FEM, GIT.   
Оптимально было иметь компьютер с видеокартой 20хх-30хх с 6 и более ГБ видеопамяти, 16 ГБ оперативной памяти и выше. Именно эти параметры оптимальны для топологической оптимизации подвески снегохода.

**КОМПАС-3D** — система трёхмерного моделирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря удачному сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования. Ключевой особенностью продукта является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН. Данное программное обеспечение распространяется на коммерческой основе, для получения лицензий, учащиеся Рыбинского Кванториума самостоятельно связались с представителями вендора.

Российское инженерное Программное обеспечение “АСКОН” любезно предоставило все необходимые лицензии для работы над проектом.

**APM FEM** — система прочностного анализа, предназначенная для работы в интерфейсе российской CAD-системы КОМПАС-3D. Продукт APM FEM зарегистрирован в Реестре российский программ для ЭВМ и баз данных. Основная цель работы системы APM FEM - дать возможность конструктору уже на начальных стадиях проектирования принимать правильные и обоснованные конструктивные решения, используя построенные 3D-модели. Это, несомненно, повышает качество и экономит время, затрачиваемое на разработку изделия, а значит, делает его конкурентоспособным!

Представители НТЦ «АПМ» также любезно предоставили все необходимые лицензии для реализации проекта топологической оптимизации.

**Git (произносится «гит»)** — это распределённая система управления версиями. Проект был создан Линусом Торвальдсом для управления разработкой ядра Linux, первая версия выпущена 7 апреля 2005 года. На сегодняшний день его поддерживает Джунио Хамано. Под системой контроля в контексте Git подразумевается программный механизм для работы с контентом. В «работу» также входит хранение, передача данных, отслеживание изменений и прочие аспекты. Обычно Git используют для работы с программным кодом, однако, ситуация стремительно меняется. Уже сейчас Git используют для работы с чертежами, 3D-моделями, переводами больших книг, дизайнерскими работами: рисунками, видео и прочее. Правилам работы в системе контроля версий можно подчинить почти любой продукт, и везде от этого будет только польза.

Данный инструмент распространяется совершенно бесплатно и имеет большую аудиторию пользователей. Попробовать применить данный инструмент в проекте предложил Ярослав, как выпускник легендарного Санкт-Петербургского политехнического университета, где очень сильная IT-школа, Ярослав, еще во время учебы в университете увидел принципиально новый подход взаимодействия инженерных команд на основе распределенных систем контроля версий. Именно данный подход позволил членам команды грамотно поставить условия, изучить тему, организовать рабочее пространство и успешно решить поставленную задачу, находясь на расстоянии. Члены команды решали поcтавленную задачу полностью в дистанционном формате Online.

Решение поставленной задачи

Сысвс

Резюме

В процессе работы ребятам удалось существенно снизить массу верхнего рычага передней подвески, кронштейна лыжи и направляющей гусеницы снегохода ФРОНТЬЕР 1000, а также защитить свой проект «Топологическая оптимизация деталей снегохода» перед экспертами из ведущих предприятий города Рыбинск и местного университета РГАТУ им. П.А.Соловьева (по результатам защиты, присутствовавшие эксперты из ПАО «ОДК Сатурн» высоко оценили проделанную работу и предложили ребятам участие уже в своих проектах с возможным последующем трудоустройством).

Что дальше?

Дальнейшим продолжением развития данной темы видится изготовление оптимизированных деталей «в металле», испытания и, возможно, внедрение их в реальное производство. Со своей стороны представители НТЦ «АПМ» и АО «Русская механика» готовы и дальше оказывать помощь ребятам в т.ч. в подготовке к ЕГЭ, олимпиадам, поступлению в ВУЗы, а также в дальнейшем трудоустройстве. Ведь именно такие молодые и целеустремлённые старшеклассники имеют возможность войти основной состав будущего инженерного-спецназа инновационной промышленности России!