

Проект «Поворотная тележка для адронного коллайдера»

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

Автор: студентка гр. ТМ-31 Мельникова Анастасия Дмитриевна.

Научный руководитель: старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения» Мельников Дмитрий Витальевич.

Цель проекта:

Проект предполагает разработку и конструкторский расчет механической поворотной тележки, способной перемещать груз массой 1000 килограмм в магнитном поле с возможностью поворота на необходимый угол.

Задача, решаемая в данном проекте, имела практическое значение, и заключалась в разработке конструкции тележки, необходимой для перемещения в зону исследования колориметров, а также разработки полного комплекта конструкторской и эксплуатационной документации в рамках работы с «Объединенным институтом ядерных исследований» (лаборатория физики высокой энергии, г. Дубна).

Проект в городе Дубне носит название «NICA». На установке НИКА ученые пытаются исследовать фазовую диаграмму сильно сжатой барионной материи в лабораторных условиях. Подобная материя существует лишь в нейтронных звездах и ядрах сверхновых звезд, в то время как на ранних стадиях существования Вселенной наблюдаемая материя имела исчезающе-малую барионную плотность. Для создания материи с высокой плотностью в лабораторных условиях используется столкновение тяжелых ионов, в которых значительная часть энергии пучка расходуется на возникновение новых адронов и возбуждение резонансов, свойства которых могут быть заметно модифицированы окружающей горячей и плотной средой. При очень высоких температурах или плотностях эта смесь адронов разбивается на составные части — кварки и глюоны, образуя новое агрегатное состояние материи — кварк-глюонную плазму.

NICA позволяет разогнать и столкнуть кварки и глюоны. После прохождения их в коллайдере они сталкиваются, и их энергия измеряется с помощью колориметров. Колориметры будут установлены на поворотной тележке. Это необходимо, чтобы понять законы образования эволюции нашей Вселенной. Тележка поворотная, т.к. стержни необходимо устанавливать под различным необходимым углом. Немагнитная она, т.к. находится в сильном магнитном поле.

Для того, чтобы тележка обладала немагнитными свойствами будут использованы следующие материалы:

- алюминий АД33;
- нержавеющая сталь, обладающая немагнитными свойствами AISI 304 (содержание хрома 18-20%, содержание никеля 8-10%);
- бронза безоловянная БР АЖ9-4 (содержание алюминия 8-10%, содержание железа 2-4%);
- цирконий.

Фитинг и наиболее нагруженные детали будут изготовлены из нержавеющей стали, основная несущая конструкция будет сделана из стандартного алюминиевого профиля, подшипник скольжения состоит из пары бронза-сталь (бронза обладает хорошими антифрикционными свойствами), циркониевые шарики будут использованы в качестве подшипника качения (для обеспечения поворота одной части тележки относительно неподвижной платформы тележки).

Проектирование модели осуществлялось в программе T-Flex с использованием команды «выталкивание», «вращение», «булева», «сглаживание», «построение рабочей плоскости», «построение трехмерной точки», «массив», «копия», «симметрия».

Построение 3D-модели начиналось с построения 2D-модель профиля. При этом использовались такие команды, как «построение прямой», «построение окружности», «построение фаски», «построение линии изображения», «построение штриховки».

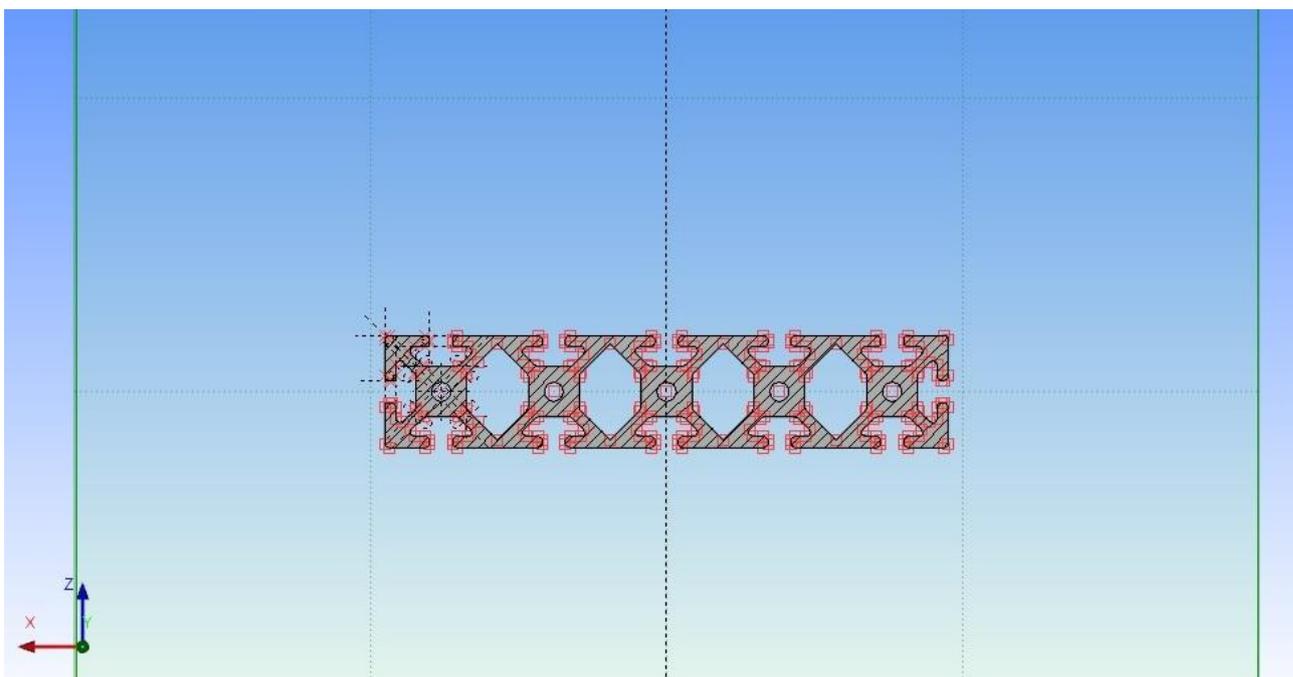


Рисунок 1 – 2D-модель профиля

На основании созданного профиля создавали 3D-модель с помощью команды «выталкивание» и «вращение с наложением материала детали».

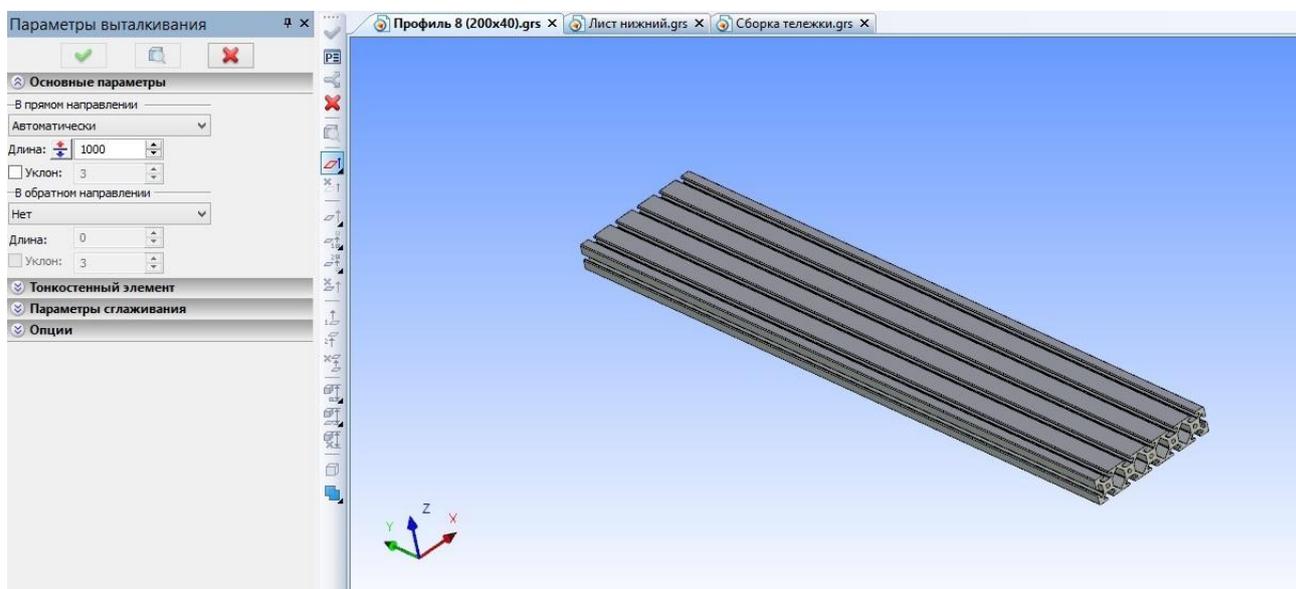


Рисунок 2 – Выталкивание 2D-профиля

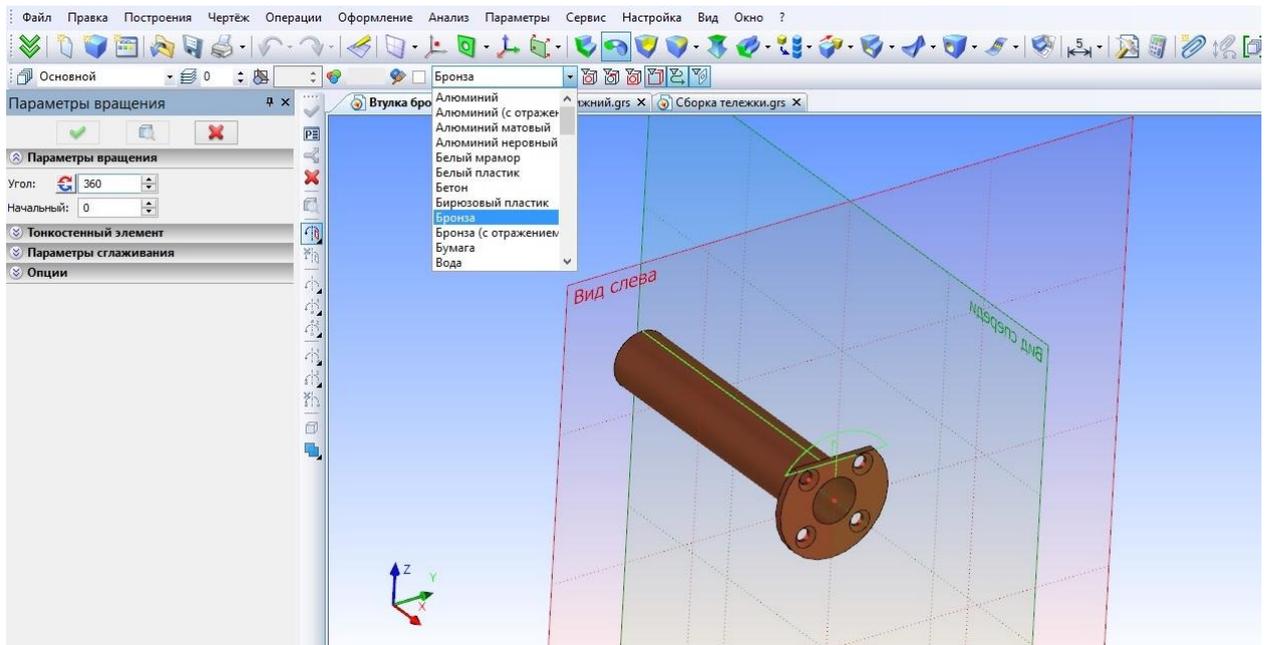


Рисунок 3 – Вращение 2D-профиля

Трёхмерная модель сборки создавалась с использованием Операции/3D фрагмент.

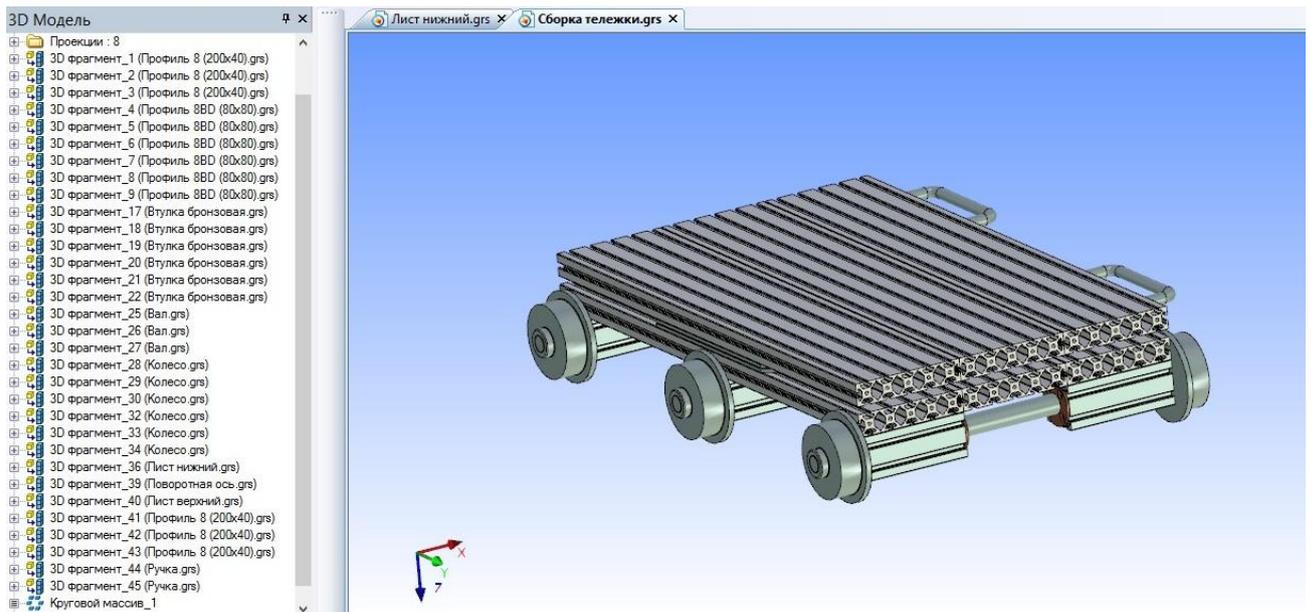


Рисунок 4 – 3D-модель поворотной тележки и структура сборки

После создания 3D-модели произвели анализ геометрии (масс-инерционных характеристик модели).

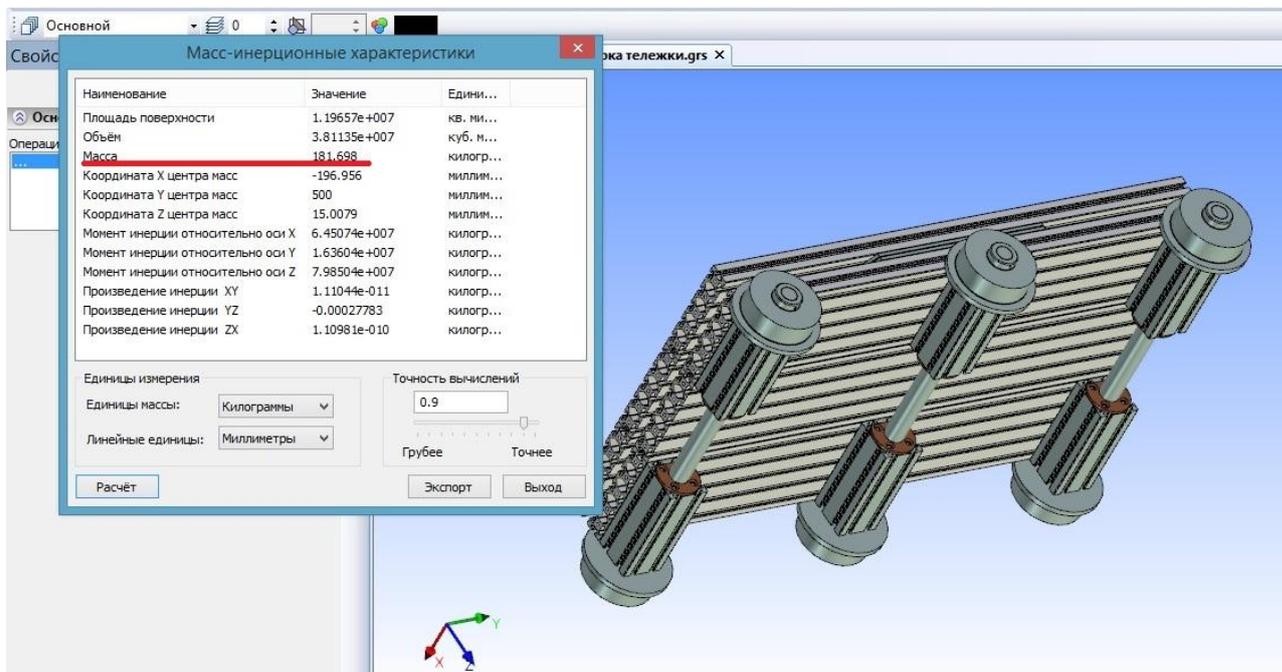


Рисунок 5 – Масс-инерционные характеристики 3D-модели

Данная тележка перемещается в ручную по направляющим. В качестве направляющих планируется использовать алюминиевый профиль длиной 6000 мм, который установлен на 3-х опорах.

Конструкторский расчет алюминиевого профиля выполнялся в программе ANSYS. Для этого была создана 3D-модель.

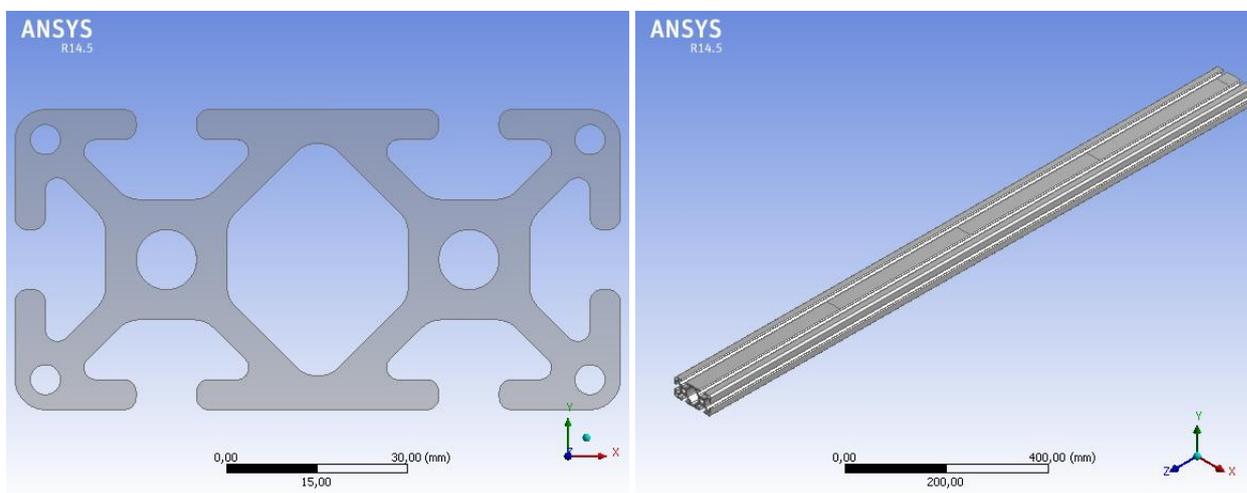


Рисунок 6 – 3D-модель направляющих

Исходя из массы тележки и массы груза, выполнили расчет на прочность и максимальное перемещение направляющей, исходя из усилия 12000 Н.

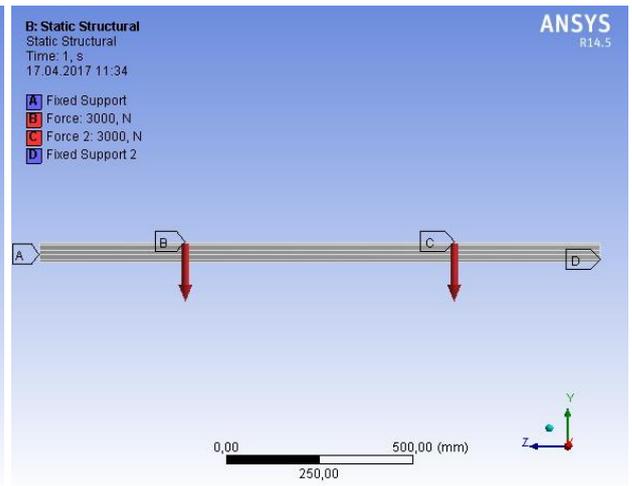
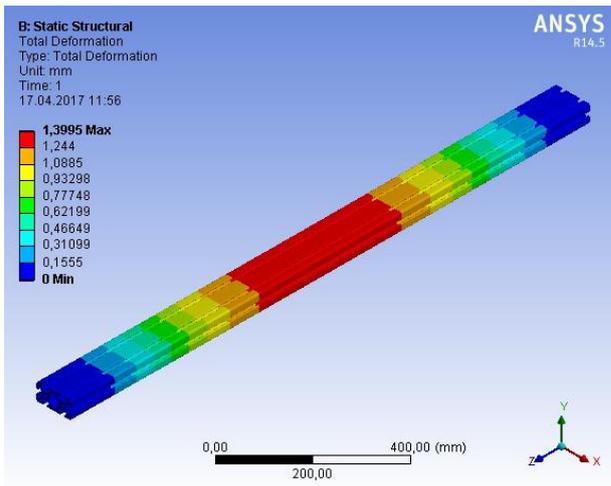


Рисунок 7 –1-й способ нагружения

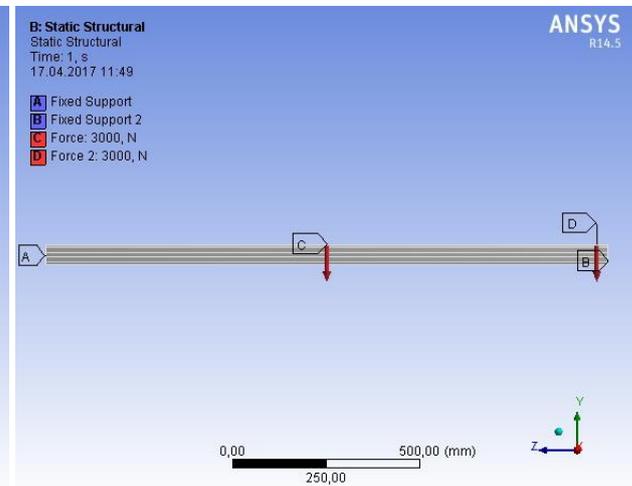
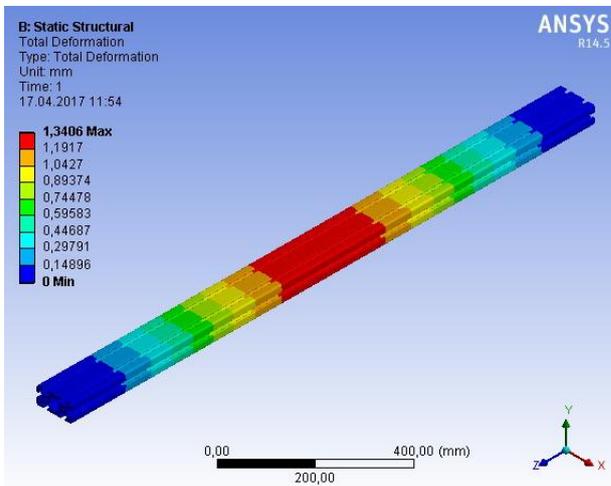


Рисунок 8 –2-й способ нагружения

По расчетам получено, что максимальное перемещение возникает в первом случае и составляет 1,4 мм.

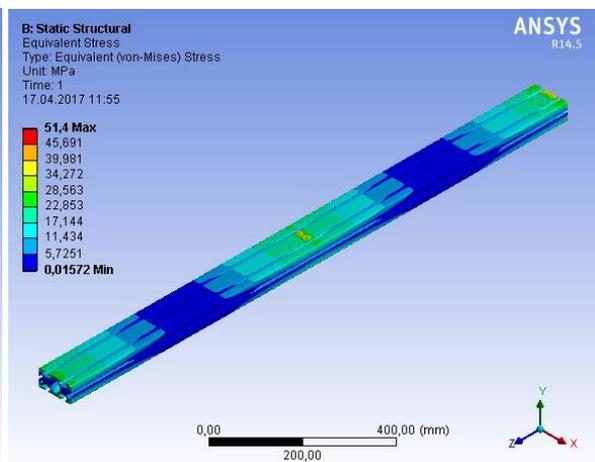
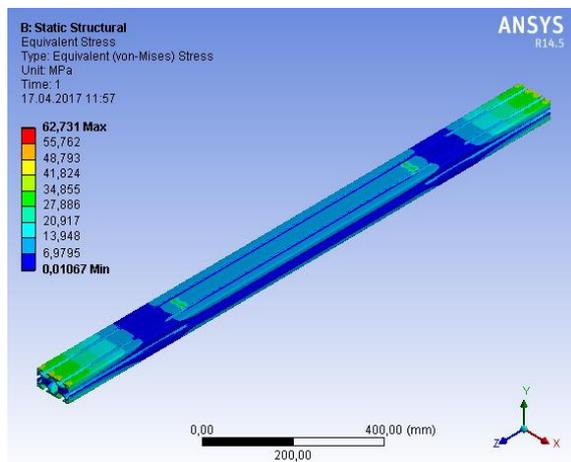


Рисунок 9 – Момент сопротивления направляющей при различных способах нагружения

Рассчитали момент сопротивления направляющей для обоих случаев нагружения. Получили значения момента сопротивления в наихудшем случае в размере 63 МПа, что в 4 раза меньше значения заводских данных для данного профиля.