

**Проектирование и прочностной анализ конструкции крепления габаритно-массового груза для транспортировки в грузовой кабине самолета типа ИЛ-76МД**

*Скрябин Руслан Юрьевич  
Московский политехнический университет  
Студент*

*Груздев Александр Сергеевич  
Московский политехнический университет  
Доцент*

**Аннотация**

При транспортировке тяжелых грузов воздушным транспортом особое внимание уделяется способу и надежности крепления габаритно массовых изделий в грузовой кабине самолёта. В данной статье рассматривается вопрос проектирования, моделирования, расчета и статических испытаний крепления удержания габаритно-массовых изделий в грузовой кабине самолета.

**Ключевые слова:** упорная тяга, поперечная балка, нагрузка.

**Design and strength analysis of the construction of the bulk cargo for transportation in the cargo cabin of the aircraft type IL-76 MD**

*Scriabin Ruslan Yuryevich  
Moscow Polytechnic University  
Student*

*Gruzdev Aleksandr Sergeevich  
Moscow Polytechnic University  
associate professor*

**Abstract**

When transporting heavy loads by air, special attention is paid to the method and reliability of fastening dimensionally mass products in the cargo cabin of the aircraft. The article deals with the question of design, modeling, calculation and static tests of retention retention of dimensional and mass products in the cargo cabin of the aircraft.

**Keywords:** thrust, cross beam, load.

Безопасность авиационного транспортного средства подразумевает такие качества, которые уменьшают вероятность аварий, а в случае их возникновения - снижение их последствий. При транспортировке тяжелых

грузов воздушным транспортом особое внимание уделяется способу и надежности крепления габаритно массовых изделий в грузовой кабине самолёта.

Опыт эксплуатации показал, что для обеспечения безопасности при аварийных случаях швартовочных связей (цепей) экстренной швартовки может оказаться недостаточно, поэтому появилась необходимость в дополнительных средствах удержания груза от перемещения по направлению полета. На рис. 1 приведена усовершенствованная схема экстренной швартовки десантируемого транспортного средства, которая отличается от первоначальной наличием дополнительного удерживающего элемента.

Назначение упорной части конструкции экстренной швартовки заключается в обеспечении безопасности кабины пилотов от пробития габаритно-массивным изделием массой 16100 кг в момент аварийной посадки. В работе рассматривается упор в виде конструкции специальной стойки (Рис. 2а.). При помощи сферического наконечника модель стойки плавным образом упирается в специальную «чашу», закрепленную на боевой машине. Схема её расположения приведена на рис. 2б.

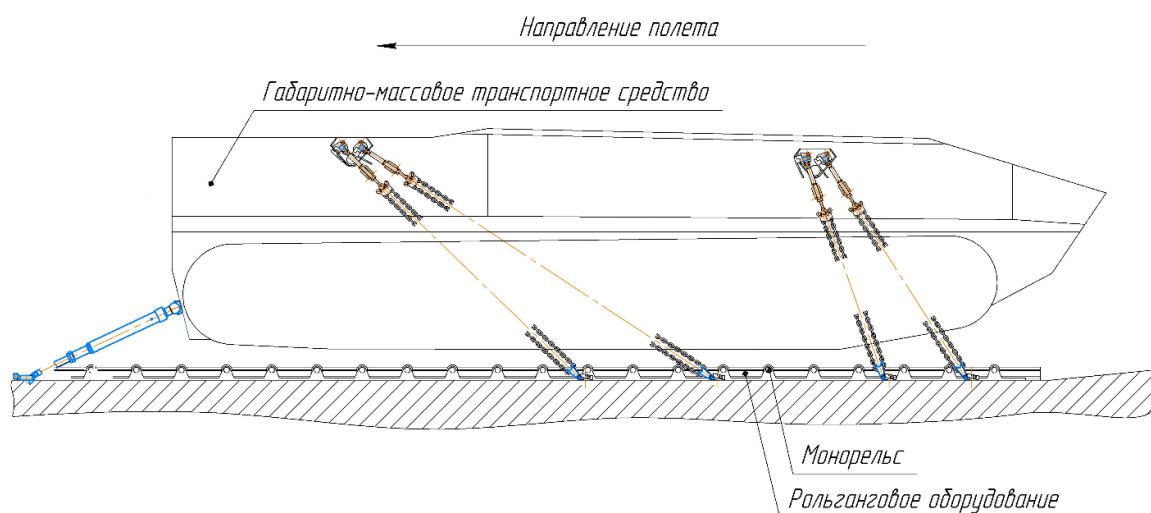


Рисунок 1 – Схема экстренной швартовки

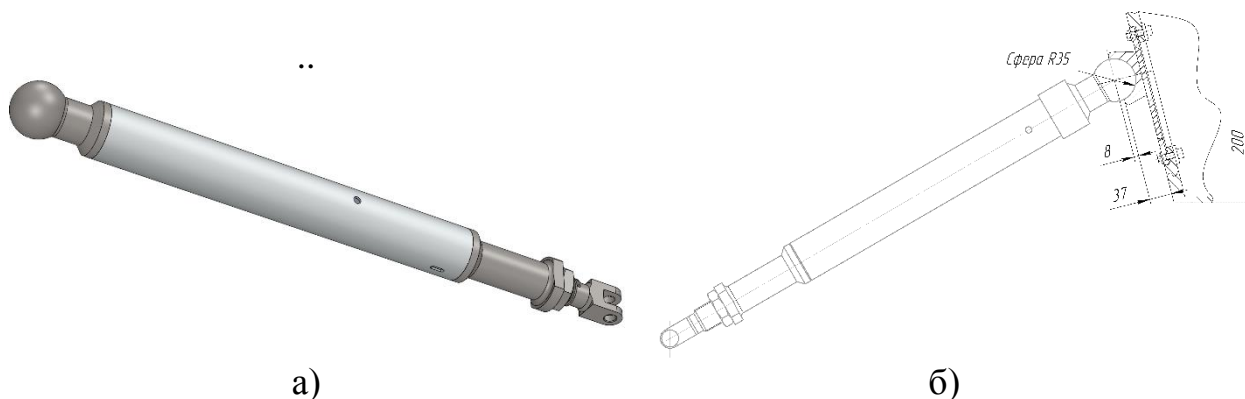


Рисунок 2 – Конструкция стойки

а) модель стойки; б) конструкция стойки в рабочем положении

Первоначально на проектирование модели экстренной швартовки были предложены сборочные варианты двух типов:

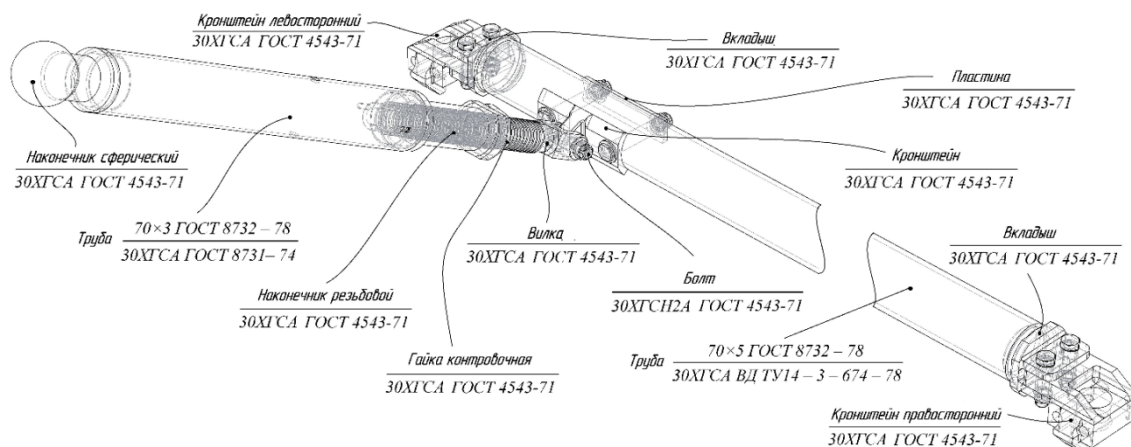
– Сборочная конструкция стойки в составе балки поперечной (Рис. 3а.);

– Сборочная конструкция стойки в составе упорной тяги (Рис. 3б.).

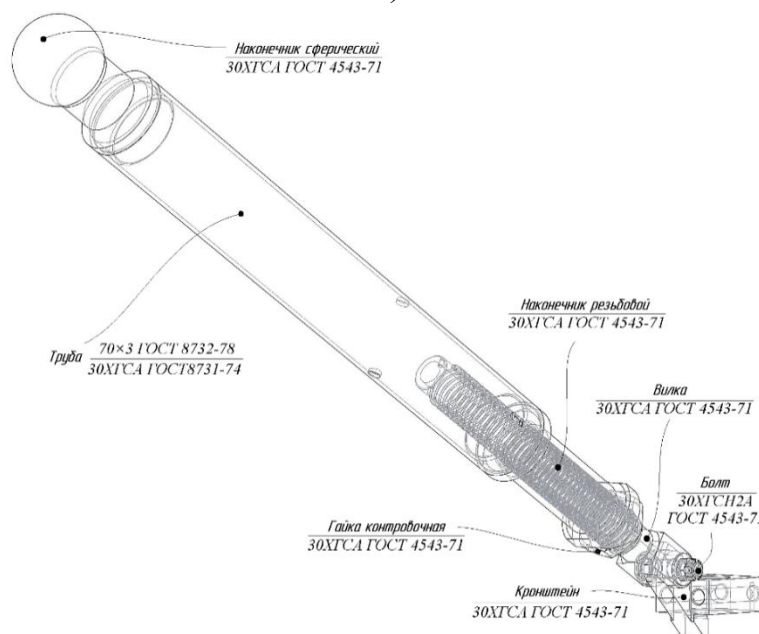
Крепление стойки к швартовочным узлам пола грузового отсека самолета осуществляется двумя способами в зависимости от выбора сборочной конструкции:

– через кронштейн в составе упорной тяги;

– через левосторонний и правосторонний кронштейны соединенный с трубой через специальные вкладыши.



а)



б)

Рисунок 3 – Варианты крепления стойки

Испытания конструкции стойки в составе балки поперечной (рис. 4а) показали, что данная конструкция, начинает разрушаться (рис. 4б) при нагрузках, значительно ниже расчетных.



а)



б)

Рисунок 4 – Испытания сборочной конструкции стойки в составе балки поперечной

а) общий вид; б) разрушение поперечной трубы

Испытания сборочной конструкции стойки в составе упорной тяги показали, что данная сборочная конструкция выдерживает 100% нагрузку размером в 21000 кгс и удовлетворяет летным требованиям (Рис. 5) [1]. Схема установки сборочной конструкции стойки в составе упорной тяги изображена на рис. 6.



Рисунок 5 – Конструкция стойки в составе упорной тяги после испытаний



Рисунок 6 – Общий вид конструкции стойки в составе упорной тяги

Анализ результатов данных после испытаний показал, что проведение мероприятий по повышению прочности поперечной балки приведет к значительному росту её массы. В связи с этим было предложено реализовать способ крепления стойки непосредственно к швартовочному узлу через кронштейн без использования поперечной балки.

Грузовой отсек воздушного средства позволяет вмещать 3 боевых машины (в начале, середине и конце). При каждом из трех положений машины упорная тяга имеет свой угол наклона и свою длину.

Были внесены следующие изменения в конструкцию:

- Увеличение длины резьбовой части вилки, с учетом возможности её универсального применения и регулирования длины, что делает её применяемой для всех 3 случаев расположения транспорта в грузовом отсеке (в начале, середине и в конце);

- Разработка усиленного кронштейна на случай расположения транспорта в начале грузовой кабины (поскольку расположение упорной тяги находится под углом в  $16^\circ$  от поперечной оси монорельса и работает на «излом»).

Прочностной анализ конструкции упорной тяги с модернизированной версией вилки и кронштейна проведен с использованием современного метода конечных элементов на ЭВМ [2-4]. По результатам статического нагружения (рис. 8,10,12) при принятой нагрузке в 21000 кгс конструкция упорной тяги выдерживает заданную нагрузку, а расчетные напряжения не превышают предел прочности материала, из которого сделана упорная тяга.

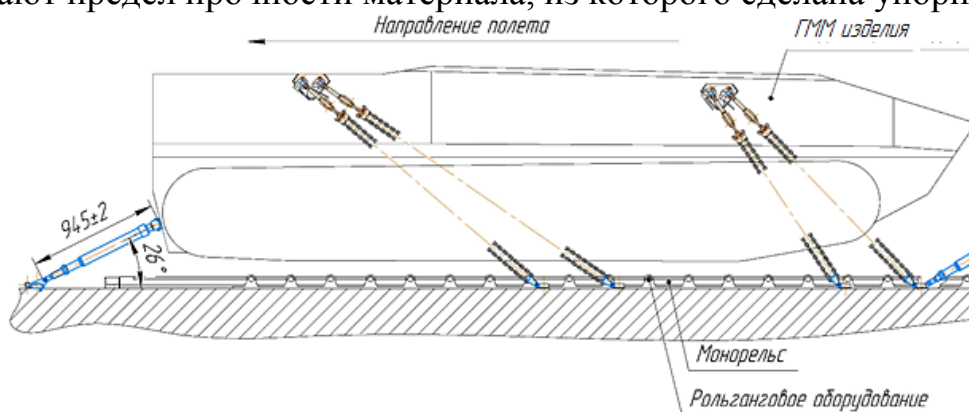


Рисунок 7 – Схема расположения габаритно-массового изделия в начале грузового отсека

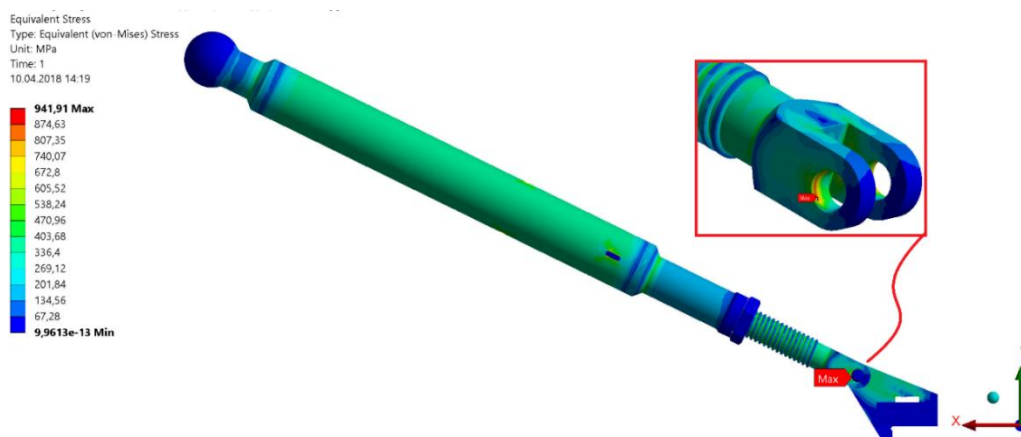


Рисунок 8 – Распределение полей напряжений по Мизесу, при расположении габаритно-массового изделия в начале грузового отсека

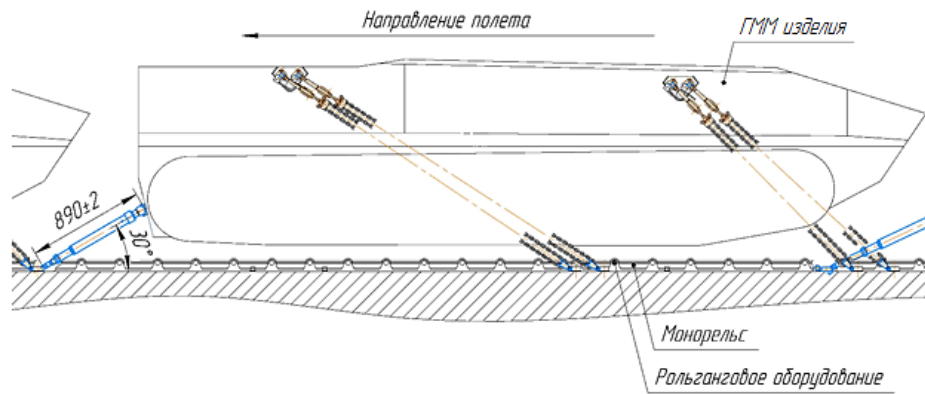


Рисунок 9 – Схема расположения габаритно-массового изделия в середине грузового отсека

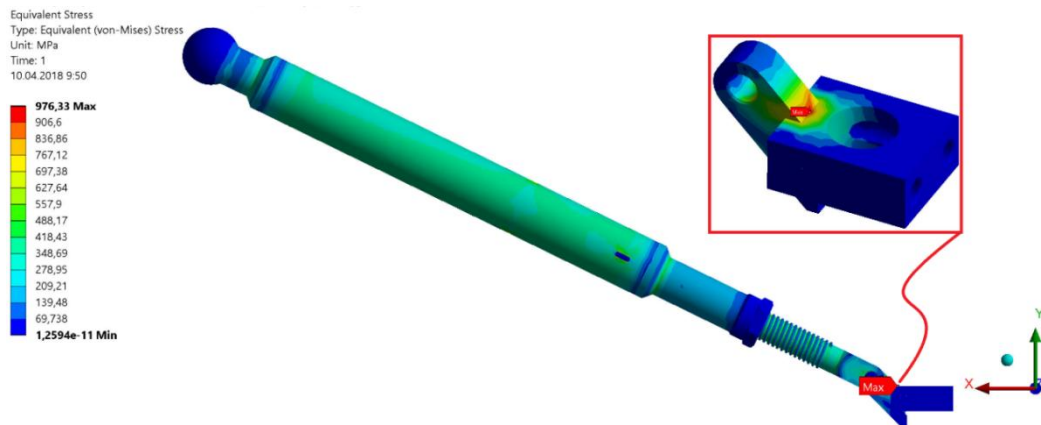


Рисунок 10 – Распределение полей напряжений по Мизесу, при расположении габаритно-массового изделия в середине грузового отсека

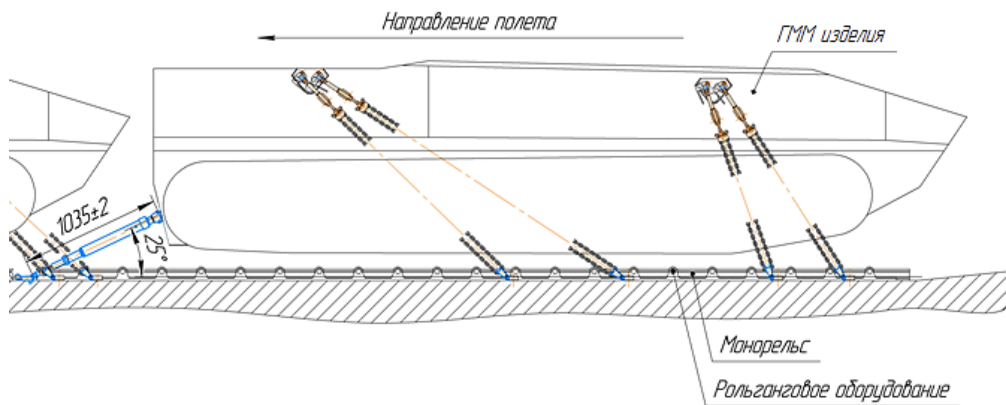


Рисунок 11 – Схема расположения габаритно-массового изделия в конце грузового отсека

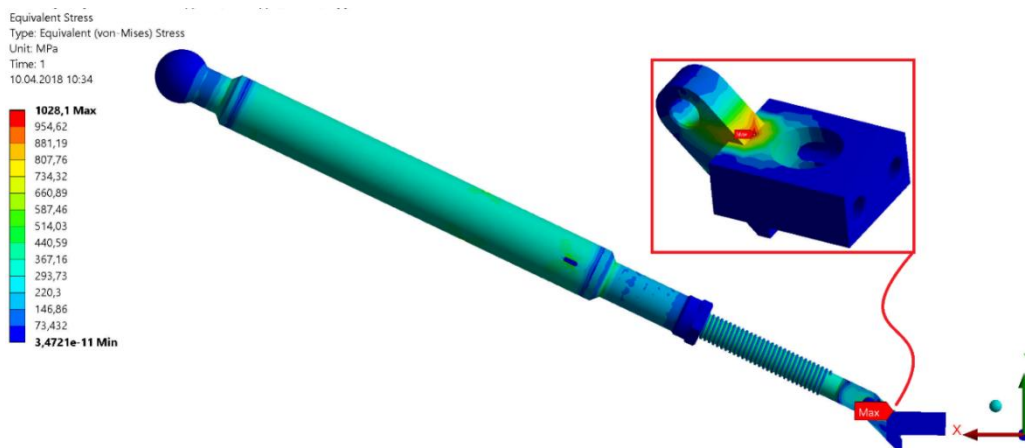


Рисунок 12 – Распределение полей напряжений по Мизесу, при расположении габаритно-массового изделия в конце грузового отсека

Для подтверждения работоспособности нового варианта конструкции крепления габаритно-массового груза были проведены статические испытания (рис. 13-14), которые подтвердили надежность работы новой конструкции.



а)



б)

Рисунок 13 – Испытания упорной тяги на случай расположения габаритно-массового транспортного средства в начале грузовой кабины



Рисунок 14 – Испытания упорной тяги на случай расположения габаритно-массового транспортного средства в конце грузовой кабины

Выводы по работе:

1) Прочность конструкции упора как элемента экстренной швартовки по результатам инженерного расчета и статических испытаний на расчетную (разрушающую) нагрузку удовлетворяет летным требованиям для транспортировки груза в грузовом отсеке летательного аппарата типа Ил-76МД.

2) Конструкция стойки в составе упорной тяги рекомендована к применению для удержания десантируемого габаритно-массового изделия во время транспортировки в грузовой кабине Ил-76МД.

### **Библиографический список**

1. Временные технические требования к технике и грузам, предназначенным для воздушной транспортировки их в самолете Ил-76 (ВТТ-2-76). М: 1974. 53с.
2. Зенкевич О.С. Метод конечных элементов в технике М.: Мир, 1975. 543 с.
3. Бруйка В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench. Часть 1: Учеб. Пособ. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010 – 271 с.
4. Басов К.А. ANSYS: справочник пользователя М.: ДМК Пресс, 2005. 640 с.