

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ТРАВЕРСЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР КОМПАС-3D

Скрипцов Д.Р., Козлов И.Ю., Шаповалов А.И.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Национального исследовательского технологического института «МИСИС»,
Старый Оскол*

Ключевые слова: универсальная траверса, пространственная H-образная регулируемая траверса, схемы строповки, запас прочности, грузоподъемный механизм, методика расчетов, транспортировка грузов.

Аннотация. В статье рассмотрен проект универсальной регулируемой траверсы. Приведены результаты расчетов конструктивных элементов траверсы, выполненные ручным методом, машинным методом с применением программного продукта APM FEM для КОМПАС-3D V23. Определены требования к материалам и запасу прочности конструктивных элементов траверсы. Прилагается описание конструктивных особенностей траверсы.

DESIGN OF UNIVERSAL CROSSBARS USING KOMPAS-3D CAD SYSTEM

Skryptsov D.R., Kozlov I.Yu., Shapovalov A.I.

*Stary Oskol Institute of Technology n.a. A.A. Ugarov (branch) of the
National Research Technological Institute "MISIS", Stary Oskol*

Keywords: universal traverse, spatial H-shaped adjustable traverse, slinging schemes, safety margin, lifting mechanism, calculation method, load transportation.

Abstract. The article considers the design of a universal adjustable traverse. The results of calculations of the structural elements of the traverse, performed manually, by machine using the APM FEM software product for KOMPAS-3D V23, are presented. The requirements for materials and the safety margin of the structural elements of the traverse are determined. A description of the design features of the traverse is attached.

В промышленности активно проходит процесс технической модернизации. Меняются требования к техническим характеристикам оборудования, условия эксплуатации и транспортировки. В данных условиях особенно остро стоит вопрос разработки универсальных приспособлений и оборудования, которые позволяют выполнять различные задачи.

В статье представлены результаты расчетов и выбора конструктивных элементов траверсы, схемы строповки грузов, карты напряжений и деформаций при различных видах нагружения траверсы, полученные в программном продукте APM FEM для КОМПАС-3D V23.

В качестве рабочего варианта выбрана пространственная H-образная регулируемая траверса. Габариты траверсы 6040(Д)х3040(Ш)х854(В) мм, масса траверсы 1545 кг. Все расчеты проводились для груза массой 18 т и габаритами 6200×2100×2200 мм. В контексте данной работы вышеуказанные параметры приняты в качестве максимально допустимых.

Расчеты выполнены в соответствии с методикой, предложенной в пособии «Примеры расчета такелажной оснастки» [1].

Конструкция данной траверсы предусматривает регулирование положения поперечных балок (рис. 1, а, б). Поперечные балки дополнительно оснащены подвижными проушинами. Положение проушин и поперечных балок фиксируется установкой шпилек (рис. 2) в отверстия центральной и поперечных балок. Предлагаемая конструкция траверсы позволит транспортировать грузы различных габаритов.

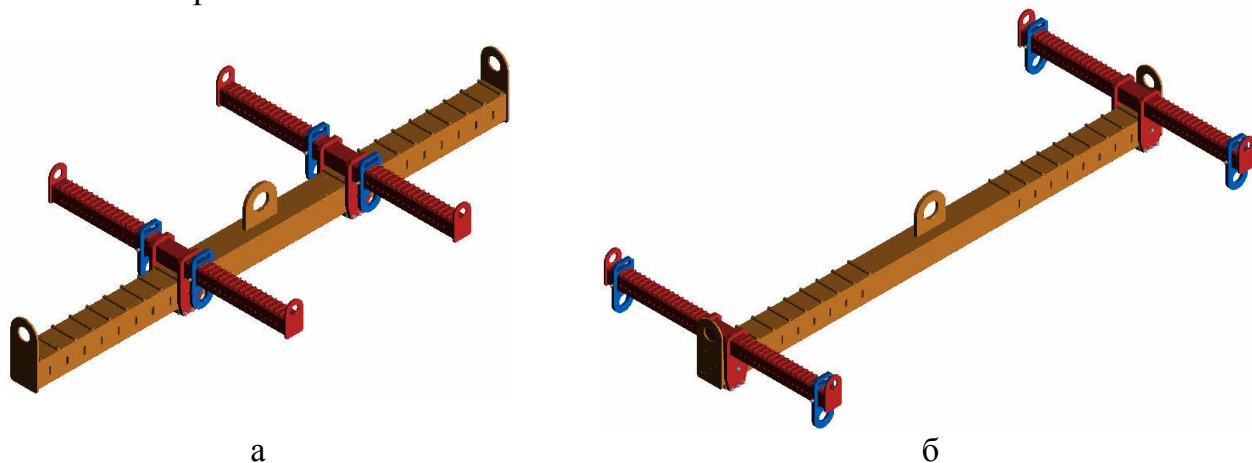


Рис. 1. Эскиз проектируемой траверсы

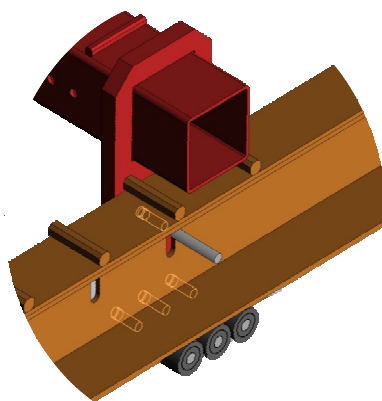


Рис. 2. Положение шпилек для закрепления поперечных балок (траверса показана в разрезе)

Дополнительную жесткость положения балок обеспечивают упоры квадратного сечения. Продольная балка усилена стальной полосой, приваренной со стороны шва трубы.

Конструкция траверсы предусматривает различные способы строповки грузов: одним стропом, двумя стропами, четырьмя стропами («паук»).

Расчеты проводятся для трех способов транспортировки траверсы, по результату расчетов выбираются балки максимального сечения. При расчете продольной и поперечных балок учтены условия работы балок (балки, работающие на изгиб, на сжатие). Угол строповки принят равным 90° .

Расчет продольной балки при транспортировке за центральную проушину ведется на изгиб, при строповке двумя стропами – на изгиб и сжатие, при строповке «пауком» на изгиб и сжатие. При расчете продольной балки принимаем нагрузку на концах балки равной $2/3$ массы, подъемную – $4/3$ массы. Длину балки из конструктивных соображений принимаем равной 6 м.

Расчет поперечной балки при транспортировке за центральную проушину ведется на изгиб, при строповке двумя стропами – на изгиб, при строповке «пауком» на изгиб и сжатие. При расчете поперечных балок принимаем нагрузку на концах балок равной $1/3$ массы груза, подъемную – $2/3$ массы. Длины балок из конструктивных соображений принимаем равной 3 м.

По результатам расчетов балок выбирается профиль [2].

Оптимальное значение коэффициента запаса элементов траверсы принято равным 1,4 [1]. После проведения расчетов приняты следующие габариты конструктивных элементов траверсы:

- балка продольная – труба квадратного сечения 300 мм с толщиной стенки 11 мм; Балки поперечные – труба квадратного сечения 180 мм с толщиной стенки 8 мм; Центральная балка усилена стальной пластиной 6000(Д)х300(Ш)х10(В) [3];
- проушина центральная на продольной балке – внутренний диаметр 200 мм, внешний диаметр 400 мм, толщина проушины – 40 мм;
- проушины на концах продольной балки – внутренний диаметр 100 мм, внешний диаметр 220, толщина проушин – 20 мм;
- проушины на концах поперечных балок – внутренний диаметр 150 мм, внешний диаметр 340 мм, толщина проушины 20 мм;
- проушины передвижные на поперечных балках – внутренний диаметр 130 мм, внешний диаметр 270 мм, толщина проушины 40 мм;
- шпильки М24-450 для фиксации положения поперечных балок [4]; Шпильки М20х340 для фиксации положения подвижных проушин на поперечных балках [4];
- упоры на поперечных балках: квадрат сечением 20 мм, длиной 300 мм [3]; Упоры на продольной балке: квадрат сечения 30 мм, длиной 156 мм [3];
- размеры плит для регулирования положения поперечных балок: 650(Д)х280(Ш)х40(В), отверстие для поперечной балки 181х181 мм [3];
- диаметры трубок 73 мм и 50 мм, длиной 300 мм [5].

Сварные швы выполняются ручной полуавтоматической сваркой с разделкой кромок и неполным проваром прикрепляемого элемента. Материал сварки – Э46А [3].

В качестве материала изготовления конструктивных элементов траверсы выбрана сталь 09Г2С [7]. В качестве материала шпильки принята сталь 10 [4].

По полученным данным построена расчетная 3D-модель. Расчет собственных колебаний автоматически выполнен программным обеспечением, но его результаты не учитываются при анализе характеристик конструкции, так как работа траверсы определяется статическими нагрузками. Для данной конструкции не выполняется расчет на устойчивость.

На рисунках 3-5 представлены карты деформаций, возникающих в конструктивных элементах траверсы при нагружении.

Величины напряжений, полученные программными расчетами, не выходят за пределы значений предела текучести материала. Коэффициент запаса прочности элементов траверсы в среднем равен 10. Важно отметить, что конструкция траверсы спроектирована так, чтобы крепежные элементы (шпильки, гайки и пр.) не воспринимали нагрузок.

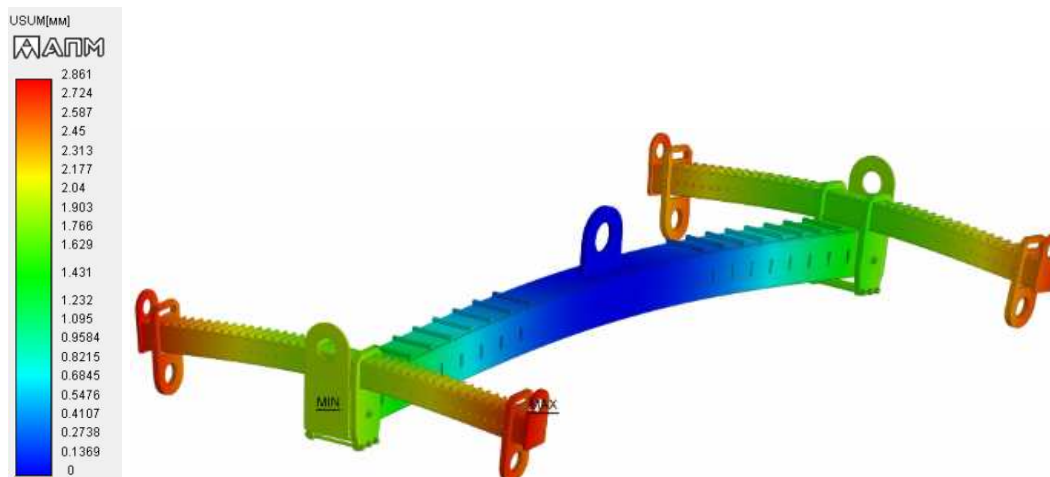


Рис. 3. Карта деформаций при закреплении одним стропом

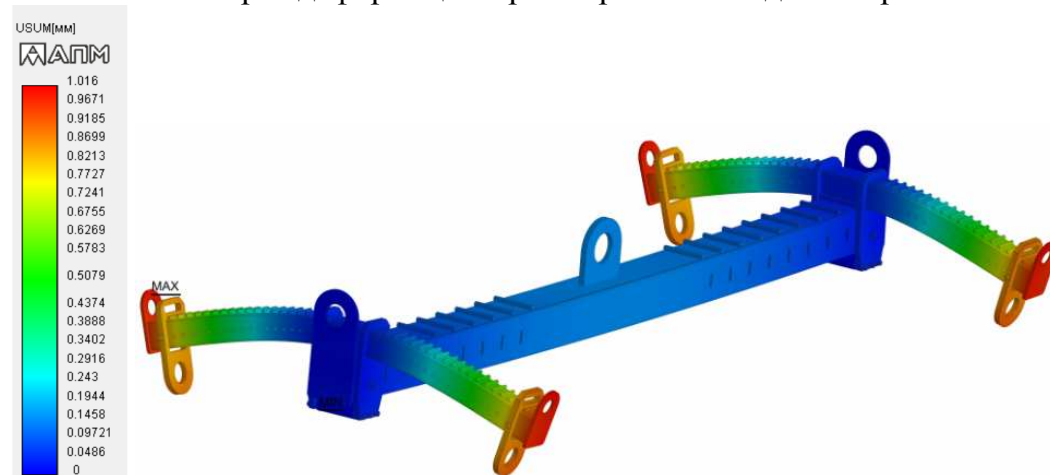


Рис. 4. Карта деформаций при закреплении двумя стропами

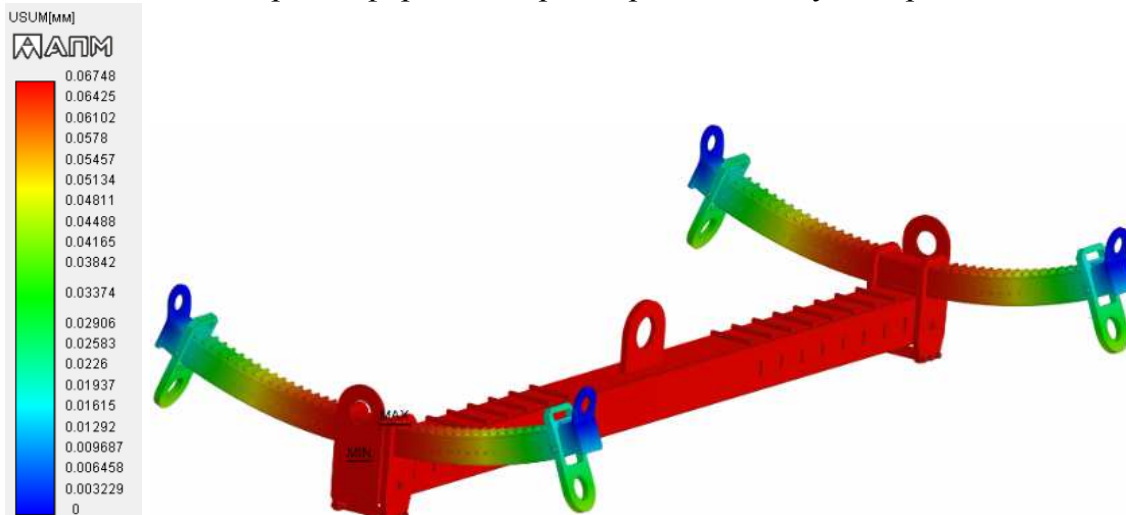


Рис. 5. Карта деформаций при закреплении четырьмя стропами

Максимальная величина суммарных деформаций траверсы равна 2,86 мм для закрепления одним стропом за центральную проушину на поперечной балке, что приемлемо, учитывая габариты траверсы.

Вывод: получен проект траверсы, универсальность которой позволяет проводить транспортировку грузов различных габаритов и массы. Реализация проекта позволит предприятиям отказаться от приобретения траверс различных типоразмеров, что приведет к снижению капитальных затрат, оптимизации складских запасов и повышению операционной гибкости грузоподъемных работ.

Список литературы

1. Матвеев В.В., Крупин Н.Ф. Примеры расчета такелажной оснастки: Учебное пособие. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Стройиздат, 1987. – 320 с.
2. ГОСТ 32931-2015 Трубы стальные профильные для металлоконструкций. Технические условия. Введ. 19.01.2016. – М.: Стандартиформ, 2016. – 81 с.
3. ГОСТ 82-70 Стальной листовой прокат. Сортамент. Введ. 01.01.2072. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 8 с.
4. ГОСТ 22042-76 Шпильки для деталей с гладкими отверстиями. Введ. 01.07.78. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 10 с.
5. ГОСТ 3056-98 Трубы бесшовные холоднодеформированные из углеродистых и легированных сталей со специальными свойствами. Введ. 15.12.99. – Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2000. – 11 с.
6. Барышев В.М., Новикова Ю.А. Пособие по расчету и конструированию сварных соединений стальных конструкций. – М.: Стройиздат, 1984. – 39с.
7. ГОСТ 19281-2014 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия. Введ. 01.01.2015. – М.: Стандартиформ, 2021. – 71 с.

Сведения об авторах:

Скрипцов Дмитрий Русланович – студент;

Козлов Игорь Юрьевич – студент;

Шаповалов Антон Иванович – к.т.н., доцент кафедры технологии и оборудования в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта.