

УДК 629.7.083

**РАСЧЕТ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ
ОПОРНОЙ РАМЫ ПАССАЖИРСКОГО
ТРАПА ТТС-4100*****В. О. Соколов***

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация
vetal9409@yandex.ru

Представлены результаты расчетов напряженно-деформированного состояния в модернизированной опорной раме пассажирского трапа ТТС 4100, предназначенного для посадки и высадки пассажиров из самолетов. Расчеты выполнены в системе автоматизированного проектирования APM WinMachine.

Ключевые слова: трап пассажирский, опорная рама, напряженно-деформированное состояние.

Введение. Самоходные и прицепные пассажирские трапы применяются для осуществления посадки и высадки пассажиров из самолетов. Трапы различных производителей отличаются высотой подъема и возможностью регулирования угла наклона лестницы, наличием защиты от погодных условий и другими параметрами. Конструкция и особенности эксплуатации различных трапов представлены в [1–4]. Широко эксплуатировавшийся ранее трап ТПС-22 был смонтирован на базе автомобиля УАЗ-452Д и имел постоянный угол наклона лестницы около 43°, что не позволяло производить комфортную посадку пассажиров ввиду изменения осадки самолета в процессе погрузки — выгрузки. В настоящее время разработана модификация трапа, предназначенная для установки на шасси автомобилей ГАЗ-3302 и ГАЗ-А21R22. С целью улучшения условий посадки в новой версии трапа была изменена конструкция опорной рамы, которая стала раздвижной, что дает возможность изменять угол наклона лестницы в пределах, необходимых для компенсации осадки самолета.

В настоящей статье приведен прочностной расчет опорной рамы трапа, выполненный с помощью системы автоматизированного проектирования *APM WinMachine*.

Расчет нагрузки, действующей на опорную раму. На рис. 1 представлен общий вид пассажирского трапа ТТС-4100 на шасси автомобиля ГАЗ-3302.

UDC 629.7.083

**CALCULATION OF THE UPGRADED
SUPPORT FRAME OF TTS 4100 PAS-
SENGER STEPS*****V. O. Sokolov***

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation
vetal9409@yandex.ru

The article presents the results of calculations of the stress-strain state in an upgraded support frame to TTS 4100 passenger steps, intended for the embarkation and disembarkation of passengers from aircraft. The calculations are performed in the computer-aided design system APM WinMachine.

Keywords: passenger steps, support frame, stress-strain state.

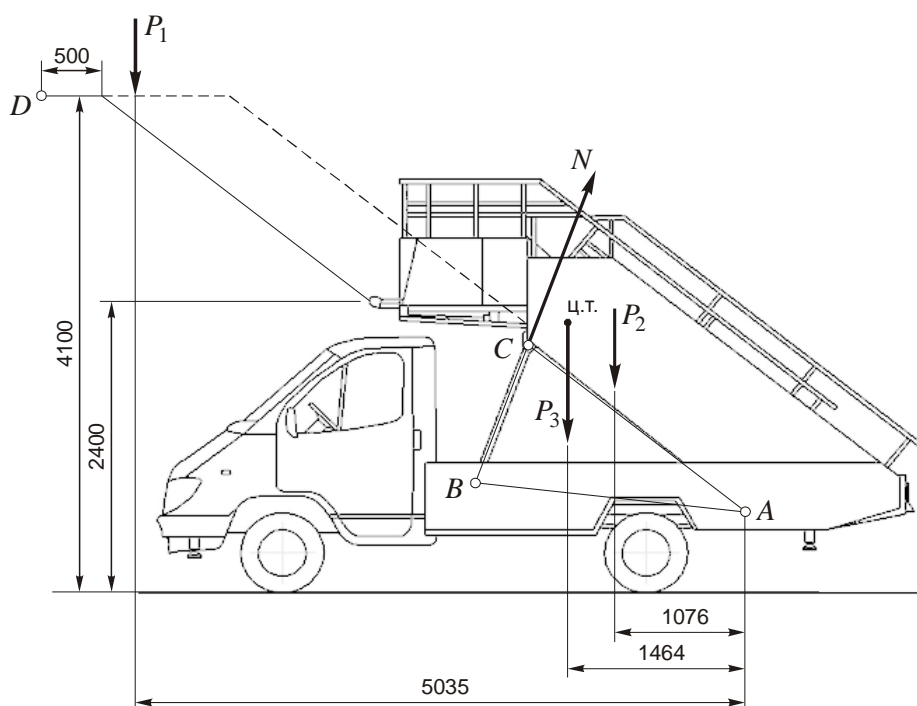


Рис. 1. Общий вид пассажирского трапа и силы, определяющие реакцию опорной рамы

Как и в предшествующих моделях, трап имеет телескопическую раздвижную лестницу, позволяющую производить посадку и высадку пассажиров в дверной люк самолета, расположенный на высоте до 4,1 м. Для плотной стыковки с фюзеляжем в верхней части трапа смонтированы две параллельно расположенные выдвигаемые площадки с ходом в 0,5 м, на конце которых имеются демпферы, предохраняющие обшивку воздушного судна от повреждений.

В отличие от более ранних исполнений опорная рама BC модернизирована. Ее новый вариант состоит из двух частей — нижней и верхней, что позволяет с помощью гидроцилиндров раздвигать эти части, регулируя расстояние между шарнирами B и C в пределах хода штоков гидроцилиндров (200 мм), и таким образом отслеживать изменение осадки фюзеляжа в процессе загрузки.

При определении силы N , сжимающей опорную раму, необходимо учесть силы, приложенные к поворотной части трапа. Таковыми являются:

- сила P_1 , равная весу людей на верхней площадке при ее максимальном заполнении;
- сила P_2 , равная весу людей, стоящих по длине лестницы, также при максимальном заполнении;
- сила P_3 , равная весу поворотной части трапа и приложенная к ее центру тяжести (ц.т.).

Силы P_1 и P_2 указаны в руководстве по эксплуатации трапа и составляют по 7500 Н. Сила P_3 равна 12000 Н.

Уравнение равновесия поворотной части трапа, записанное в форме равенства нулю суммы моментов сил относительно оси поворота A , имеет вид

$$P_1L_1 + P_2L_2 + P_3L_3 - N \cdot AC \sin \alpha = 0,$$

где L_k — плечи соответствующих сил, указанных на рис. 1; расстояние AC до точки приложения реакции N равно 2260 мм; угол α наклона силы N к отрезку AC составляет 80° .

При заданных значениях входящих параметров сила $N = 28490$ Н.

Расчет напряжений и перемещений в опорной раме. Опорная рама состоит из верхней и нижней частей, которые представляют собой плоские сварные конструкции, выполненные из труб прямоугольного сечения $80 \times 56 \times 4$ (ГОСТ 12336-66). Высота BC рамы регулируется с помощью двух установленных вдоль боковых сторон гидроцилиндров, сдвигающих верхнюю часть относительно нижней.

При расчете напряженно-деформированного состояния в частях опорной рамы средствами системы автоматизированного проектирования *APM WinMachine* сжимающая сила N была распределена поровну между обоими гидроцилиндрами. Результаты расчетов эквивалентных напряжений по энергетическому критерию Хубера — Мизеса [5, с. 99] представлены на рис. 2 и 3.

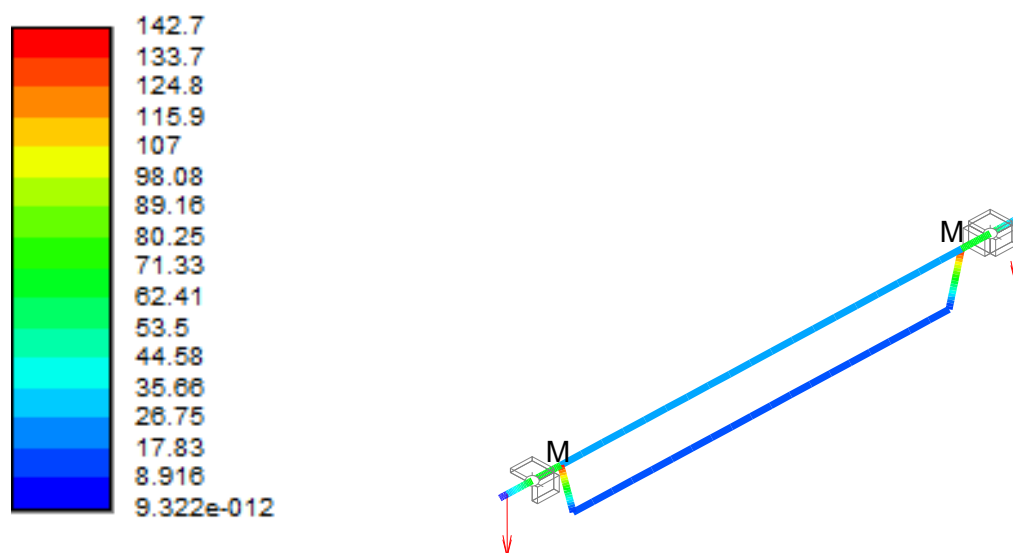


Рис. 2. Эквивалентные напряжения в верхней части опорной рамы

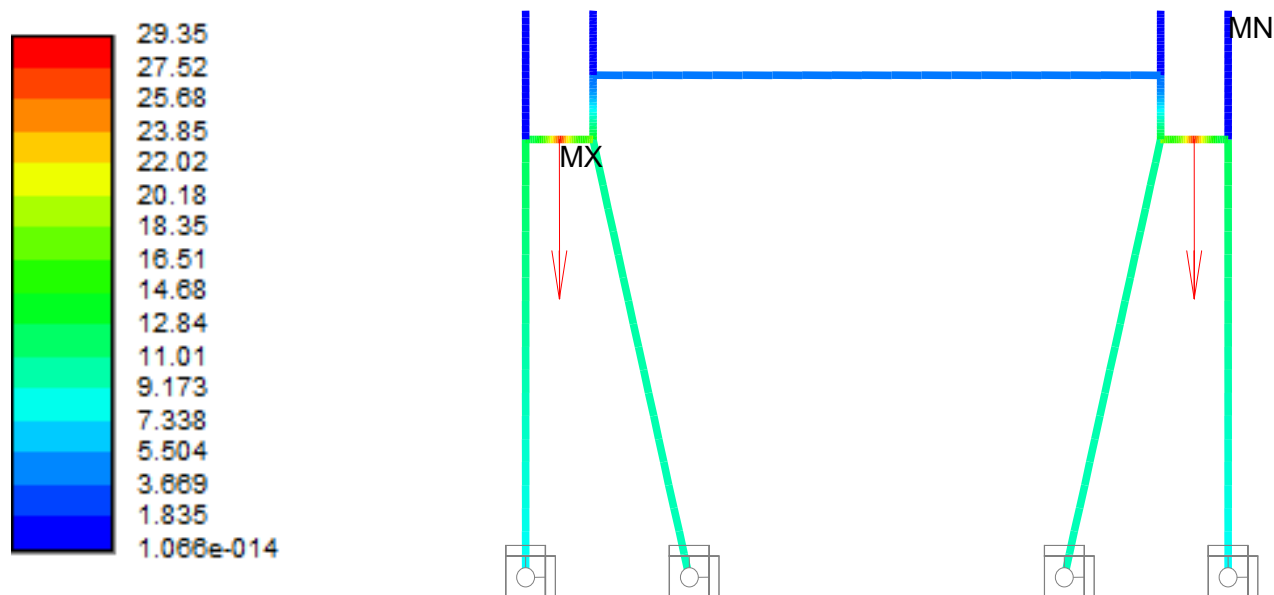


Рис. 3. Эквивалентные напряжения в нижней части опорной рамы
(нагрузка действует вдоль осей штоков гидроцилиндров)

Сравнение карт напряжений на приведенных рисунках показывает, что интенсивность напряженного состояния в опасных областях верхней части рамы почти в пять раз выше, чем для нижней части (142,7 против 29,35 МПа). Таким образом, имеется значительный резерв для дальнейшей проработки конструкции нижней части рамы в направлении уменьшения ее веса. Однако использовать этот резерв следует осмотрительно, поскольку уменьшение поперечных сечений стержневых элементов неизбежно уменьшит жесткость рамы в целом, а также снизит запас устойчивости стержней, работающих на сжатие.

Заключение. В результате произведенных расчетов было определено напряженно-деформированное состояние в элементах опорной рамы трапа, что позволило оценить прочность и жесткость предлагаемой конструкции. При этом значения коэффициента запаса прочности по пределу текучести материала составили: для верхней части рамы $S = 1,65$; для нижней — $S = 8,01$. Полученные значения вполне соответствуют условиям безопасной эксплуатации трапа.

Библиографический список

1. Авиационная наземная техника: справочник / В. Е. Канарчук [и др.]; под ред. В. Е. Канарчука. — Москва : Транспорт, 1989. — 278 с.
2. Самоходные пассажирские трапы СПТ-114, СПТ-154 / ГК «УПК-2000». — Режим доступа: <http://www.avia-zone.ru/spt2.html> (дата обращения 12.03.16).
3. Пассажирский трап ABL-580 / forkliftmag.ru. — Режим доступа: <http://www.forkliftmag.ru/forklifter/airport-technique/abl580.htm> (дата обращения 17.04.16).
4. Самоходный пассажирский трап TG-1841 / А-СпецТехникс. — Режим доступа: <http://www.aspectech.ru/tg1841.php> TG-1841 (дата обращения 06.05.16).
5. Шелофаст, В. В. Основы проектирования машин / В. В. Шелофаст. — Москва : АПИМ, 2004. — 472 с.