

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА КРУПНОГАБАРИТНЫХ НЕСУЩИХ РАМ

Лазарева Д.В.
Дурнопьянов И.И.

Одесский национальный политехнический университет
dv17@ukr.net

Во многих отраслях промышленности в качестве несущих конструкций технических объектов применяются крупногабаритные рамы. В автомобильной технике такие рамы составляют основу разнообразных прицепов и полуприцепов.

Целью выполненной работы являлось определение остаточного ресурса наиболее нагруженных узлов рамы полуприцепа-платформы, выполненное на основе анализа результатов численных и натуральных исследований ее напряженно-деформированного состояния.

В предыдущих работах [1, 2] нами предложены уточненные конечно-элементные модели крупногабаритных рам и новые математические модели на основе численно-аналитического метода граничных элементов [3]. Выполнены многочисленные компьютерные исследования, подтверждающие адекватность этих моделей, а также ряд натуральных испытаний. Это позволило разработать методику оценки остаточного ресурса несущих рам.

Выполнено моделирование и расчет рамы полуприцепа-платформы, предназначенного для перевозки контейнеров по территории порта. Конструкция была рассчитана методом конечных элементов в ANSYS [4] и численно-аналитическим методом граничных элементов [3] в MATLAB. Затем на территории контейнерной площадки торгового порта (г. Ильичевск) проведен натуральный эксперимент, в ходе которого исследовались три наиболее нагруженных узла (рис. 1), выявленных в результате численных расчетов. Таковыми оказались стенка поперечины в месте примыкания к лонжерону (далее точка 1); нижняя полка лонжерона, где возникают максимальные напряжения (точка 2); стенка лонжерона в месте крепления задней подвески (точка 3).

Замеры деформаций производились для характерного цикла работы рамы: холостой ход, погрузка контейнера, транспортировка и снятие контейнера. Вес контейнера составил 21 т. В результате проведения натурального эксперимента данные, полученные с первичных преобразователей, были записаны с помощью программы PowerGraph 3.3 на ПЭВМ.

Напряжения, полученные для точек 1 - 3 двумя методами (МКЭ и МГЭ) и экспериментально, представлены в виде таблиц и графиков.

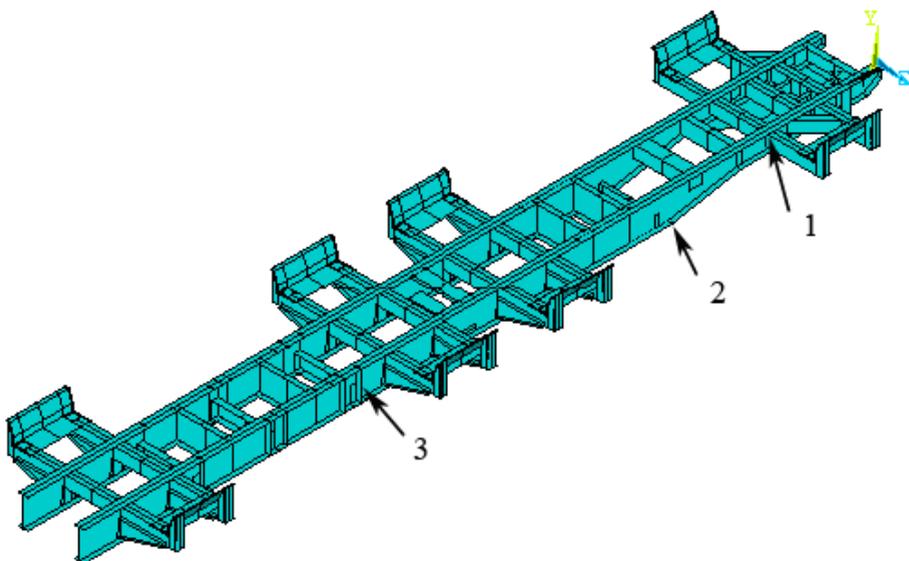


Рис. 1. Исследуемые узлы рамы полуприцепа-платформы

Тензометрические испытания проводились при нагрузке 21 т, а максимальная заявленная нагрузка на полуприцеп равняется 60 т, поэтому выполнена экстраполяция на напряжения, которые возникают при полном цикле работы полуприцепа под действием заявленной нагрузки. Схематизация изменения напряжений выполнена по методу «дождя» [5]. Результаты схематизации сведены в таблицы и представлены графически.

Приведение асимметричных циклов напряжений к эквивалентным симметричным осуществляется по формуле

$$\sigma_{np} = \begin{cases} \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m; & \sigma_m > 0; \\ \sigma_{aj}; & \sigma_m \leq 0, \end{cases}$$

где σ_{np} — амплитуда приведенного симметричного цикла напряжений;

σ_a — амплитуда асимметричного цикла; σ_m — среднее значение напряжений цикла; ψ_σ — коэффициент чувствительности стали к асимметрии цикла.

Расчетное сопротивление усталости составило $29,84 \text{ МПа}$.

Значение напряжений в точке 1 оказалось меньше базового предела выносливости, вследствие чего от их действия не происходит накопления повреждений. Таким образом, ресурс в этой точке неограниченный.

Ресурс прицепа для второй точки до образования трещины для заданного цикла напряжений составил 13 лет.

Ресурс точки 3 составил 44, 6 года.

Выводы.

Таким образом, ресурс полуприцепа-платформы ограничивается ресурсом в точке 2 и составляет 13 лет.

1. Лазарева Д.В. Исследование возможности оптимизации несущей рамы полуприцепа / Д.В. Лазарева, А.М. Лимаренко, М.А. Стариков // Праці Одеського політехнічного університету. — 2012. — Вип. 1(38). — С.88 – 91.

2. Лазарева Д.В. Моделирование и численный анализ рамы полуприцепа повышенной грузоподъемности / Д.В. Лазарева, И.И. Дурнопьянов, М.А. Стариков // Вісник Хмельницького національного університету. — 2013. — № 1. — С.47 – 50.

3. Дашенко А.Ф. Численно-аналитический метод граничных элементов / А.Ф. Дашенко, Л.В. Коломиец, В.Ф. Оробей, Н.Г. Сурьянинов. — Одесса, ВМВ, 2010. — В 2-х томах.— Т.1.— 416 с.— Т.2.— 512 с.

4. Дашенко А.Ф. ANSYS в задачах инженерной механики / А.Ф. Дашенко, Д.В. Лазарева, Н.Г. Сурьянинов / Изд. 2-е, перераб. и доп. Под ред. Н. Г. Сурьянинова. — Одесса. — Пальмира, 2011. — 505 с.

5. РД 26.260.004–91. «Руководящий документ. Методические указания. Прогнозирование остаточного ресурса оборудования по изменению параметров его технического состояния при эксплуатации».

FORECASTING THE RESIDUAL RESOURCE LARGE SUPPORTING FRAMES

Based on the results of computer investigations carried out by finite element method and boundary element method, and field tests to determine the remaining life of the frame semi-platform.