

ПРОЧНОСТНЫЕ И РЕСУРСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУЗОВОГО МАНИПУЛЯТОРА ШАГАЮЩЕЙ МАШИНЫ «ВОСЬМИНОГ»

д.т.н. В.М. Герасун, инж. А.Л. Конюшков, г. Волгоград, Россия

Work is devoted to definition of analytical interrelation between durability and resource characteristics of details of designs of loading manipulators. It became possible as a result of carrying out theoretical and experimental researches which result was creation of settlement base of the process description of damaging pressures's accumulation.

Современные погрузочные манипуляторы представляют собой сложные гидро-механические системы. Высокие технико-экономические показатели этих систем можно получить только при определенном сочетании прочностных и ресурсных характеристик изделия. Разработка образцов погрузочных манипуляторов связана с определением целого ряда прочностных характеристик. Расчетная база ресурса предполагает наличие данных о накоплении повреждающих напряжений, которые для сложных технических систем получают при проведении тензометрических исследований металлоконструкций изделия. В результате аналитического анализа было смоделировано нагружающее воздействие на стрелу погрузочного манипулятора в соответствии с реальными условиями эксплуатации изделия. Это позволило получить теоретическую модель расчетной базы ресурса для гидрофицированных погрузочных манипуляторов через статические напряжения и коэффициенты динамичности, которые были определены в процессе проведения экспериментальных исследований.

Для оценки усталостной прочности используют понятие коэффициента запаса долговечности n_d , который показывает, на сколько долговечность узла N_i , больше времени действия блоков нагружения с повреждающими напряжениями $N_{сум}$.

$$n_d = \frac{N_i}{N_{сум}} = \frac{a \cdot N_0 \cdot \sigma_{-1k}^m}{N_{сум} \cdot \sum \sigma_{a_i}^m \cdot t_i}, \quad (1)$$

где m , N_0 — ресурсные параметры узла при симметричном нагружении; σ_{a_i} — амплитуда нагружающего воздействия, приведенная к симметричному циклу; t_i — частота распределения σ_{a_i} в блоке нагружающего воздействия; a — коэффициент характеризующий процесс накопления усталостных повреждений.

Для сварных конструкций установлено, что накопление повреждений практически подчиняется линейному закону, то есть $a = 1$.

Проведенные стендовые и экспериментальные исследования погрузочных манипуляторов с шарнирно-сочлененными звеньями стрелы позволили получить зависимость, которая отражает связь между статическими σ_{cm} и нагружающими напряжениями

$$\sum \sigma_{ai}^m \cdot t_i = A \cdot \sigma_{cm}^m, \quad (2)$$

где A — коэффициент пропорциональности.

Оценка запаса прочности для металлоконструкций грузоподъемных машин определяется по пределу текучести σ_T

$$n_T = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\max}} = \frac{\sigma_T}{\sigma_{cm} \cdot K_d}, \quad (3)$$

где σ_{\max} — наибольшее значение действующего напряжения;

K_d — наибольшее значение коэффициента динамичности.

Учитывая, что для конструкционных сталей $\sigma_T = 0,7 \sigma_{\sigma}$, $\sigma_{-1} = 0,45 \sigma_{\sigma}$, а $\sigma_{-1} / \sigma_{-1K} = K_{\sigma}$, где K_{σ} — эффективный коэффициент концентрации напряжений из формулы (3) получаем выражение для σ_{-1K}

$$\sigma_{-1K} = \frac{0,64 \cdot \sigma_{cm} \cdot K_d \cdot n_T}{K_{\sigma}} \quad (4)$$

Подставляя в формулу (1) выражения (2), (4) получим зависимость между коэффициентами запаса прочности и ресурса

$$n_d = n_T^m \cdot \frac{N_0}{N_{сум} \cdot A} \cdot \left(\frac{0,64 \cdot K_d}{K_{\sigma}} \right)^m \quad (5)$$

Связь между параметром m и K_{σ} для базы испытаний $N_0 = 2 \cdot 10^6$ циклов описывается выражением

$$m K_{\sigma} \approx 12 \quad (6)$$

Имеющиеся сведения по испытаниям различных металлоконструкций дают возможность определить ресурсные параметры (m , N_0), необходимые для расчетов.

Предлагаемая методика позволяет определить ресурс изделия и установить его взаимосвязь с прочностными характеристиками изделия на ранних стадиях проектирования.