

выражения $C = 1 - r_1^2 / r_2^2$ для этого необходимо увеличить радиус r_2 , используя зависимость $r_2 = r_1 / \sqrt{1 - C}$.

В случае бесконечно большого радиуса r_2 угол $[\varphi]$ равен половине допускаемого угла сдвига:

$$[\varphi] = \frac{[\tau]}{2G} = [\gamma] / 2.$$

УДК 621.873./875

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ КРАНОВ

В.М. Ходьков, П.Г. Мясоедов

В реальных условиях эксплуатации машин действующие нагрузки и число циклов нагрузок являются переменными, а процесс работы – прерывистым. Такой режим нагружения называют неустановившимся. Детали машин, автомобилей, грузоподъемных кранов, двигателей внутреннего сгорания, сельскохозяйственных машин, металлорежущих станков работают в условиях неустановившихся режимов нагружения. Переменные нагрузки вызывают усталостные разрушения деталей. Необходимо отметить, что международный стандарт для оценки усталостного ресурса металлоконструкций кранов ИСО 4301/1 разработан в США и странах западной Европы. Республика Беларусь перешла на этот стандарт только в 2005 году. В организации, эксплуатирующие краны, и в учебные заведения, в том числе и высшие, разосланы таблицы и данные для определения коэффициента распределения нагрузки. В данной работе рассматриваются аналитические зависимости для нормирования усталостной прочности металлоконструкций грузоподъемных кранов.

По результатам испытаний деталей машин строят кривые выносливости в координатах $\sigma - N$ (рис. 1). Где σ – переменные напряжения, N – число циклов действия напряжения σ , при котором происходит усталостное разрушение деталей.

Учет влияния режима базируется на следующих предпосылках. Пусть

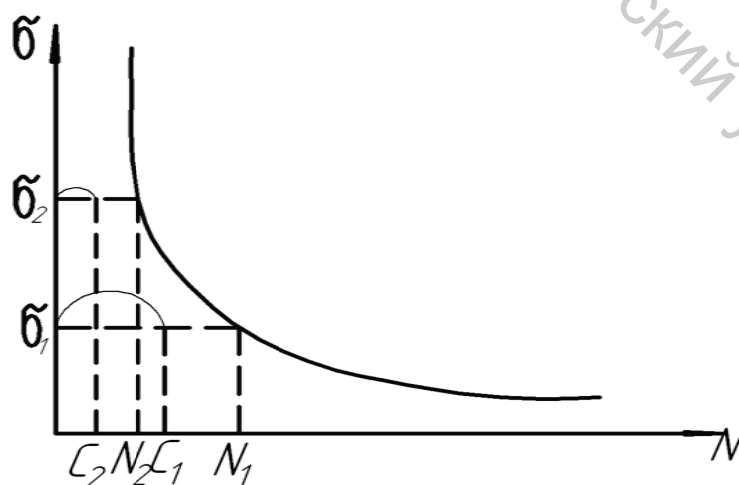


Рисунок 1 - Кривая выносливости нагрузки P_1, P_2, \dots, P_i или напряжения $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_i$ действуют при соответствующих циклах нагружения C_1, C_2, \dots, C_i .

Под цикловым отношением понимают отношение фактического числа циклов C_i действия некоторого напряжения σ_i к числу циклов N_i действия того же напряжения, при котором образец разрушается, то есть к циклической долговечности.

Согласно гипотезе о суммировании усталостных повреждений, предложенной Д.Н. Решетовым, действие каждой группы нагрузок не зависит от порядка их чередования и одинаковые цикловые отношения различных по величине нагрузок вызывают одинаковую степень усталостного повреждения.

В предположении линейного накопления усталостных повреждений записываем

$$\frac{C_1}{N_1} + \frac{C_2}{N_2} + \dots + \frac{C_{\max}}{N_{\max}} = 1, \quad (1)$$

где C_{\max} – число циклов работы крана с нагрузкой равной грузоподъёмности, N_{\max} – число циклов работы крана с нагрузкой, равной грузоподъёмности, при котором исчерпан ресурс усталостной прочности.

При принятых обозначениях уравнение кривой выносливости имеет вид

$$\sigma_1^m \cdot N_1 = \sigma_2^m \cdot N_2 = \sigma_{\max}^m \cdot N_{\max} = \text{const}, \quad (2)$$

где m – показатель степени кривой выносливости, для металлоконструкции крана принят показатель $m=3$.

Числители и знаменатели уравнения (1) умножим соответственно на $\sigma_1^m, \sigma_2^m, \dots, \sigma_i^m$

$$\frac{C_1 \cdot \sigma_1^m}{N_1 \cdot \sigma_1^m} + \frac{C_2 \cdot \sigma_2^m}{N_2 \cdot \sigma_2^m} + \dots + \frac{C_4 \cdot \sigma_4^m}{N_4 \cdot \sigma_4^m} + \frac{C_{\max} \cdot \sigma_{\max}^m}{N_{\max} \cdot \sigma_{\max}^m} = 1.$$

Отсюда следуют уравнения

$$C_1 \cdot \sigma_1^m + C_2 \cdot \sigma_2^m + \dots + C_{\max} \cdot \sigma_{\max}^m = N_{\max} \cdot \sigma_{\max}^m, \quad (3)$$

$$C_1 \left(\frac{\sigma_1}{\sigma_{\max}} \right)^m + C_2 \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_{\max}} \right)^m + \dots + C_{\max} \left(\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\max}} \right)^m = N_{\max} \cdot \left(\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\max}} \right)^m. \quad (4)$$

Обе части уравнения (4) разделим на C_T :

$$\frac{C_1}{C_T} \left(\frac{\sigma_1}{\sigma_{\max}} \right)^m + \frac{C_2}{C_T} \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_{\max}} \right)^m + \dots + \frac{C_{\max}}{C_T} \left(\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\max}} \right)^m = \frac{N_{\max}}{C_T} \left(\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\max}} \right)^m, \quad (5)$$

где C_T – суммарное число рабочих циклов со всеми грузами.

Так как напряжения пропорциональны массам грузов, можно записать

$$\frac{C_1}{C_T} \left(\frac{P_1}{P_{\max}} \right)^m + \frac{C_2}{C_T} \left(\frac{P_2}{P_{\max}} \right)^m + \dots + \frac{C_{\max}}{C_T} \left(\frac{P_{\max}}{P_{\max}} \right)^m = \frac{N_{\max}}{C_T} \left(\frac{P_{\max}}{P_{\max}} \right)^m. \quad (6)$$

Левую часть равенства (6) обозначают через K_p и называют коэффициентом распределения нагрузки.

Выполним преобразования:

$$K_p \cdot P_{\max}^m \cdot C_T = N_{\max} \cdot P_{\max}^m, \quad (7)$$

$$K_p \cdot C_T = N_{\max}. \quad (8)$$

Произведение ($K_p \cdot C_T$) называют условно нормативным модулем. Нормативный модуль равен числу циклов работы с грузом, равным грузоподъёмности, до усталостного разрушения. В настоящее время на кранах устанавливают регистратор параметров работы крана. После работы в течение года, двух, трех, пяти или десяти лет можно в любой момент времени определить фактический модуль.

Фактический модуль сравнивают с нормативным. Если фактический модуль меньше нормативного, кран можно эксплуатировать, при наличии повреждений можно ремонтировать металлоконструкцию. Если фактический модуль больше нормативного, ресурс усталостной прочности исчерпан, металлоконструкция не подлежит ремонту, кран подлежит списанию.

Список использованных источников

1. Решетов Д.Н. Детали машин. –М.: Машиностроение, 1989.

УДК 666.263.1: 543.422

**ОПИСАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ АБСОРБЦИОННЫХ
ПЕРЕХОДОВ ИОНА Eu^{3+} В ФОСФАТНОМ СТЕКЛЕ**

И.С. Абрамович, Е.Б. Дунина

Последнее время большое внимание уделяется синтезу и исследованию материалов для различных оптических устройств таких как: твердотельные лазеры, усилители в оптоволоконных линиях, фосфоры для преобразования инфракрасного излучения в видимый диапазон. Фосфатные стекла, активированные ионами Eu^{3+} , имеют высокую вероятность стимулированного излучения, слабую апконверсионную люминесценцию и низкую вероятность переноса энергии. Эти свойства делают фосфатные стекла перспективными материалами для создания оптических устройств.

Диапазоны генерации и люминесценции определяются спектроскопическими характеристиками стекла. Расчет спектров многоэлектронных атомов и ионов является весьма сложной задачей. Интенсивность спектральных линий зависит от вероятности излучательного спонтанного перехода между уровнями J и J' [1]

$$A_{JJ'} = \frac{8\pi^2 e^2 n^2 \sigma^2}{mc} f_{JJ'} \quad (1)$$

где e – заряд электрона, n – показатель преломления среды, $\sigma = 1/\lambda$ – волновое число, m – масса электрона, c – скорость света, $f_{JJ'}$ – безразмерная величина, называемая силой осциллятора. Она определяется через силу линии перехода $S_{JJ'}$:

$$f_{JJ'} = \frac{8\pi^2 mc \chi \sigma}{3(2J+1)h e^2} S_{JJ'} \quad (2)$$

Здесь $\chi = (n^2 + 2)^2 / 9n$ – поправка на локальное поле, h – постоянная

Планка, $(2J+1)$ – степень вырождения начального уровня.

Сила линии межмультиплетных электрических дипольных переходов прямо пропорциональна площади под кривой полосы поглощения и экспериментально легко измеряется. Для теоретической оценки силы линии обычно применяют формулу Джадда-Офельта [2]

$$S_{JJ'} = e^2 \sum_{k=2,4,6} \Omega_k \left| \langle \gamma J \| U^k \| \gamma' J' \rangle \right|^2, \quad (3)$$

где $\Omega_2, \Omega_4, \Omega_6$ – три варьируемых параметра, $\langle \gamma J \| U^k \| \gamma' J' \rangle$ – приведенные матричные элементы неприводимых тензорных операторов ранга k .