

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

© В. А. Миронов, В. С. Зевако

Дніпропетровський державний університет, Фізико-технічний інститут

Представлено алгоритм розрахунку температурних деформацій у багатоеlementних конструкціях. Задаючи розмірний ланцюг і матеріали для виготовлення вузла, можна забезпечити функціональну зміну заключної ланки у робочому інтервалі температур.

При проектировании и эксплуатации конструкций, работающих в широком диапазоне температур, существует необходимость учета температурных деформаций при задании размеров и выборе материалов для деталей. В противном случае это может привести к возникновению аварийных ситуаций.

Существуют методы, которые позволяют проводить расчет температурных деформаций в деталях и обеспечивать работоспособность узлов в рабочем интервале температур. Следует отметить, что этот процесс очень сложный и трудоемкий.

Данная работа направлена на то, чтобы сделать такой расчет менее трудоемким и более комфортным для инженера при минимальных затратах времени. В основу решения был положен метод состояний, основанный на взаимной компенсации расширения элементов конструкции.

Пусть для размерной цепи конструкции, включающей размеры n деталей с длинами соответственно $L_i(T)$ и $L_k(T)$, изготовленных из разнородных материалов с коэффициентами температурного расширения $\alpha_i(T)$, $\alpha_k(T)$ в интервале температур $[T_n, T_k]$, необходимо при n значениях T_j выполнить условие

$$\sum_{i=1}^m L_i(T_j) - \sum_{k=1}^p L_k(T_j) = L_h(T_j), \quad (1)$$

$$j = 0, 1, \dots, n-1, \quad m + p = n,$$

где m , p — соответственно количество увеличивающих и уменьшающих звеньев в размерной цепи конструкции, $L_h(T_j)$ — функциональный параметр (размер) конструкции.

Принимая $dL_i(T) = L_i(T)\alpha_i(T)dT$ для i -й детали, можно получить общее решение для интервала $[T_n; T_j]$:

$$L_i(T_j) = L_i(T_n) \exp \left(\int_{T_n}^{T_j} \alpha_i(T) dT \right).$$

Задавая в рабочем диапазоне температур $[T_n; T_k]$ n значений T_j , при которых для выполнения условия (1) с граничными условиями $L_i(T_n) = L_{i0}$, получаем систему из n уравнений состояния в виде

$$\sum_{i=1}^m \chi_i^{T_j} L_{i0} - \sum_{k=1}^p \chi_k^{T_j} L_{k0} = L_h(T_j), \quad (2)$$

где $\chi_i^{T_j}$, $\chi_k^{T_j}$ представляют собой невырожденную, квадратную матрицу K n -го порядка с членами вида

$$\chi^{T_j} = \exp \left(\int_{T_n}^{T_j} \alpha(T) dT \right).$$

Решение системы уравнений состояний (2) и будет набором длин L_{i0} , L_{k0} которые удовлетворяют условию (1).

Программа была написана на языке программирования Visual Basic. Для работы предлагаемой программы необходимо: задать размерную цепь узла; ввести количество увеличивающих и уменьшающих звеньев; задать функцию изменения замыкающего звена; выбрать конструкционные материалы; ввести рабочий диапазон температур. После ввода всех необходимых данных программой проводится расчет показателей относительной температурной деформации. Затем формируется система линейных уравнений в количестве равном количеству звеньев размерной цепи согласно методу состояний.

Решением системы уравнений будет набор длин звеньев размерной цепи, которые обеспечивают работоспособность узла в заданном диапазоне температур. Система решается методом Гаусса.

Для иллюстрации программы рассмотрен пример трех вариантов конструкции работающей в рабочем интервале температур $T = 50 \dots 300$ К, замыкающее звено, которое необходимо обеспечить, находится в

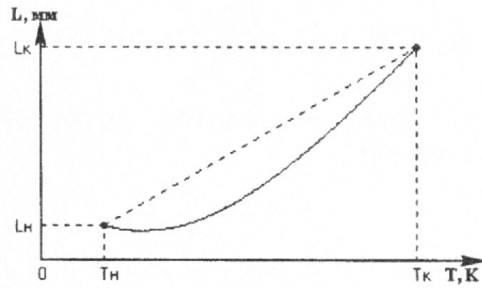


Рис. 1. Двухэлементная конструкция

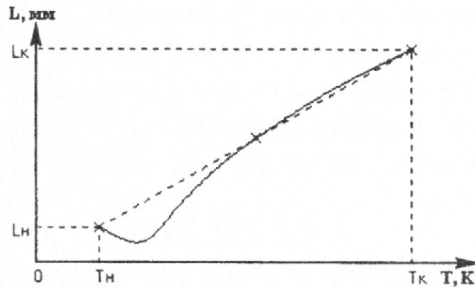


Рис. 2. Трехэлементная конструкция

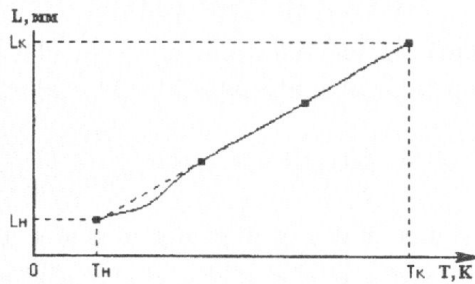


Рис. 3. Четырехэлементная конструкция

интервале $L = 0.05...0.3$ мм и представляет собой линейную функцию. Результаты расчетов представлены в таблице.

Таким образом, установлено, что чем большее количество материалов участвует в формировании

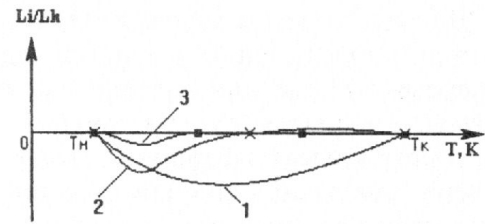


Рис. 4. Абсолютная погрешность: 1 — двухэлементная, 2 — трехэлементная, 3 — четырехэлементная конструкции

Варианты конструкций

Увеличивающие звенья			Уменьшающие звенья		
№	Материал	Размер, мм	№	Материал	Размер, мм
Двухэлементная конструкция					
1	АЛ	141.404	1	30ХГСА	141.354
Трехэлементная конструкция					
1	АМгб	279.096	1	30ХГСА	73.667
			2	АЛ	205.379
Четырехэлементная конструкция					
1	30ХГСА	375.866	1	М1	886.77
2	АЛ	328.506			
3	АМгб	182.448			

замыкающего звена, тем выше точность его обеспечения в рабочем диапазоне температур.

CALCULATION ALGORITHM FOR WARM-UP DEFORMATION IN MULTIPLE-UNIT DESIGNS

V. A. Mironov, V. S. Zevako

A calculation algorithm of warm-up deformation in multiple-unit designs is presented. It is possible to ensure a functional change end section within the working interval of temperatures assigning dimensioned chain and materials for fabrications of unit.

РОЗРАХУНОК РАДІУСІВ КРИВИЗНИ ІНСТРУМЕНТА ПРИ ШТАМПУВАННІ СФЕРИЧНИХ ОБОЛОНОК

© М. М. Убизький

Дніпропетровський державний університет, Фізико-технічний інститут

Розглянуто питання інтенсифікації технологічної підготовки виробництва сферичних днищ баків ракет

У конструкціях виробів ракетно-космічної техніки значне місце займають днища сферичної форми,

які виготовляються витяжкою з інтенсивним переміщенням фланця круглої заготовки в отворі