Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. 2000. Т. LIII, № 1.

УДК 593.3 **МАШИНОСТРОЕНИЕ**

М.А. ЗАДОЯН

О ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ СОСТАВНОЙ ПЛИТЫ

Ինտեգրալային եղանակով ուսումնասիրվում է աստիճանային օրենքով ամրապնդվող նյութերից կազմված բաղադրյալ սալի ամրության հարցը: Օգտագործելով ֆիզիկական և երկրաչափական պարամետրերի տարածության մեջ սալերի ծռման դասական տեսությունը, ստացվում են համապատասխան հիպերմակերևույթներ, որոնք բաղադրյալ սալի կոնտակտային եզրի համար որոշում են թերլարվածային գոտիները:

Интегральным способом исследуется вопрос малонапряженности составной плиты из упрочняющихся по степенному закону материалов. Используя классическую теорию изгиба плиты в пространстве физических и геометрических параметров, получены уравнения гиперповерхности, определяющие зоны малонапряженности для края контактной поверхности составной плиты.

Библиогр.: 2 назв.

The problem of poorly intensified joint plate made of materials which are strengthened by the sedative law has been investigated by the integral method. Using the classical theory of plate bending in the space of physical and geometrical parameters, the hypersurface equations determining the zones of low intensity for the joint plate contact surface edge are obtained.

Ref. 2.

Исследуется интегральным способом местная прочность края контактной поверхности составной плиты, изготовленной из n клиновидных призматических тел, материалы которых упрочняются по степенному закону:

$$\sigma_0 = k\varepsilon_0^{m-1},$$

где σ_0 и ε_0 - интенсивности напряжений и деформаций; m - параметр, принимающийся для всех материалов одинаковым; k - модуль деформации, принимающийся различным.

Допускается, что плита подвергается поперечному изгибу, а рассматриваемый край свободен от внешних сил.

Предварительно исследуем плиту из непрерывно-неоднородного материала, полагая, что $k = k(\theta)$ - известная функция полярного угла, определенная экспериментальным путем.

На основании классической теории изгиба плиты при допущении несжимаемости материала, а также $w = r^{\lambda+1}f(\theta)$ имеем

$$
\begin{aligned}
&M_r = -Dr^{(\lambda-1)m}\left(\frac{1}{2}f'' + \rho f\right)\chi, \quad M_{r\theta} = -\frac{D}{2}\lambda r^{(\lambda-1)m} f'\chi, \\
&M_\theta = -Dr^{(\lambda-1)m}(f'' + \nu f)\chi, \\
&V_\theta = r^{(\lambda-1)m-1}\{[D(f'' + \nu f)\chi]^1 + D\eta f'\chi\}, \\
&\chi = \left(\sqrt{f''^2 + 2\nu f'' f + \lambda^2 f'^2 + \Delta^2 f^2}\right)^{m-1},
\end{aligned}
\tag{1}
$$

причем

$$
\begin{aligned}
&D = \frac{k(\theta)h^{m+2}}{m+2}, \quad \mu = \frac{(\lambda-1)m}{2}(\lambda^2-1)[1+(2\lambda+1)m], \\
&\Delta = (\lambda+1)\sqrt{\lambda^2+\lambda+1}, \quad \rho = (\lambda+1)\left(\lambda+\frac{1}{2}\right), \ \nu = (\lambda+1)\left(\frac{\lambda}{2}+1\right), \\
&\eta = \lambda[1+(\lambda-1)m], \quad \delta = \frac{(\lambda-1)m}{2}\left[(\lambda-1)m-1\right],
\end{aligned}
$$

где f и λ - неизвестные функция и параметр.

Используя уравнения равновесия моментов и перерезывающих сил, а также систему уравнений (1), приходим к дифференциальному уравнению

$$
[k(f'' + \nu f)\chi]'' + \eta(kf'\chi)' + k(\delta f'' + \mu f)\chi = 0.
$$

Умножая обе части этого уравнения на f и интегрируя по θ от 0 do α, будем иметь

$$
\int_0^\alpha \{[k(f'' + \nu f)\chi]'' + \eta(kf'\chi)' + k(\delta f'' + \mu f)\chi\} f d\theta = 0.
$$

Отсюда интегрированием по частям получим

$$
\int_0^\alpha \{(f'' + \nu f)f'' + \delta f'' f + \mu f^2 - \eta f'^2\} k\chi d\theta + L = 0, \tag{2}
$$

где

$$
L = \{[k(f'' + \nu f)\chi]' + \eta k f'\chi\} f\Big|_0^\alpha - [k(f'' + \nu f)\chi] f'\Big|_0^\alpha .
$$

Нетрудно заметить, что для обычных граничных условий L=0. Тогда из (2) находим

$$
\int_0^\alpha (f''^2 + s f'' f + \mu f^2 - \eta f'^2) k\chi d\theta = 0, \tag{3}
$$

где $s = \delta + \nu$.

Для свободно опертых краев имеем граничные условия

$$
f'' = f = 0 \ \text{при} \ \theta = 0, \alpha . \tag{4}
$$

В качестве допустимой функции принимаем

$$
f = \sin\frac{\pi}{\alpha}\theta, \tag{5}
$$

удовлетворяющую граничным условиям (4).

Подставив (5) в (3), получим

$$\int_0^{\alpha}\frac{\{[(\pi/\alpha)^4+(\eta-s)(\pi/\alpha)^2+\mu]\sin^2(\pi\theta/\alpha)-\eta(\pi/\alpha)^2\}k d\theta}{(\sqrt{[(\pi/\alpha)^4-(\lambda^2+2\nu)(\pi/\alpha)^2+\Delta^2]\sin^2(\pi\theta/\alpha)+\lambda^2(\pi/\alpha)^2})^{1-m}}=0. \quad (6)$$

Полученное уравнение позволяет численным способом определить значение λ в зависимости от α, m и параметров неоднородности материала.

В случае кусочно-однородного материала, когда плита состоит из n клиновидных тел, из (6) получаем

$$\sum_{i=1}^{n}\gamma_i\times$$

$$\times\int_{\alpha_{i-1}}^{\alpha_i}\frac{\{[(\pi/\alpha)^4+(\eta-s)(\pi/\alpha)^2+\mu]\sin^2(\pi\theta/\alpha)-\eta(\pi/\alpha)^2\}d\theta}{\left(\sqrt{[(\pi/\alpha)^4-(\lambda^2+2\nu)(\pi/\alpha)^2+\Delta^2]\sin^2(\pi\theta/\alpha)+\lambda^2(\pi/\alpha)^2}\right)^{1-m}}=0, \quad (7)$$

где $\gamma_i = k_i / k_1$, $\alpha_0 = 0$, $\alpha_n = \alpha$.

Уравнение (7) определяет

$$\lambda=\lambda(\alpha_1,\alpha_2,\ldots,\alpha_n;\gamma_2,\gamma_3,\ldots,\gamma_n;m).$$

Для линейного материала (m=1) из (6) получаем

$$\lambda^4-2[1+(\pi/\alpha)^2 c]\lambda^2+1-\left(\pi/\alpha\right)^2+(\pi/\alpha)^4=0, \quad (8)$$

где

$$c=\int_0^{\alpha}k d\theta\Bigg/2\int_0^{\alpha}k\sin^2\frac{\pi}{\alpha}\theta d\theta.$$

Для кусочно-однородной плиты, когда имеем n клиновидных тел, в каждом из которых k=const, получаем

$$c=\frac{\sum_{i=1}^{n}\gamma_i(\alpha_i-\alpha_{i-1})}{\sum_{i=1}^{n}\gamma_i[\alpha_i-\alpha_{i-1}-\frac{\alpha}{\pi}\sin\frac{\pi}{\alpha}(\alpha_i-\alpha_{i-1})\cos\frac{\pi}{\alpha}(\alpha_i+\alpha_{i-1})]}. \quad (9)$$

Полагая в (6) λ=1, находим

$$\int_0^{\alpha}\frac{\{[(\pi/\alpha)^2-2]\sin^2(\pi\theta/\alpha)-2\}k d\theta}{\left(\sqrt{[(\pi/\alpha)^4-7(\pi/\alpha)^2+12]\sin^2(\pi\theta/\alpha)+(\pi/\alpha)^2}\right)^{1-m}}=0. \quad (10)$$

Уравнение (10) определяет значение α в зависимости от параметров неоднородности, обеспечивающее малонапряженное состояние на рассматриваемом крае плиты. Для кусочно-однородной плиты, полагая λ=1, из (7) находим уравнение

$$\sum_{i=1}^{n}\gamma_i\int_{\alpha_{i-1}}^{\alpha_i}\frac{[(\pi/\alpha)^2-2]\sin^2(\pi\theta/\alpha)-1}{\left(\sqrt{[(\pi/\alpha)^4-7(\pi/\alpha)^2+12]\sin^2(\pi\theta/\alpha)+(\pi/\alpha)^2}\right)^{1-m}}d\theta=0.$$

Численная реализация полученного уравнения позволяет в пространстве параметров $\gamma_2,\gamma_3,\ldots,\gamma_n$; $\alpha_1,\alpha_2,\ldots,\alpha_n,m$ определить зону малонапряженности для края, обеспечивающую прочность соединения.

Для линейно-упругих материалов (m=1), полагая в (8) λ=1, находим

$$\sum_{i=1}^{n}\gamma_i(\alpha_i-\alpha_{i-1})=$$

$$=\left[\frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2}\right)^2-1\right]\sum_{i=1}^{n}\gamma_i\left[\alpha_i-\alpha_{i-1}-\frac{\alpha}{\pi}\sin\frac{\pi}{\alpha}(\alpha_i-\alpha_{i-1})\cos\frac{\pi}{\alpha}(\alpha_i+\alpha_{i+1})\right],$$

определяющее в пространстве физических и геометрических параметров γ_2, $\gamma_3,\ldots,\gamma_n$; α_1, $\alpha_2,\ldots,\alpha_n$ зону малонапряженности края контактной поверхности составной плиты.

Интегральный способ исследования малонапряженности составных упрочняющихся тел рассмотрен в [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Чобанян К.С.** Напряжения в составных упругих телах. - Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1987. - 338 с.
2. **Задоян М.А.** Пространственные задачи теории пластичности. - М.: Наука, 1992. - 384 с.

Ин-т механики НАН РА 15.06.1999

Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. 2000. Т. LIII, № 1.

УДК 621.91 **МАШИНОСТРОЕНИЕ**

Г.Б. БАГДАСАРЯН, М.Г. СТАКЯН, В.Р. КАРОЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ РЕЗАНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ТОЧЕНИИ

Դիտարկվում է տեխնոլոգիական մնացորդային լարումների առաջացման վրա կտրման պայմանների ազդեցության հարցը շրջատաշելիս: Նկարագրվում է կտրման ընթացքում առաջացած մնացորդային լարումների որոշման մեթոդ: Առաջարկվում են σ'_{01}, σ''_{01}, σ_{01} լարումների առնչությունների կառուցման նոր բանաձևեր:

Рассматривается влияние условий резания на образование остаточных напряжений в обрабатываемом материале. Описывается методика определения технологических остаточных напряжений в процессе резания. Предлагаются новые формулы для построения графиков зависимостей σ'_{01}, σ''_{01}, σ_{01}.

Ил.1. Табл.2. Библиогр.: 8 назв.