

магнитного тормоза, т. е. магнитное поле создает силу, препятствующую движению жидкости по каналу.

В процессе эксперимента получены зависимости перепада давления на входе и выходе МГД-элемента от индукции электромагнитного поля и скорости течения жидкости.

Экспериментальные данные могут быть использованы для разработки схемы и исследования работы управляемого амортизатора.

С. И. Иванов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПЛАСТИНКАХ МЕТОДОМ ПОЛОСОК

Рассматриваются остаточные напряжения в пластинке, причина возникновения которых изменяется только по толщине. В соответствии с условиями статики отличны от нуля и подлежат определению $\sigma_x(z)$, $\sigma_y(z)$ и $\tau_{xy}(z)$. Для определения этих напряжений применяется метод полосок.

В предыдущих исследованиях метод полосок рассматривался в простейших предположениях, когда полоска после вырезки испытывает одноосное напряженное состояние и отсутствуют напряжения τ_{xy} . Для большинства важных практических задач эти условия не выполняются, что послужило основанием для разработки метода полосок в на-более общей постановке.

При определении связи между нормальными напряжениями пластинки и деформациями или перемещениями полоски учитывалось объемное напряженное состояние полоски. Последовательное применение условий статики привело к результату, совпадающему с элементарным решением. Связь между перемещением полоски и касательными напряжениями установлена путем решения задачи Митчелла для бруса, нагруженного касательными поверхностными силами. При этом установлено, что в результате вырезки и последующего снятия слоев полоска закручивается.

Для определения остаточных напряжений пластинки разработаны три метода:

1. *Метод розетки полосок.* В этом случае из пластинки вырезаются и исследуются три полоски: одна — вдоль оси x , другая — вдоль оси y и третья — вдоль оси ξ под углом α к оси x . Нормальные напряжения определяются по общеизвестным формулам. Для определения касательных напряжений получено следующее соотношение:

$$\tau_{xy} = \frac{1}{(1 + \mu) \sin^2 \alpha} [(\tau_{\xi\xi} - \mu \sigma_{\xi\xi}) - (\sigma_x - \mu \sigma_y) \cos^2 \alpha - (\sigma_y - \mu \sigma_x) \sin^2 \alpha].$$

Каждое слагаемое в круглых скобках вычисляется по результатам исследования соответствующей полоски.

2. *Метод двух полосок с замером угла закручивания.* В соответствии с этим методом при исследовании полоски регистрируется также угол закручивания. Для определения касательных напряжений получено интегральное уравнение Вольтерра 1-го рода, которое предлагается решать численным методом.

3. *Метод двух полосок с замером деформации сдвига.* В этом случае при исследовании полоски, кроме продольной деформации, реги-

стрируется сдвиг с помощью двух взаимно перпендикулярных датчиков. Касательные напряжения определяются по формуле

$$\tau_{xy} = -\frac{E}{2(1+\mu)}(h-a)\frac{d\varepsilon}{da} + \frac{2E}{(1+\mu)}\varepsilon - \frac{3E}{1+\mu}(h-a)\int_0^a \frac{\varepsilon(\xi)}{(h-\xi)^2} d\xi.$$

Через ε обозначена главная линейная деформация, являющаяся результатом сдвига.

С. И. Иванов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЦИЛИНДРЕ

Рассматриваются остаточные напряжения в цилиндре, причина возникновения которых не зависит от координаты Θ и одинакова во всех поперечных сечениях. В соответствии с уравнениями равновесия отличны от нуля и подлежат определению следующие напряжения:

$$\sigma_r(r), \sigma_\theta(r), \sigma_z(r), \tau_{\theta z}(r).$$

Для определения напряжений используется идея Г. Закса. Получены формулы для всех компонент остаточного напряженного состояния при исследовании на двух и на одном образце.

Задача о напряжениях в тонком поверхностном слое рассматривается отдельно, здесь применяется метод колец и полосок к предварительно расточенному или обточенному цилиндру.

В отличие от предыдущих исследований рассматривается наиболее общий случай, когда напряжения в кольце зависят от координаты z , а $\tau_{\theta z}$ отлично от нуля. Для нормальных напряжений оказались справедливыми формулы, полученные в простейших предположениях. Касательное напряжение определяется через осевое смещение концов кольца с помощью интегрального уравнения, которое в случае снятия наружных слоев имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} w_k(a) &= \int_0^{h-a} \Gamma(a, \eta) \tau_{\theta z}(\eta) d\eta, \\ \Gamma(a, \eta) &= \frac{\pi D^2}{k_1 G (h-a)^3} \left(\eta - \frac{h-a}{2} \right) + \\ &+ \frac{8D^2}{k_1 G b (h-a) \pi^2} \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} \frac{1}{k^3} \ln \frac{k\pi}{2} \frac{b}{(h-a)} \cos k \frac{\eta}{h-a} \pi. \end{aligned}$$

Данное уравнение получено путем решения задачи теории упругости для разрезанного кольца, нагруженного касательными силами на поверхности, что напоминает задачу Митчелла для прямого бруса.

Касательное напряжение нужно определить так, чтобы удовлетворялось условие равновесия части цилиндра. Применительно к цилиндру малой толщины это условие имеет вид

$$\int_0^h \tau_{\theta z} d\eta = 0.$$

Оказалось возможным доказать, что интегральное уравнение для $\tau_{\theta z}$ с учетом последнего условия имеет единственное решение, которое предлагается определять численным методом.