

УДК 621.762.539.313

Н. В. МАНУКЯН, А. В. ОРЛОВ, С. А. МАЛХАСЯН, А. С. ОРДЯН

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПЕЧЕННОГО ЖЕЛЕЗА

Описываются новые методики расчета упругих характеристик порошковых материалов на основе железа с пористой структурой. При динамическом нагружении модуль упругости пористого материала может быть определен по частоте собственных колебаний без применения специальных приборов. Испытуемый образец представляет собой консольную балку прямоугольного сечения. Приведены формулы расчета.

Ил. 1. Библиогр.: 3 назв.

Նկարագրված են երկաթի հիմքով կառուցված, ձախտակեն կյաթերի առանցքային ընդհանրորի հաշվարկման նոր մեթոդներ: Գրեմերի բևեռավորման ժամանակ, առանց հատուկ սարքեր օգտագործելու, սեփական առանձնությունների հաշվարկանելիքամբ կարելի է որոշել ձախտակեն կյաթի առանցքային ընդհանրության մոդուլը: Փորձանմուշը ուղղանկյուն հատվածքով բարձակային հեծան է: Բերված են հաշվարկային բանաձևեր:

Одной из причин интенсивного изнашивания деталей машин является усталость поверхностных слоев при упругом деформировании и их охрупчивание при пластической деформации. В связи с этим определены упругие характеристики спеченного железа [1]. Для расчета модуля упругости при статическом нагружении прогиб консольной балки с жесткой заделкой рассчитывается по известной формуле $f = \frac{Ql^3}{3EI}$,

откуда при $l = \frac{bh^3}{12}$ получим $E = \frac{4Ql^3}{fbh^3}$.

При уточненных расчетах необходимо учитывать поворот балки в заделке, не обладающей достаточно большой жесткостью. В этом случае перемещения балки измеряются в двух ее сечениях на расстояниях l_1 и l_2 от заделки (рис. 1). Полагаем, что общее перемещение балки

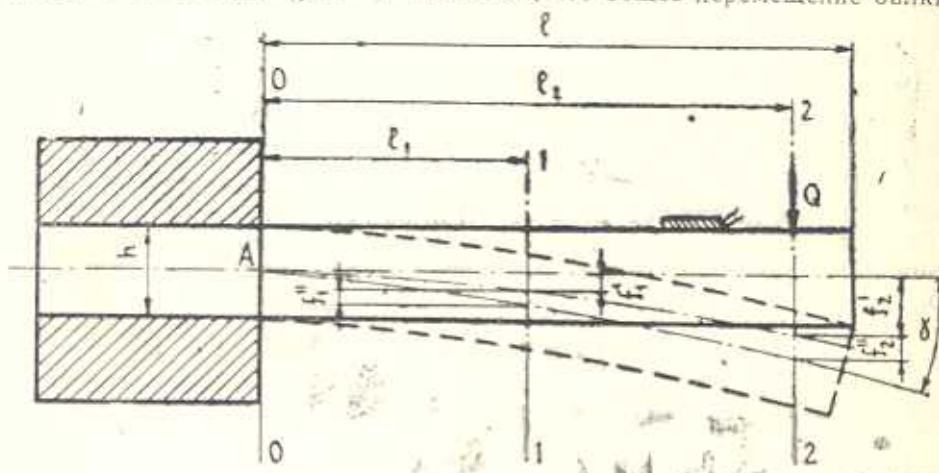


Рис. Консольная балка из спеченного железа.

под нагрузкой складывается из двух составляющих: а) ее поворота на угол γ (в сечениях 1—1 и 2—2: $f_1^i = j_1 l_1$ и $f_2^i = \mu l_2$); б) упругой деформации (в тех же сечениях: $f_1^e = k i_1^2$, $f_2^e = k i_2^2$ где $k = Q/3EI$).

Совместным решением уравнений $f_1 = f_1^i + f_1^e$ и $f_2 = f_2^i + f_2^e$ определяем

$$k = \frac{f_2 - f_2^i / l_2}{f_1^i / l_1 - f_1^e / l_1},$$

следовательно

$$E = \frac{4Q(l_2^2 - f_2^i / l_2)}{bh^2(f_1^i - f_1^e / l_1)} \quad (1)$$

Для балки, на которой производились пробные измерения, имеем следующие значения: $L = 10,3$ мм, $b = 26,13$ мм, $h = 27,04$ мм. При $Q = 10$ кН и $f = 0,05$ мм, $E = 105760$ МПа.

При динамическом нагружении модуль упругости материала в случае отсутствия специальных приборов типа эластометра может быть определен по частоте собственных колебаний. С точки зрения простоты изготовления и расчетов, наиболее удобной формой испытуемого образца является консольная балка прямоугольного сечения с наклеенным вдоль ее проволочным или фольговым датчиком (рис.). Балка выводится из равновесного состояния ударом, и ее колебания записываются на осциллограмме одновременно с записью колебаний некоторой фиксированной частоты. Зная частоту собственных колебаний ν , модуль упругости исследуемого материала определяют из зависимости [2]:

$$\nu = \frac{3,515}{2\pi} \sqrt{\frac{E I g}{A \rho l^4}}, \quad E = \frac{0,039 \rho \nu^2 l^4}{h^2} \quad (2)$$

где g — ускорение силы тяжести, A — площадь поперечного сечения балки, $\rho = 6,368$ кг/мм³ — плотность материала из спеченного железа. При этом частота собственных колебаний составляла $\nu = 1547$ Гц, т. е. $E = 59873$ МПа. При сжатии двух упругих тел, имеющих первоначально точечный контакт, размеры контактной площадки определяются формой поверхностей, нагрузкой и характеристикой η упругих свойств материалов сжимаемых тел [3]:

$$\eta = \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} = \eta_1 + \eta_2 \quad (3)$$

где $\mu_{1,2}$ — коэффициенты Пуассона.

Наиболее удобным для определения этой характеристики является случай контакта сферы с плоскостью, обеспечивающий возможность сравнительно простого и достаточно точного контроля формы соприкасающихся поверхностей и их взаимного расположения. В данном случае радиус площадки контакта равен $a = 0,9085 \sqrt{\eta Q r}$, где радиус сферы, а $\eta = 1,333 a^3 / Q r$. При одинаковом материале обоих тел и $\mu \approx 0,3$ имеем $\eta = 1,82 E$, $E = 1,365 Q r / a^3$.

Если одно из сжимаемых тел, например первое, изготовлено из материала с известными E_1 и μ_1 , то с учетом (3) получим

$$\eta_2 = \frac{1,333}{Q r} - \eta_1, \quad E_2 = \frac{Q r (1 - \mu_2^2)}{1,333 a^3 - \eta Q r} \quad (4)$$

Приняв $\mu=0,3$, расчетную формулу модуля упругости исследуемого материала можно записать в следующем виде:

$$E_2 = \frac{0,91 Q \tau}{1,3 \lambda_3 \cdot \tau - \eta_1 Q \tau} \quad (5)$$

Путем измерения поперечной и продольной деформаций балки прямоугольного сечения, работающей в условиях чистого изгиба, можно определить коэффициент Пуассона для исследуемого материала. При этом датчики могут быть наклеены крестообразно (1—2) либо рядом (1¹—2¹). Поскольку абсолютные значения деформаций не имеют значения, тарировка системы не производится. Важным условием является идентичность характеристик датчиков и условий их наклейки. Чтобы устранить влияние погрешностей, в связи с различием характеристик отдельных каналов тензоизмерительной аппаратуры измерение продольных ϵ_1 и поперечных ϵ_2 деформаций целесообразно вести последовательно на одном и том же канале при переменном включении тензометрических мостов, содержащих датчики 1 и 2.

По этом методике производились измерения на балке из спеченного железа. Были наклеены две пары датчиков — на стороне растяжения и сжатия. Отклонения шлейфов при последовательном измерении деформаций в продольном и поперечном направлениях составляли для первой пары 107 и 23,5 мм, а для второй пары — 102 и 22,5 мм. В обоих случаях $\mu = \epsilon_2 / \epsilon_1 = 0,22$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Манукян Н. В., Малхасян С. А., Петросян Х. Л. Спеченные антифрикционные материалы для машиностроения // Межвуз. сб. науч. тр. — Ереван /ЕрПИ.— 1979. — Сер. XVI, вып. 2, — 150 с.
2. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле. — М.: Наука, 1967. — 328 с.
3. Мур Д. Основы и применения трибоники. — М.: Мир, 1978. — 487 с.

ЕрПИ

25. X. 1991