

РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТА ФИЛЬЕРНОГО ПИТАТЕЛЯ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ

М.С. ГРАЧЕВ

(Московский государственный текстильный университет им А.Н.Косыгина)

Согласно данным, приведенным в [1], одной из причин сокращения срока службы фильерных питателей (ФП) при производстве минеральных нитей является большой прогиб дна (фильерной пластины) и его отрыв от боковых и торцевых стенок. Дно ФП представляет собой перфорированную пластину, ослабленную несколькими рядами отверстий и относящуюся к категории тонких, но жестких пластин (тонких – так как толщина не превышает 1/5 наименьшего размера основания и жестких – так как максимальный прогиб пластины не превышает 1/10 толщины) [2]. Из всех существующих методов расчета перфорированных пластин на прочность и жесткость была выбрана методика Жислиной Л.С. [3], в которой предложено заменить перфорированную пластину фиктивной сплошной, причем в качестве расчетного элемента был выбран участок, ограниченный средними сечениями трех перемычек, сходящихся в одной точке. Форма расчетного элемента в этом случае так же, как и у Тимошенко С.П. [4],

представляет собой кривой брус с радиусом кривизны $\rho = s/2$, где s – шаг отверстий, равный стороне треугольника, по вершинам которого расположены отверстия (рис.1 – схема расположения отверстий).

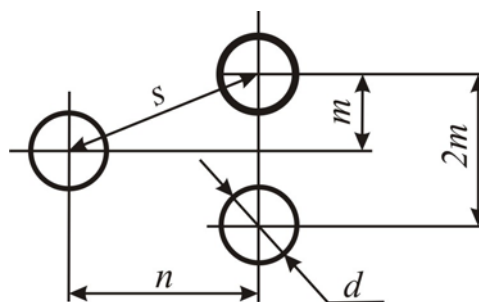


Рис. 1

Расчет на прочность и жесткость фиктивной сплошной пластины проводится по обычным формулам [2] для изотропных сплошных пластин, но при этом в них используются условные упругие постоянные E' и μ' , рассчитываемые по формулам:

$$E' = \frac{5000E}{s/b(21,6s/e + 941\mu + 4300)}, \quad (1)$$

$$\mu' = \frac{22,4s/e + 981\mu + 190}{21,6s/e + 941\mu + 4300} + \left(\mu - \frac{850\mu + 203}{815\mu + 3760} \right) (1 - k^3), \quad (2)$$

где E – модуль упругости первого рода материала пластины; μ – коэффициент Пуассона материала пластины; s/b и s/e – геометрические характеристики перфорации, зависящие от коэффициента перфорации пластины k ; b – ширина сечения кривого бруса, измеренная в плоскости чертежа; e – расстояние между нейтральной и геометрическими осями кривого бруса.

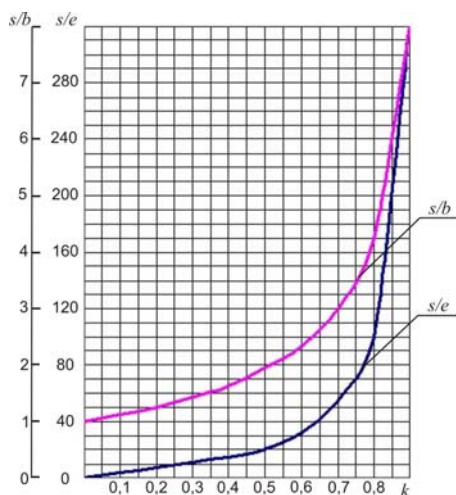


Рис. 2

С достаточной степенью точности эти характеристики можно определить с помощью графических зависимостей [3]

$$f_0 = 192x^4(1-\mu'^2)p / \left(\pi^4 \delta^3 E' \left(3 + 3 \frac{x^4}{y^4} + 2 \frac{x^2}{y^2} \right) \right) \leq [f_0] = (0,10-0,01)\delta.$$

6. Определение максимального напря-

$$\sigma_{\text{экв}} = \sigma_{\text{уmax}} = 48pa^4 / (\pi^2 b^2 \delta^2 (3 + 3a^4 / b^4 + 2a^2 / b^2)) \leq [\sigma].$$

Данную методику расчета рекомендуется использовать как проверочную для уже существующих конструкций ФП. Связано это с тем, что при проектировании фильерного питателя количество отверстий в его дне оказывает значительное влияние на выбор геометрических параметров (длины, ширины и толщины) самого дна.

(рис. 2 – кривые для определения геометрических характеристик перфорации).

Исходными данными для расчета служат следующие параметры: $2x$ – длина пластины; $2y$ – ширина пластины; $2m$ – расстояние между отверстиями одного ряда (рис. 1); n – расстояние между рядами отверстий (рис. 1); d – диаметр отверстия; δ – толщина пластины; p – давление столба расплава базальта.

Порядок расчета сводится к следующим действиям.

1. Расчет шага отверстий s :

$$s = \sqrt{m^2 + n^2}.$$

2. Расчет коэффициента перфорации k :

$$k = d/s.$$

3. Определение условного значения модуля упругости материала E' по формуле (1).

4. Определение условного значения коэффициента Пуассона μ' по формуле (2).

5. Определение максимального прогиба с использованием условных упругих постоянных (E' , μ') и сравнение его с допускаемым значением $[f_0]$:

жения и сравнение его с допускаемым $[\sigma]$:

При проведении расчетов особое внимание должно быть уделено выбору значения модуля упругости первого рода материала фильерной пластины E , так как при температуре эксплуатации выше 600°C у платиновых сплавов отмечается нелинейный характер изменения модуля упругости, который объясняется релаксацией по границам зерен [4]. При этом величина E также зависит от вида и содержания леги-

рующих элементов. Например, исследования методом резонансных колебаний на установке Эластомат показали, что при температуре $t = 1370^{\circ}\text{C}$ модуль упругости 1-го рода платинородиевого сплава (Pt – 7% Rd) снижается до $E = 1,2 \cdot 10^{11}$ Па ($E = 1,72 \cdot 10^{11}$ Па при $t = 25^{\circ}\text{C}$).

Помимо этого при расчетах необходимо учитывать жаростойкость платиновых сплавов, характеризующую сопротивление ползучести и (или) разрушение материалов при высоких температурах в условиях воздействия напряжений и рабочей среды [5]. В [6] показано, что свойства платиновых сплавов при высоких температурах в значительной степени определяются содержанием легирующих элементов в сплаве, поэтому вопрос жаропрочности требует отдельного рассмотрения.

ВЫВОДЫ

1. При расчете ФП на прочность и жесткость необходимо учитывать ослабление дна питателя отверстия.

2. Расчет ФП необходимо проводить с учетом изменения модуля упругости материала дна с изменением температуры эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рытвин Е.И.* Платиновые металлы в производстве стеклянных волокон. – М.: Металлургия, 1974.
2. *Прошков А.Ф.* Расчет и проектирование машин для производства химических волокон. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
3. *Жислина Л.С.* О расчете на прочность равномерно перфорированных пластин, нагружаемых в своей плоскости / Научн. тр. Московского технологического института легкой промышленности. – 1963, №27.
4. *Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С.* Пластины и оболочки. – М.: Физматгиз, 1963.
5. *Васильева Е. В., Волкова Р.М.* Платина, ее сплавы и композиционные материалы. – М.: Металлургия, 1980.
6. *Рытвин Е.В.* Жаропрочность платиновых сплавов. – М., 1987.

Рекомендована кафедрой проектирования машин для производства химических волокон и красильно-отделочного оборудования.. Поступила 01.12.06.