

УДК 677.4.051.125.262

**ВЛИЯНИЕ ПОДФИЛЬЕРНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА
НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ ДНА ФИЛЬЕРНОГО ПИТАТЕЛЯ**

М.С. ГРАЧЕВ, А.П. ЯСКИН

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

Наиболее опасным элементом фильерного питателя (ФП) с механической точки зрения является дно. Как было получено ранее [1], максимальные напряжения, возникающие в опасных сечениях дна при любых существующих на практике соотношениях сторон, с учетом и без учета ослабления дна отверстиями значительно меньше допускаемых значений; максимальный прогиб дна иногда близок к допускаемому, а чаще всего превышает допускаемые значения.

В табл.1 приведены результаты расче-

тов дна ФП на прочность и жесткость как с учетом, так и без учета перфорации. При расчетах дно рассматривали как тонкую прямоугольную пластину, жестко защемленную по всему контуру и нагруженную равномерно распределенным давлением. Расчет с учетом перфорации проводили по методике, изложенной в [2]. Расчеты проводились для фильерных пластин толщиной $\delta=2,2$ мм; диаметр отверстий $d=1,8$ мм; шаг между отверстиями $s=4,5$ мм при давлении расплава базальта $P=17\ 000$ Па.

Т а б л и ц а 1

Количество отверстий, шт	Длина пластины, м	Ширина пластины, м	Отношение сторон	Прогиб с учетом перфорации, м	Прогиб без учета перфорации, м	Максимальное напряжение от давления расплава, МПа
800	0,414	0,082	5,05	3,42E-05	2,09629E-05	9,3
600	0,302	0,072	4,19	2,01E-05	1,22995E-05	7,1
600	0,42	0,066	6,36	1,45E-05	8,88963E-06	6,1
400	0,32	0,06	5,33	9,84E-06	6,0267E-06	5,0
400	0,33	0,056	5,89	7,5E-06	4,5941E-06	4,3
300	0,3	0,046	6,52	3,43E-06	2,09943E-06	4,4
400	0,4	0,05	8	4,81E-06	2,94669E-06	3,5
200	0,2	0,04	5	1,94E-06	1,1863E-06	2,2
200	0,3	0,034	8,82	1,88E-06	1,15253E-06	2,4
200*	0,3	0,034	8,82	1,03E-06	6,3125E-07	1,6

Пр и м е ч а н и е. * – в этом случае толщина составила $\delta=1,8$ мм.

Допускаемый прогиб для пластины толщиной $\delta=2,2$ мм – $[f] \leq 2,2 \cdot 10^{-5}$ м; толщиной $\delta=1,8$ мм $[f] \leq 1,8 \cdot 10^{-5}$ м.

Как видно из полученных результатов:

1) при большом количестве отверстий (более 400) и отношении длины фильерной

пластины к ширине $\frac{a}{b} \leq 5$ прогиб дна ФП

близок или больше допускаемого;

2) наличие перфорации несколько увеличивает прогиб пластины (в рассмотренных случаях при коэффициенте перфора-

ции $k=0,36$ жесткость снижается в 1,63 раза);

3) напряжение от давления расплава на дно ФП значительно меньше допускаемого значения $[\sigma]=140$ МПа.

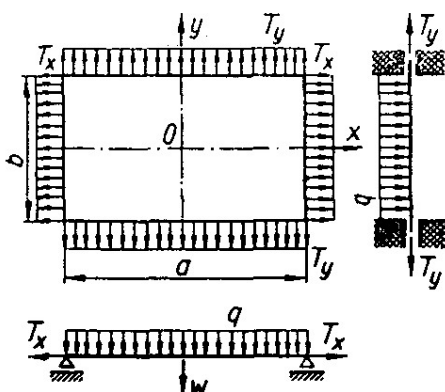


Рис. 1

При получении базальтовых нитей, когда число отверстий в дне ФП превышает 200, для более интенсивного охлаждения струек расплава, выходящих из отверстий, устанавливают опорный подфильный холодильник (ПХ). При установке ПХ расчетная схема дна ФП меняется и приобретает вид (рис. 1 – расчетная схема дна ФП при установке ПХ). Участок дна ФП между двумя ламелями представляет собой пластину, жестко защемленную по двум противоположным сторонам и свободно опертую по двум другим, находящуюся под действием продольных сил, растягивающих пластину в двух направлениях и поперечной нагрузки, равномерно распределенной по поверхности пластины.

Для определения прогиба участка дна ФП в первом приближении воспользуемся методикой, изложенной в работе [3].

Прогиб в центре участка дна:

$$w_{\max} = -\frac{qb^4}{96\pi D} \sum_{n=1,3,5,\dots} \frac{1}{n} \varphi_{1n} \sin \frac{\pi n}{2}, \quad (1)$$

где q – давление столба расплава базальта; b – ширина участка дна ФП между двумя ламелями; n – номер члена ряда; D – цилиндрическая жесткость пластины.

$$D = \frac{E\delta^3}{12(1-\mu^2)}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости материала дна ФП при температуре эксплуатации; δ – толщина дна ФП; μ – коэффициент Пуассона материала дна ФП при температуре эксплуатации.

Приведенная сила

$$T_n = \left(2D \frac{\pi^2 n^2}{a^2} + T_y \right), \quad (3)$$

где T_y – продольная сила, приложенная к кромкам y .

Приведенная жесткость

$$k_n = \left(D \frac{\pi^2 n^2}{a^2} + T_x \right) \frac{\pi^2 n^2}{a^2}, \quad (4)$$

где T_x – продольная сила, приложенная к кромкам x .

Приведенные выражения содержат бесконечные ряды. Однако сходимость рядов довольно быстрая: при 4-5 членах n получаются результаты, приемлемые в практических расчетах.

Приведенный аргумент сложного изгиба:

$$v_n = \frac{b}{2} \sqrt{\frac{T_n}{D}}. \quad (5)$$

Приведенный аргумент "упругого основания":

$$u_n = \frac{b}{2} \sqrt[4]{\frac{T_n}{D}}. \quad (6)$$

Эти величины вычисляем для первых 4-5 значений n .

Значения аргументов v_n, u_n могут быть действительными или мнимыми. Коэффициент φ_{1n} , входящий в формулу (1), определяется по таблице, приведенной в [3], в зависимости от v_n и u_n .

В табл. 2 приведены результаты расчетов участка дна ФП, для которых получен-

ный ранее (табл. 1) прогиб был близок или больше допустимого.

Т а б л и ц а 2

Количество отверстий, шт	Длина пластины, м	Ширина пластины, м	Длина участка пластины между опорами ПХ; жестко заземленная сторона, м	Ширина участка пластины между опорами ПХ; свободно опертая сторона, м	Прогиб с учетом перфорации, м	Максимальное напряжение от давления расплава, МПа
800	0,414	0,082	0,02	0,082	1,45E-05	8,6
600	0,302	0,072	0,016	0,072	7,24E-06	6,3
600	0,42	0,066	0,018	0,066	9,49E-06	5,2
400	0,32	0,06	0,015	0,06	6,61E-06	4,4
400	0,33	0,056	0,014	0,056	5,02E-06	3,7

Как видно из полученных результатов, прогиб участка дна ФП при установке ПХ получается меньше допустимого $[f]=2,2 \cdot 10^{-5}$ м. Максимальное напряжение от давления расплава также снижается, что очень важно, так как уменьшение напряжений для всех сплавов платины с родием, применяемых для изготовления ФП, приводит к увеличению длительной прочности материала и снижению скорости ползучести [4].

ВЫВОДЫ

При большом количестве отверстий (более 400) и отношении длины фильерной пластины к ширине $\frac{a}{b} \leq 5$ необходимо устанавливать опорный ПХ как для более интенсивного охлаждения струек расплава, так и для увеличения срока службы ФП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудик Е.В., Грачев М.С., Коротева Л.И. К расчету фильерных питателей на прочность и деформацию// Каталог "В мире оборудования". – 2006, №3. С.24...25.
2. Грачев М.С. Расчет элемента фильерного питателя на прочность и жесткость// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №1. С. 25...28.
3. Вайнберг Д.В. Справочник по прочности, устойчивости и колебаниям пластин. – Киев, 1973. С.92...96.
4. Рытвин Е.В. Жаропрочность платиновых сплавов. – М., 1987.

Рекомендована кафедрой проектирования машин для производства химических волокон и красильно-отделочного оборудования. Поступила 25.12.06.