

где $r = \chi l_0^4 / (E_0 I_0)$.

Решение системы уравнений (3) найдем в виде суммы общего и частного решения.

Для нахождения общего решения выполним интегрирование системы (3) последовательно 8 раз при нулевом векторе G на интервале интегрирования $(0; 1)$. Первый раз решение выполним при векторе начальных краевых условий $(1, 0, \dots, 0)$,

$$\begin{bmatrix} V_2 \\ F_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} V_1 \\ F_1 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Нахождение частного решения проводим при нулевом векторе начальных параметров. При первом интегрировании примем $G = [0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0]^T$, при втором

второй раз $(0, 1, \dots, 0)$ и, наконец, 8-й раз $(0, 0, \dots, 1)$.

Численное интегрирование системы уравнений 8 раз дает соответственно 8 векторов, являющихся столбцами матрицы A . В левой части равенства получаем значения кинематических и статических параметров в правом сечении:

$G = [0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0]^T$. В итоге получим 2 вектора матрицы B размерностью 8×2 .

С учетом частного решения уравнение (4) окончательно принимает вид:

$$\begin{bmatrix} V_2 \\ F_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} V_1 \\ F_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{bmatrix} \bar{G}. \quad (5)$$

Здесь $\bar{G} = [-g_{1n}, -g_{2n}]^T$, где $g_{1n} = g_1 l_0^4 / (E_0 I_0)$, $g_{2n} = g_2 l_0^4 / (E_0 I_0)$.

Уравнение (5) неудобно для решения задач, содержащих последовательно расположенные участки, каждый из которых описывается подобным уравнением. Для получения уравнения состояния изгиба элемента необходимо объединить векторы

V_1 и V_2 в один вектор $V = [V_1, V_2]^T$, а векторы F_1 и F_2 – в вектор $F = [F_1, F_2]^T$.

После матричных операций над (5) получим систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ):

$$F = KV + HG \quad (6)$$

или:

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} H_1 \\ H_2 \end{bmatrix} \bar{G}, \quad (7)$$

где

$$\begin{aligned} F &= [F_1, F_2]^T; V = [V_1, V_2]^T; \\ K_{11} &= -A_{12}^{-1} A_{11}; K_{12} = A_{12}^{-1}; \\ K_{21} &= A_{21} - A_{22} A_{12}^{-1} A_{11}; K_{22} = A_{22} A_{12}^{-1}; \\ H_1 &= -A_{12}^{-1} B_1; H_2 = B_2 - A_{22} A_{12}^{-1} A_{11}. \end{aligned}$$

С помощью топологического описания конструкции ДВМ уравнения состояния

для отдельных элементов используются для формирования уравнения состояния ДВМ в целом. Решение СЛАУ позволяет определить узловые перемещения, а обратный переход к уравнениям состояния отдельных элементов – узловые силовые факторы в сечениях всех отдельных элементов.

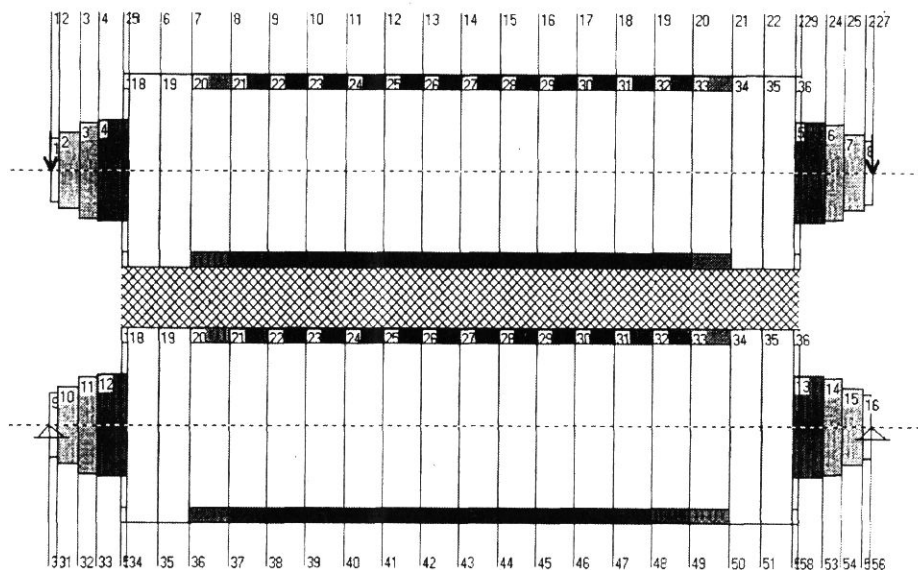


Рис. 1

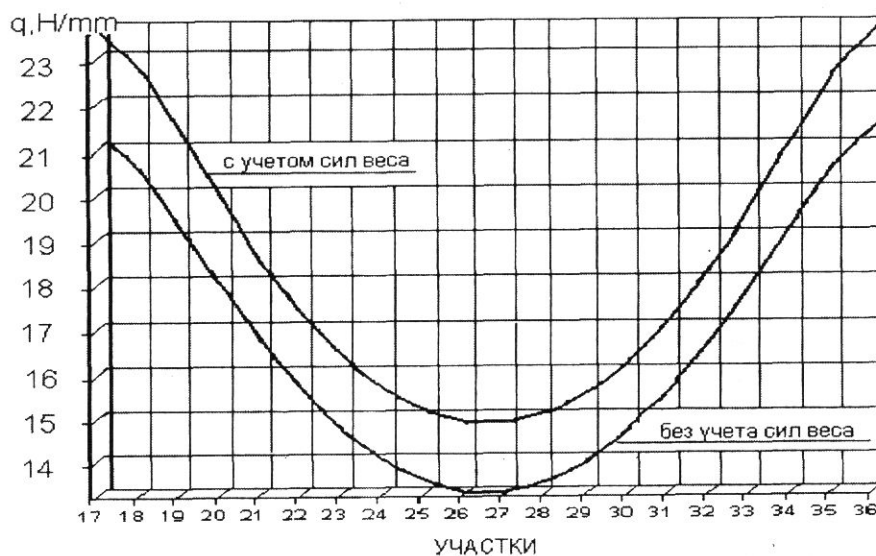


Рис. 2

Влияние сил собственного веса рассмотрим на примере ДВМ О-180 (рис. 1). При нагрузке на верхний вал 29800 Н модуль весит 4548 Н, что составляет 15% от нагрузки. При этом происходит изменение значений удельных нагрузок в жале.

На рис. 2 представлены графики удельных нагрузок в жале без учета и с учетом сил собственного веса, где заметны количественные отличия. Возросла номинальная удельная нагрузка с 16,55 до 19,08 кН/м. Значения максимальных удельных

нагрузок увеличились с 21,364 до 23,631 кН/м, а минимальных – с 13,249 до 14,849 кН/м. При этом неравномерность давления снизилась с 49 до 46%.

Неравномерность давления по ширине валов определялась отношением абсолютной разности максимальной и минимальной нагрузок к номинальной нагрузке. В целом же характер распределения давления по рабочей ширине модуля не изменился.

ВЫВОДЫ

1. Учет собственного веса валов ДВМ приводит к увеличению удельных нагрузок в жале валов. При собственном весе валов, составляющем 15% от величины усилия прижима валов, максимальные и минимальные значения удельных нагрузок увеличиваются соответственно на 10,6 и 11,2%.

2. Учет собственного веса валов ДВМ приводит к уменьшению неравномерности давления в жале валов по их длине и, следовательно, к уменьшению неравномерности отжима ткани в валах.

3. В связи с тем, что величины давления в жале валов и неравномерности дав-

ления являются важными параметрами технологического процесса отжима ткани, для повышения качества процесса отжима целесообразно для металлоемких валов учитывать одновременно усилие прижима валов и их вес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартышенко В.А., Подъячев А.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, № 3. С.99...102.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 22.11.02.