

Подстановка выражения (4.8) в уравнения (4.5) позволяет найти остальные компоненты перемещения оболочки:

$$v_{1(1)} = (c_1 + \int_s f ds) r \cos \vartheta + v_{2(1)} \sin \vartheta - r \gamma_{12(1)},$$

$$w_{(1)} = (\gamma_{12(1)} - \frac{1}{r} v_{2(1)} + \frac{\sin \vartheta}{r} v_{1(1)}) R_2. \quad (4.9)$$

Перемещения оболочки при изгибающей нагрузке находятся из выражений (2.1) при  $k=1$   $v_1 = v_{1(1)} \cos \varphi$ ,  $v_2 = v_{2(1)} \sin \varphi$ ,  $w = w_1 \cos \varphi$  после подстановки (4.8) и (4.9).

После определения перемещений и внутренних сил по общим формулам (1.3), (1.8) легко определяются компоненты безмоментного напряженного состояния при изгибающей нагрузке. Можно также легко показать [4], что при изгибающей нагрузке кольцевые сечения не выходят из своей плоскости, поворачиваясь вокруг оси  $z_0$  на угол

$$\theta = c_1 + \int_s f ds - \frac{1}{\cos \vartheta} (\gamma_{12(1)} + \epsilon_{2(1)} \sin \vartheta).$$

## § 5. СФЕРИЧЕСКИЕ ОБОЛОЧКИ

Уравнения  $k$ -х членов разложения общих безмоментных уравнений (1.10), (1.11) применительно к сферическим оболочкам при переходе к независимой переменной  $\vartheta$  ( $\vartheta = s/R$ ) приводятся к виду (см. (2.2), (2.3))

$$\frac{d}{d\vartheta} (N_{1(k)} \cos \vartheta) + N_{2(k)} \sin \vartheta + k S_{(k)} = -q_{1(k)} R \cos \vartheta,$$

$$\frac{1}{\cos \vartheta} \frac{d}{d\vartheta} (S_{(k)} \cos^2 \vartheta) - k N_{2(k)} = -q_{2(k)} R \cos \vartheta,$$

$$N_{1(k)} + N_{2(k)} = q_{3(k)} R; \quad (5.1)$$

$$\frac{d v_{1(k)}}{d\vartheta} + w_{(k)} = \epsilon_{1(k)} R, \quad \frac{k}{\cos \vartheta} v_{2(k)} - v_{1(k)} \operatorname{tg} \vartheta + w_{(k)} = \epsilon_{2(k)} R,$$

$$\cos \vartheta \frac{d}{d\vartheta} \left( \frac{v_{2(k)}}{\cos \vartheta} \right) - \frac{k}{\cos \vartheta} v_{1(k)} = \gamma_{12(k)} R. \quad (5.2)$$

Рассмотрим сначала решение безмоментных статических уравнений (5.1). С помощью третьего уравнения (5.1) исключим  $N_{2(k)}$  из первых двух:

$$\frac{1}{\cos \vartheta} \frac{d}{d\vartheta} (N_{1(k)} \cos^2 \vartheta) + k S_{(k)} = -(q_{1(k)} \cos \vartheta + q_{3(k)} \sin \vartheta) R,$$

$$\frac{1}{\cos \vartheta} \frac{d}{d\vartheta} (S_{(k)} \cos^2 \vartheta) + k N_{1(k)} = -(q_{2(k)} \cos \vartheta - k q_{3(k)}) R. \quad (5.3)$$

Используя известный прием теории тонких оболочек [4], превратим систему (5.3) в систему дифференциальных уравнений с постоянными