Безразмерная величина пролета a определяется из условия равнопрочности сечения 0 и сечения с максимальным изгибающим моментом в пролете a (см. рис. 11.28)

$$\bar{a} = ka = \frac{\frac{kR}{\omega_1}(1+\sqrt{2})}{\frac{p}{\omega_1}} = \frac{(1+\sqrt{2})\,\omega_1}{p}. \qquad (11.99)$$

Безразмерная величина пролета b определяется из условия равнопрочности последующих опорных сечений:

$$\bar{b} = kb = \frac{\frac{kR}{\omega_1} 2\sqrt{2}}{\frac{p}{\omega_1}} = \frac{2\sqrt{2}\omega_1}{p}. \qquad (11.100)$$

Из условия прочности i-го сечения, находим

$$\bar{c} = kc = \sqrt{\frac{\left(\frac{kR}{\omega_1}\right)^2}{\frac{p}{\omega_1}\left(1-\frac{p}{\omega_1}\right)}} = \sqrt{\frac{1}{\frac{p}{\omega_1}\left(1-\frac{p}{\omega_1}\right)}}. \qquad (11.101)$$

Усилия $\bar{Q}$ и $\bar{Q}_c$ определяются из условия равновесия с учетом зависимостей (11.96), (11.100) и (11.101)

$$\bar{Q}_c = \frac{kR}{\omega_1}\left(\sqrt{2}+\sqrt{\frac{1-\frac{p}{\omega_1}}{\frac{p}{\omega_1}}}\right) =$$

$$= \sqrt{2}+\sqrt{\frac{\omega_1}{p}-1}; \qquad (11.102)$$

$$\bar{Q} = \frac{p}{\omega_1} kb = 2\sqrt{2}\frac{kR}{\omega_1} = 2\sqrt{2}. \qquad (11.103)$$

Безразмерная глубина погружения или подъема трубопровода определяется из выражения (11.95) с учетом зависимостей (11.96) и (11.103)

$$\bar{h} = \frac{k^4 hEI}{\omega_1} = \frac{1}{6}\frac{kR}{\omega_1}\left[(\bar{a}-n_b\bar{b})+2\sqrt{2}\sum_1^{n_b}(n_b\bar{b})^3\right] -$$

$$-\frac{1}{24}\frac{p}{\omega_1}(\bar{a}+n_b\bar{b})^4. \qquad (11.104)$$

Безразмерная длина погруженного в воду участка трубопровода

$$\bar{L} = kL = \bar{a}+n_b\bar{b}.$$

На рис. 11.29 и 11.30 представлены графики зависимостей безразмерных параметров $\bar{a}$, $\bar{b}$, $\bar{c}$, $\bar{Q}_c$ и $\bar{h}$ от p/ω_1, полученные по выражениям (11.99), (11.100), (11.101), (11.102) и (11.103).

Используя приведенные выше формулы и графические зависимости (рис. 11.29 и 11.30), можно определить необходимое число и грузоподъемность поддерживающих устройств для подъема и погружения трубопровода при заданной глубине водоема, а также решить обратную задачу: определить допустимую глубину водоема, для которой возможно погружение (или подъем) трубопровода при заданном числе поддерживающих устройств. Приведенный метод может быть использован также и для расчета балластировки или усилий в анкерах при укладке трубопровода, имеющего положительную плавучесть, например на болотах (в этом случае усилия Q и Q_c на расчетной схеме рис. 11.28 будут направлены вниз).

РИС. 11.29.
Графики зависимости безразмерных расстояний $\bar{a}$, $\bar{b}$, $\bar{c}$ и безразмерного усилия $\bar{Q}_c$ от $\frac{p}{\omega_1}$

1 — $\bar{a}$; 2 — $\bar{b}$; 3 — $\bar{c}$; 4 — $\bar{Q}_c$

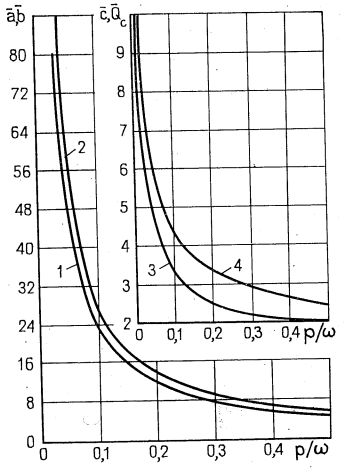


РИС. 11.30.
Графики зависимости безразмерной глубины $\bar{h}$ от $m=\frac{p}{\omega_1}$ и числа поддерживающих устройств n

