Угол наклона стрингера к горизонту в этом случае должен составлять

$$y_l^{\mathrm{I}}=\frac{p}{nH}\left(\bar{l}-2\,\mathrm{th}\frac{\bar{l}}{2}\right). \qquad (11.114)$$

Расчеты выполняются в следующем порядке: по заданным $h$, $p$, $E$, $I$, $W$ и $\sigma$ определяем по формуле (11.113) $f(\bar{l})$ и по графику рис. 11.31 соответствующее значение $\bar{l}$ и $\bar{h}$, а затем $H$ или $h$ при заданном $H$:

$$H=\sqrt{\frac{\bar{h}pEI}{h}}; \qquad h=\frac{\bar{h}pEI}{H^2}.$$

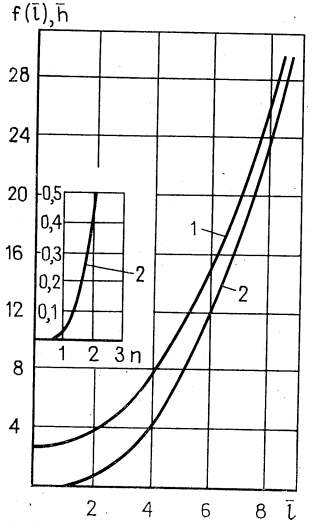
Длина пролета определяется из выражения $l=\bar{l}/n$, а угол наклона стрингера по формуле (11.114).

2. *Укладка трубопровода с баржи, оборудованной криволинейным стрингером.*

Используя условие $x=l$, $y^{\mathrm{II}}=-1/\rho=-M_l/EI$, получаем

$$R=\frac{p}{n}\,\mathrm{th}\,\frac{\bar{l}}{2}-M_l n\,\frac{1}{\mathrm{sh}\,\bar{l}}. \qquad (11.115)$$

РИС. 11.31.
Графики зависимости $\bar{h}$ и $f(\bar{l})$ от $\bar{l}$ (на поверхности воды $y_l^{\mathrm{I}}\neq 0$; $y_l^{\mathrm{II}}=0$);
*1* — зависимость $f(\bar{l})$; *2* — зависимость $\bar{h}$




Подставляя $nx$ из условия (11.111) в уравнение (11.107), получаем максимальное безразмерное напряжение в трубопроводе

$$\bar{\sigma}=\frac{\sigma W n^2}{p}=1-\sqrt{1-\left(\frac{Rn}{p}\right)^2}$$

и значение реакции

$$R=\frac{p}{n}\sqrt{1-(\bar{\sigma}-1)^2}. \qquad (11.116)$$

Глубина укладки трубопровода составляет

$$h=\frac{\bar{l}}{n^2}\cdot\frac{p}{H}\left(\frac{1}{2}-\mathrm{th}\,\frac{\bar{l}}{2}\right)-$$
$$-\frac{M_l}{H}\left(1-\frac{\bar{l}}{\mathrm{sh}\,\bar{l}}\right). \qquad (11.117)$$

Порядок расчета: по формуле (11.116) определяют $R$, затем $\bar{l}$ по (11.115), значения $h$ при заданном $H$ или $H$ при заданном $h$ находят по формуле (11.117).

3. *Трубопровод на барже или плавающей опоре горизонтален.*



Используя условие $x=l$, $y^{\mathrm{I}}=0$ из выражений (11.106) и (11.105), получаем

$$R=\frac{p}{n}\,\frac{\mathrm{sh}\,\bar{l}-\bar{l}}{\mathrm{ch}\,\bar{l}-1}$$

и

$$\bar{h}=\frac{hH^2}{pEI}=1-\mathrm{ch}\,l+\frac{1}{2}\left(\frac{\mathrm{sh}\,\bar{l}-\bar{l}}{\mathrm{sh}\,\frac{\bar{l}}{2}}\right)^2+\frac{n^2}{2}.$$

Выполняя преобразования, аналогичные преобразованиям при выводе формул (11.111)—(11.113), получаем

$$\bar{\sigma}=\frac{\sigma W n^2}{p}=1-\sqrt{1-\left(\frac{\mathrm{sh}\,\bar{l}-\bar{l}}{\mathrm{ch}\,\bar{l}-1}\right)^2};$$

$$\frac{\bar{h}}{\bar{\sigma}^2}=\frac{hpEI}{(\sigma W)^2}=f(\bar{l}).$$

РИС. 11.32.
Графики зависимости $\bar{h}$ и $f(\bar{l})$ от $\bar{l}$ (трубопровод на поверхности воды в горизонтальном положении):
*1* — зависимость $f(\bar{l})$; *2* — зависимость $\bar{h}$

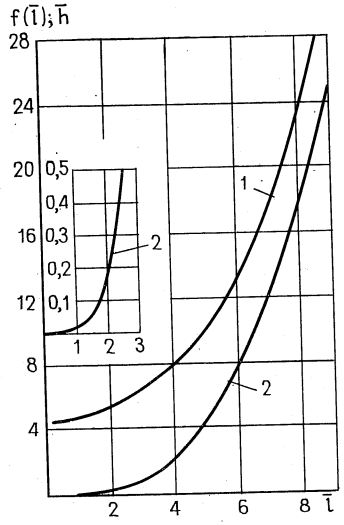



РИС. 11.33.
Схема укладки трубопровода с поддержкой по концам и растяжением:
*1* — дно водоема; *2* — трубопровод; *3* — трос; *4* — плавучие опоры

