упругого изгиба трубы $\rho_{c\,min}$ с линией, соединяющей различные значения H. Эта точка определяет минимальную длину стрингера l_{min} для заданного допустимого значения изгибающего момента в трубопроводе и усилие натяжения H, которое необходимо приложить к трубопроводу.

Зная минимально допустимую длину стрингера l_{min}, можно определить максимально возможный радиус его кривизны при уменьшении глубины укладки h, например, по мере приближения трубоукладочной баржи к берегу. Для этого кривая, соответствующая l_{min} и различным значениям ρ_c, перемещается вдоль горизонтальной оси влево на расстояние, соответствующее новому значению h. Точка пересечения этой кривой с линией, соединяющей различные значения H, будет определять максимально допустимый радиус кривизны $\rho_{c\,max}$ и соответствующее значение H (см. рис. 12.20).

2. Второй способ решения задачи основан на анализе безразмерных параметров, характеризующих стрингер и погружаемый трубопровод [42]. Считается, что в точке касания дна ($s=0$) угол наклона и кривизна трубопровода равны нулю. В верхней части стрингера при шарнирном соединении с кормой баржи изгибающий момент равен нулю. Принимается, что изгибающий момент в трубопроводе в точке шарнира стрингера также равен нулю. При укладке на больших глубинах трубопровод сходит со стрингера почти в вертикальном положении, и точка перегиба трубы находится вблизи нижнего конца стрингера. Поэтому предполагается, что изгибающий момент в трубопроводе на обоих концах стрингера равен нулю.

Процесс укладки трубопровода зависит от большого числа параметров, из которых можно образовать безразмерные группы — критерии подобия с соблюдением следующих условий: критерии должны включать независимые параметры, каждый параметр должен быть включен хотя бы в один из критериев. Такими критериями являются

$$\frac{H}{ph},\ \frac{H_0}{ph},\ \alpha,\ \frac{q}{p},\ \frac{l}{\rho_c},\ \frac{D}{\rho_c},\ \frac{D}{\rho},\ \frac{EI}{p\rho^3},\ \frac{h}{\rho}.$$

Число критериев можно сократить, если учесть, что угол $\alpha=10°$ постоянен; допустимая кривизна трубопровода на вогнутом и выпуклом участках, определяемая критериями D/ρ_c и D/ρ, постоянна; критерии H_0/ph и H/ph, характеризующие натяжение трубопровода у дна моря и на трубоукладочной барже, отличаются друг от друга на постоянную величину.

Кроме того, критерий, определяющий положительную плавучесть стрингера, можно исключить, используя условие равновесия выпуклого участка трубопровода. Это условие равновесия приближенно записывается в виде

$$q=\frac{ph}{y_c}, \qquad (12.30)$$

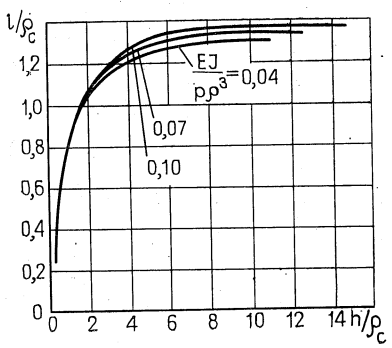


РИС. 12.21.
Графики зависимости безразмерной длины стрингера $\frac{l}{\rho_c}$ от безразмерной глубины укладки трубопровода $\frac{h}{\rho_c}$ для различных значений $\frac{EI}{p\rho^3}$ при $\frac{\rho_c}{\rho}=0{,}75$

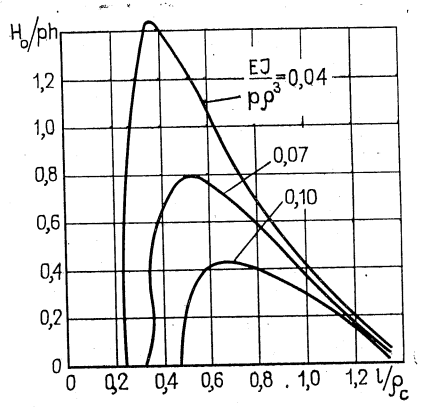


РИС. 12.22.
Графики зависимости безразмерного натяжения $\frac{H_0}{ph}$ от безразмерной длины стрингера $\frac{l}{\rho_c}$ для различных значений $\frac{EI}{p\rho^3}$ при $\frac{\rho_c}{\rho}=0{,}75$

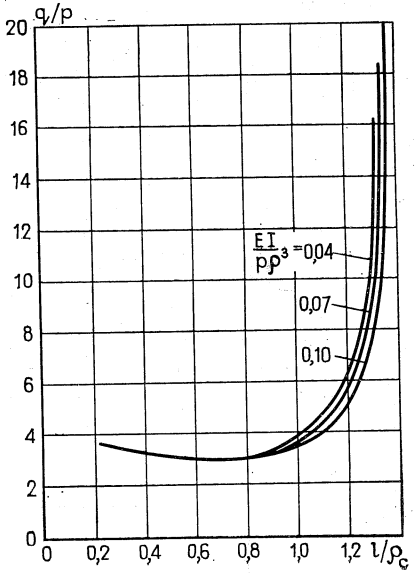


РИС. 12.23.
Графики зависимости безразмерной плавучести стрингера $\frac{q}{p}$ от длины $\frac{l}{\rho_c}$ для различных значений $\frac{EI}{p\rho^3}$ при $\frac{\rho_c}{\rho}=0{,}75$