

## Практическая работа 3

### Расчет ноги вышки на прочность

**Цель работы:** Научиться выполнять проверочный расчет вышки на устойчивость.

**Исходные данные:**

- Нагрузка на крюке от веса наиболее тяжелой колонны (взять из практического занятия №1),
- собственный вес вышки  $G_B = 300$  кН,
- высота вышки  $H = 45$  м.
- Остальные данные взять из таблицы 4 согласно своего варианта.

Таблица 4

вариант	$c$ , м	$t$ , м	$D$ , мм	$\delta$ , мм	$K$ , м	$\sigma_{шл}$ , МПа	$a$ , МПа	$e$ , МПа	$l$ , м
1	10	2,5	168	9	1,25	200	310	11,4	9
2	9	2,2	168	10	1,1	240	350	11,5	10
3	8	2	140	9	1,0	220	328	11,1	12
4	10	2,5	140	8	1,1	200	328	11,4	10
5	9	2,2	140	8	1,0	200	310	11,4	9
6	8	2	168	9	1,0	240	350	11,5	10
7	10	2,2	168	9	1,1	220	328	11,1	12
8	9	2	168	10	1,25	240	350	11,5	9
9	8	2,5	140	8	1,25	220	328	11,1	10
10	10	2,2	140	9	1,1	200	310	11,4	12
11	9	2,5	140	9	1,0	200	310	11,4	12
12	8	2	140	8	1,0	220	328	11,1	10
13	10	2,2	168	9	1,25	240	350	11,5	9
14	9	2	168	10	1,1	220	328	11,4	9
15	8	2,5	140	8	1,2	200	310	11,4	10
16	10	2,5	168	10	1,2	240	350	11,5	12
17	9	2,2	168	9	1,25	200	310	11,4	9
18	8	2	140	9	1,1	220	328	11,1	10
19	10	2,2	140	8	1,0	240	350	11,5	12
20	9	2,2	168	10	1,0	200	310	11,4	9
21	8	2,5	168	9	1,1	200	310	11,4	10
22	10	2,2	168	10	1,25	220	328	11,1	12
23	9	2	140	9	1,1	240	350	11,5	12
24	8	2,5	140	8	1,2	240	350	11,5	9
25	10	2,2	168	9	1,25	220	328	11,1	10
26	9	2	168	9	1,25	200	310	11,4	12
27	8	2,5	140	9	1,2	220	328	11,1	9
28	10	2	140	8	1,25	200	310	11,4	10
29	9	2,2	168	10	1,1	240	350	11,5	12
30	8	2,5	168	9	1,1	200	310	11,4	9

## Порядок выполнения:

1. Определяем вертикальную нагрузку на вышку.  $Q_{\text{верт}} = Q_{\text{кр}} + P_{\text{х.к}} + P_{\text{н.к}} + Q_{\text{к.б}} + G_{\text{выш}}$

2. Определяем нагрузку на ногу вышки  $P_n = \frac{Q_{\text{в}}}{2 \cos \alpha}$

где  $\alpha$  - угол наклона ноги к вертикали, град.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{c - m}{2H}$$

где  $c$  и  $m$  соответственно размеры нижнего и верхнего оснований вышки.

3. Определяем радиус инерции сечения ноги  $\rho = \sqrt{\frac{J}{4F}}$ , мм

где  $J$  – момент инерции сечения, мм<sup>4</sup>;

$F$  – площадь сечения стержня, мм<sup>2</sup>

$$J = 4(J_{x_1} + F \cdot K^2)$$

$$J_{x_1} = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4), \text{ мм}^4$$

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2), \text{ мм}^2$$

где  $D$  – наружный диаметр трубы, мм

$d$  – внутренний диаметр трубы, мм

$$d = D - 2\delta$$

где  $\delta$  - толщина стенки трубы, мм

4. Определяем гибкость ноги вышки  $\lambda = \frac{\mu \cdot l}{\rho}$

где  $\mu = 1$  – коэффициент приведения длины

$l$  – длина одной секции ноги, м

5. Определяем предельную гибкость  $\lambda_{\text{пред}} = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_{\text{п.ц}}}}$

где  $E = 2,1 \times 10^5$  МПа – модуль упругости материала

$\sigma_{\text{п.ц}}$  – предел пропорциональности, МПа

6. Если  $\lambda \geq \lambda_{\text{пред}}$ , то критическую силу определяем по формуле Эйлера  $P_{\text{кр}} = \frac{\pi^2 EJ}{(\mu l)^2}$ , Н

если  $\lambda < \lambda_{\text{пред}}$ , то критическую силу определяем по эмпирической формуле  $P_{\text{кр}} = (a - b\lambda)4F$ , Н

где  $a, b$  коэффициенты, зависящие от материала, МПа

7. Определяем коэффициент запаса устойчивости  $\Pi_y = \frac{P_{\text{кр}}}{P_n}$

8. Делаем вывод о прочности ноги вышки. Если  $\Pi_y \geq [\Pi_y]$  – прочность соблюдается. Где  $[\Pi_y] = 1,8 \div 3,0$  – требуемый коэффициент запаса устойчивости.