

Устойчивость башенных кранов

Устойчивость башенных кранов проверяют по тем же формулам, что и для самоходных кранов. Числовые значения коэффициентов грузовой и собственной устойчивости определяют при направлении стрелы, перпендикулярном линии опрокидывания, без учета действия рельсовых захватов. Коэффициент собственной устойчивости крана определяют при наименьшем вылете крюка.

Задача (Вариант 15):

Проверить грузовую устойчивость башенного крана с учетом дополнительных нагрузок и уклона пути при подъеме груза весом Q .

Данные: $Q=4000$ Н, $G=65000$ Н, $c=0,5$ м, $v=0,3$ м/с, $t=1$ с, $W=1500$ Па, $p=12$ м, $W1=500$ Па, $n=0,4$ мин⁻¹, $h=10$ м, $H=40$ м, $\alpha=2$, $b=2$ м, $a=19$ м, $h1=12$ м, $p1=10$ м

Грузовая устойчивость самоходного крана определяется условием

$$K_1 \cdot M_{\Gamma} \leq M_{\Pi}$$

K_1 – коэффициент грузовой устойчивости, принимаемый для горизонтального пути без учёта дополнительных нагрузок равным 1,4, а при наличии дополнительных (ветер, инерционные силы) влияния наибольшего допускаемого уклона – 1,15;

M_{Γ} – момент, создаваемый рабочим грузом относительно ребра опрокидывания, Н·м;

$$M_{\Gamma} = Q(a - b)$$

$$M_{\Gamma} = 4000(19 - 2) = 68\,000 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

МП – момент всех прочих нагрузок действующих на кран относительно того же ребра с учётом наибольшего допусаемого уклона пути, Н·м.

$$M_{II} = M_B^1 - M_Y - M_{Ц.С} - M_{II} - M_B$$

МВ1 – восстанавливающий момент от действия собственного веса крана, Н·м;

МУ – момент, возникающий от действия собственного веса крана при уклоне пути, Н·м;

МЦ.С. – момент от действия центробежных сил, Н·м;

МИ – момент от силы инерции при торможении опускающегося груза, Н·м;

МВ – ветровой момент, Н·м.

$$M_B^1 = G(b+c) \cdot \cos \alpha = 65\,000(2+0.5) \cdot \cos 2 = 162\,401 \text{ Н·м}$$

G – вес крана, Н;

c – расстояние от оси вращения крана до его центра тяжести, м;

α – угол уклона пути, град (для передвижных стреловых кранов $\alpha=3^\circ$ – при работе без выносных опор, $\alpha=1,5^\circ$ – при работе с выносными опорами).

$$M_Y = G \cdot h_1 \cdot \sin \alpha = 65\,000 \cdot 12 \cdot \sin 2 = 27\,221$$

h_1 – расстояние от центра тяжести крана до плоскости, проходящей через точки опорного контура, м.

$$M_{Ц.С} = \frac{Q \cdot n^2 \cdot a \cdot h}{900 - n^2 \cdot H} = \frac{4000 \cdot 0.4^2 \cdot 12 \cdot 10}{900 - 0.4^2 \cdot 40} = 21.3 \text{ Н·м}$$

n – частота вращения крана вокруг вертикальной оси, мин-1;

h – расстояние от оголовка стрелы до плоскости, проходящей через точки опорного контура, м;

H – расстояние от оголовка стрелы до центра тяжести подвешенного груза (при проверке на устойчивость груз приподнимают над землёй на 20-30 см), м.

$$M_{II} = \frac{Q \cdot v(a-b)}{g \cdot t} = \frac{4000 \cdot 0.3(19-2)}{9.81 \cdot 1} = 2\,079 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

v – скорость подъёма груза (при наличии свободного опускания груза расчётную скорость принимают равной 1,5 м/с), м/с ;

g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с²

t – время неустановившегося режима работы механизма подъёма (время торможения груза), с.

$$M_B = M_{B.H} + M_{B.G} = W \cdot \rho + W_1 \cdot \rho_1 = 1500 \cdot 12 + 500 \cdot 10 = 23\,000 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

W – ветровая нагрузка, действующая параллельно плоскости, на которой установлен кран, на наветренную площадь крана, Па;

W_1 – ветровая нагрузка, действующая параллельно плоскости, на которой установлен кран, на наветренную площадь груза, Па;

$\rho = h_1$ и $\rho_1 = h$ – расстояния от плоскости, проходящей через точки опорного контура, до центра приложения ветровой нагрузки, м.

Тогда момент всех прочих нагрузок, действующих на кран относительно того же ребра с учётом наибольшего допустимого уклона пути, Н·м

$$M_{II} = M_B^1 - M_Y - M_{Ц.С} - M_{II} - M_B$$

$$M_n = 162\,401 - 27\,221 - 21.3 - 2\,079 - 23\,000 = 110\,079.7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Грузовая устойчивость самоходного крана определяется условием

$$K_1 \cdot M_{\Gamma} \leq M_{II}$$

$$1.15 \cdot 68\,000 \leq 110\,079.7$$

$$78200 \leq 110\,079.7$$

Вывод: грузовая устойчивость самоходного крана соблюдена, то есть кран способен противодействовать опрокидывающим моментам, создаваемыми весом груза, силами инерции, ветровой нагрузкой рабочего состояния.