

Масса корретки оси Z 30кг.

Плечо по оси X от центра сечения до Центра Масс корретки $x_1=147\text{мм}=14,7\text{см}$

Плечо по оси Y от центра сечения до ЦМ корретки $y_1=58\text{мм}$

Изгибающий момент, действующий от веса каретки

$M=F \cdot l / \cos \alpha = 30 \cdot 15,8 / 0,93 = 509,55 \text{кг} \cdot \text{см}$. Округлим до $510 \text{кг} \cdot \text{см}$

Рассмотрим худший случай, при котором действуют 2 момента: 1) от действия массы корретки оси Z; 2) от действия фрезы в момент обработки детали. Величину второго момента высчитаем для аварийного варианта - когда фрезер остановился, но перемещение балки продолжается. Понимаем, что в этом случае скорее сломается фреза, но мы этим пренебрежем.

Используя расчет с Вашего форума (пост №42). Усилие на моторах будет 445кг. Находим момент в точке, которая соответствует концу фрезы. Плечи соответственно осям X, Y равны 209,5мм, округляем до 210мм и 363мм. Откуда плечо от центра балки до конца фрезы будет равно 419мм, округляем до 420мм.

$M=514 \text{кг} \cdot 42 \text{см} = 21588 \text{кг} \cdot \text{см}$.

Общий крутящий момент, действующий на балку $M_0=510+21588=22098 \text{кг} \cdot \text{см}$

Имея в сечении балку прямоугольного сечения, вычислим касательные напряжения при кручении

$$\tau = \frac{M_k}{2\delta(a-0.5\delta)(b-0.5\delta)} \approx \frac{M_k}{2\delta ab} = \frac{22098}{2 \times 0.6 \times 20 \times 10} = 92.0 \text{кг} / \text{см}^2$$

Трубы профильные изготавливаются из материала Ст2 и 09Г2С. Берем худший вариант - Ст3. Допускаемые напряжения для Ст3 при кручении в условии знакопеременной

нагрузки равны $\tau_{кр} = 510 \text{кг} / \text{см}^2$.

Имеем запас прочности

$$n = \frac{\tau_{кр}}{\tau} = \frac{510}{92} = 5,54$$

В реальной жизни таких нагрузок не будет, тем более при расчете я не учитывал наваренные листы на профильные трубы и рельсовые направляющие. А они будут давать хорошее дополнение к жесткости!

Вычисляем угол закручивания балки (с учетом наваренных листов толщиной 3мм):

$$\varphi = \frac{M_k \times l}{G \times I_x}; \quad I_x = \beta(hb^3 - h_1b_1^3)$$

$$I_x = 0.229 \times (20 \times 10^3 - 18.2 \times 8.2^3) = 2282 \text{см}^4$$

$$\varphi = \frac{22098 \times 160}{8 \times 10^4 \times 2282} = 0.0194 \text{рад} = 1^\circ 6'$$

где 160см - балка в местах защемления (не габаритный размер).