

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ДЕЙСТВИИ УДАРНОЙ НАГРУЗКИ

*Студент – Леган В.Е., 41 тс, 2 курс, ФТС*

*Научный*

*руководитель – Мисуно О.И., к.т.н., доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** В статье рассмотрено повышение прочности конструкции, воспринимающей удар, за счет установки в месте удара буферного груза оптимальной величины.

**Ключевые слова:** конструкция, ударная нагрузка, буферный груз, наибольшие нормальные напряжения, динамический коэффициент.

При ударной нагрузке происходит резкое изменение скоростей соприкоснувшихся тел за очень малый промежуток времени. При ударе возникают большие ударные нагрузки, чаще всего превосходящие соответствующие статические нагрузки.

Наибольшие нормальные напряжения в конструкции, возникающие при ударе, определяются по формуле:

$$\sigma_{\max д} = \sigma_{\max ст} K_d, \quad (1)$$

где  $\sigma_{\max ст}$  – наибольшие нормальные напряжения в конструкции, возникающие при статическом действии силы тяжести ударяющего груза  $F$ .

$K_d$  – динамический коэффициент.

Наибольшие нормальные напряжения, возникающие в конструкции, испытывающей в основном изгиб, при статическом нагружении грузом  $F$  определяются по формуле:

$$\sigma_{\max ст} = \frac{M_{\max}}{W_z}, \quad (2)$$

где  $M_{\max}$  – максимальный изгибающий момент в элементах конструкции, определяемый из эпюры  $M$ .

$W_z$  – осевой момент сопротивления поперечного сечения элемента конструкции, в котором действует  $M_{\max}$ .

Динамическим коэффициентом  $K_d$  при действии ударной нагрузки можно определить по формуле [1]:

$$K_d = \sin \alpha + \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{v^2}{g \Delta_{ст} \left(1 + \eta \frac{Q}{F}\right)}}, \quad (3)$$

где  $\alpha$  – угол, который составляет направление удара с горизонтом;  
 $v$  – скорость груза  $F$  в момент удара;  
 $g$  – ускорение свободного падения;  
 $\Delta_{ст}$  – перемещение в конструкции в месте удара по направлению удара, вызванное статическим действием силы тяжести ударяющего груза  $F$ ;  
 $\eta$  – коэффициент приведения массы ударяемой конструкции к точке удара;  
 $Q$  – сила тяжести ударяемой конструкции.

Следовательно для снижения наибольших нормальных напряжений в конструкции при ударе, а значит для повышения ее прочности, необходимо снижать величину динамического коэффициента. Как видно из формулы (3),  $K_d$  будет уменьшаться при увеличении веса конструкции.

В качестве исследуемой конструкции примем двутавровую балку, шарнирно закрепленную по концам. Посередине пролета балки происходит вертикальный удар грузом  $F$  при его падении с высоты  $h$  с начальной скоростью равной нулю (рисунок 1). Также для снижения отрицательного воздействия ударной нагрузки посередине пролета балки установлен дополнительно буферный груз  $Q$ .

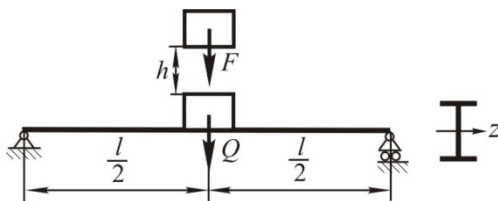


Рисунок 1 – Расчетная схема балки с дополнительным буферным грузом

Балка испытывает вертикальный изгибающий удар. Наибольшие нормальные напряжения, возникающие в балке при ударе, будут определяться как сумма напряжений:

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\max ст}^{(Q)} + \sigma_{\max д}^{(F)} = \sigma_{\max ст}^{(Q)} + \sigma_{\max ст} K_d, \quad (4)$$

где  $\sigma_{\max ст}^{(Q)}$  и  $\sigma_{\max д}^{(F)}$  – наибольшие нормальные напряжения в балке, вызванные, соответственно, статическим действием груза  $Q$  и динамическим действием груза  $F$ .

Перемещение в балке в месте удара по направлению удара (посередине пролета), вызванное статическим действием силы тяжести ударяющего груза  $F$ , равно

$$\Delta_{ст} = \frac{F l^3}{48EI_z}, \quad (5)$$

где  $E$  – модуль упругости материала балки;

$I_z$  – осевой момент инерции поперечного сечения балки.

В рассматриваемом случае нагружения, когда размеры груза  $Q$  малы по сравнению с длиной балки ( $\eta=1$ ) динамический коэффициент будет равен

$$K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\frac{Fl^3}{48EI_z} \left(1 + \frac{Q}{F}\right)}}. \quad (5)$$

Тогда выражение (4) примет вид

$$\sigma_{max} = \frac{Ql}{4W_z} + \frac{Fl}{4W_z} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\frac{Fl^3}{48EI_z} \left(1 + \frac{Q}{F}\right)}} \right). \quad (6)$$

Из выражения (6) видно, что с увеличением силы тяжести буферного груза снижается динамический коэффициент, а вместе с ним и наибольшие динамические напряжения (второе слагаемое). В тоже время, с увеличением  $Q$  возрастают статические напряжения в балке (первое слагаемое в (6), вызванные воздействием буферного груза. Значит, функция  $\sigma_{max} = f(Q)$  будет иметь минимум, соответствующий наименьшим значениям  $\sigma_{max}$  в балке при оптимальной величине силы тяжести буферного груза  $Q_{opt}$ .

Исследуем уравнение (6) с целью определения  $Q_{opt}$ , принимая следующие исходные данные: балка – двутавр № 24 ( $I_z = 3460 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$ ,  $W_z = 289 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$ ,  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ );  $l = 3 \text{ м}$ ;  $F = 5 \text{ кН}$ ;  $h = 25 \text{ мм}$ . С этой целью была разработана в многофункциональной интегрированной среде *Delphi* программа, позволяющая при изменяющихся значениях  $Q$  определять  $\sigma_{max}$  в балке и строить графическую зависимость  $\sigma_{max} = f(Q/F)$ , представленную на рисунке 2.

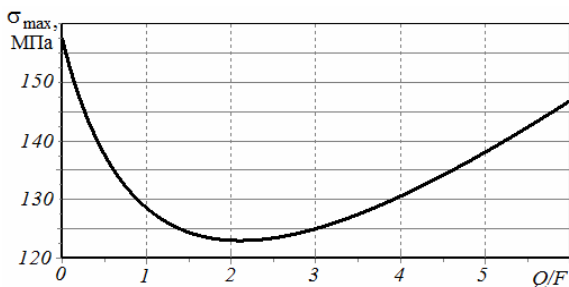


Рисунок 2 – Зависимость наибольшего нормального напряжения в балке от отношения  $Q/F$

Выполненные расчеты показывают, что установка на балке в месте удара буферного груза величиной  $Q_{opt} = 2,1F$  позволяет повысить ее прочность на 22 % (наибольшие напряжения снижаются со 157,5 МПа до 123 МПа).

#### Список использованных источников

1 Подскребко, М.Д. Сопротивление материалов: учебник / М.Д. Подскребко. – Минск: Выш. шк., 2007. – 797 с.: ил.

УДК 629. 114. 121

### МАШИНА ДЛЯ УНИЧТОЖЕНИЯ САРАНЧИ

*Студенты – Матвеев В.Г., 16 пп, 2 курс;  
Глаз Е.Ю., 24 мо, 2 курс, ФТС*

*Научный*

*руководитель – Агейчик В.А., к.т.н., доцент  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** В статье рассмотрены методы борьбы с саранчовыми вредителями, которые представляют серьезную угрозу для сельского хозяйства южных областей. Отмечено, что важно уничтожить саранчу на полях до посадки сельскохозяйственных растений и до появления у личинок крыльев, с помощью которых они бы могли покинуть место их уничтожения при обнаружении опасности последнего. Предлагается решать поставленную проблему с помощью машины для уничтожения саранчи включающей множество рыхлителей присоединенных к генератору электрического тока.