

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КУСКА ПОРОДЫ ПРИ ВЫЛЕТЕ ИЗ КОВША РОТОРА ЭКСКАВАТОРА

Назимова Д.А.

Научный руководитель – канд.техн.наук Косолапова С.А.
Сибирский федеральный университет

Роторный экскаватор - экскаватор непрерывного действия на гусеничном или шагающе-рельсовом ходовом оборудовании разрабатывающий породу с помощью рабочих элементов (ковшов, скребков или резцов), укрепленных на роторном колесе. Применяется роторный экскаватор, чаще всего, без предварительного рыхления взрывом на породах малой и средней крепости, а более крепких пород - после рыхления. Предназначен для ведения вскрышных или добычных работ верхним и нижним черпанием, разработки выемок (каналов), удаления породы в отвал или погрузки горной массы в транспортное средство (рис.1).



Рисунок 1 - Роторный экскаватор

Погрузка горной породы может осуществляться непосредственно в автомобильный или железнодорожный транспорт или перемещаться по конвейеру.

Кусок породы, принимаемый за материальную точку, после вылета из ковша экскаватора совершает свободное падение с ускорением g и начальной скоростью v_0 , которую можно считать известной как по модулю, так и по направлению (рис 2.).

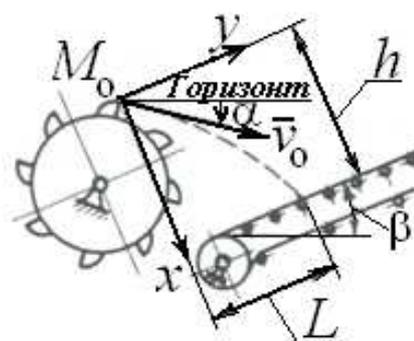


Рисунок 2 - Схема падения куска породы на ленту конвейера

Определим начальные координаты точки, проекции ее начальной скорости и полного ускорения на оси координат, принятые на рис.2

$$\begin{aligned}
x_o &= 0; y_o = 0; \\
v_{ox} &= v_o \sin \gamma; v_{oy} = v_o \cos \gamma; \\
a_x &= g \cos \beta; a_y = -g \sin \beta.
\end{aligned}$$

где $\gamma = \alpha + \beta$;

α - угол между вектором начальной скорости и горизонтом;

β - угол наклона конвейера к горизонту.

Проекция ускорения на оси координат постоянны по величине, следовательно, движение точки вдоль осей равнопеременное. Уравнения движения в этом случае принимают вид:

$$x = v_o t \sin \gamma + 0,5 g t^2 \cos \beta; \quad (1)$$

$$y = v_o t \cos \gamma + 0,5 g t^2 \sin \beta. \quad (2)$$

Определим время падения t_1 куска породы на ленту конвейера, для этого в уравнение (1) подставим $x = h$ (h – высота падения куска породы на ленту конвейера)

$$h = v_o t_1 \sin \gamma + 0,5 g t_1^2 \cos \beta. \quad (3)$$

Решая уравнение (3), получим

$$t_1 = \frac{v_o \sin \gamma}{g \cos \beta} \left[\sqrt{1 + \frac{2gh \cos \beta}{(v_o \sin \gamma)^2}} - 1 \right]. \quad (4)$$

Дальность полета L куска породы можно вычислить из уравнения (2)

$$\begin{aligned}
L = y &= v_o t_1 \cos \gamma + 0,5 g t_1^2 \sin \beta = \\
&= v_o t_1 \cos \gamma - 0,5 g \left(-\frac{2v_o \sin \gamma}{g \cos \beta} t_1 + \frac{2h}{g \cos \beta} \right) \sin \beta.
\end{aligned}$$

После подстановки уравнения (4) получим

$$L = \frac{v_o^2 \cos \alpha \sin \gamma}{g \cos^2 \beta} \left[\sqrt{1 + \frac{2gh \cos \beta}{(v_o \sin \gamma)^2}} - 1 \right] - h g \beta.$$

Чтобы падающий на ленту кусок не проскальзывал по ленте конвейера при падении на нее, необходимо равенство скорости ленты v и проекции скорости куска v_y на ось y при $t=t_1$

$$\begin{aligned}
v &= \dot{y}_{t=t_1} = v_o \cos \gamma - g t_1 \sin \beta = \\
&= v_o \cos \gamma - g \frac{v_o \sin \gamma}{g \cos \beta} \left[\sqrt{1 + \frac{2gh \cos \beta}{(v_o \sin \gamma)^2}} - 1 \right] \sin \beta.
\end{aligned}$$

Изменяя угол наклона конвейера к линии горизонта можно изменить время падения куска на ленту конвейера, дальность его полета, а также скорости ленты.