

К ТЕОРИИ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПАССИВНОГО ДЕЙСТВИЯ

При деформации рабочих органов пассивного действия под влиянием сил реакции грунта точка приложения равнодействующей этих сил смещается по некоторой дуге. На этом пути равнодействующая сил реакции совершает определенную работу. Максимальная работа сил реакции определяет запас потенциальной энергии упругодеформированного рабочего органа пассивного действия. Найдем зависимость потенциальной энергии от основных параметров рабочего органа и физико-механических свойств грунта.

Элементарная работа сил реакции

$$dA = R(s) ds \cos \varphi, \quad (1)$$

где $R(s)$ — равнодействующая сил реакции является функцией пути, который проходит точка приложения;

ds — элементарное изменение пути;

φ — угол между направлением силы и перемещением.

Известно, что

$$dx = ds \cos \varphi; \quad dA = R(x) dx; \quad dA = dW \quad (2)$$

Тогда

$$W = \int_0^{x_m} R(x) dx, \quad (3)$$

где x_m — максимальное изменение координаты x при деформации рабочего органа пассивного действия.

Известно [1, 2], что

$$R(x) = \frac{6E_1 I x}{(y_c + l_3)^3}; \quad x_m = \frac{R_m (y_c + l_3)^3}{3E_1 I}; \quad (4)$$

$$R_m = \frac{6E_1 I \Delta}{3(y_c + l_3)(h + l_3)^2 - (h + l_2)^3},$$

где E_1 — модуль упругости материала, из которого изготовлен рабочий орган пассивного действия;

I — экваториальный момент инерции, зависящий от сечения рабочего органа горизонтальной плоскостью;

Δ — допустимое максимальное отклонение оси рабочего органа пассивного действия;

- y_c — координата точки приложения равнодействующей сил реакции грунта по глубине;
 l_3 — расстояние от поверхности земли до точки закрепления рабочего органа на агрегате;
 h — глубина резания грунта .

Подставляя (5) в (4), получим

$$x_m = \frac{2\Delta(y_c + l_3)^3}{3(y_c + l_3)(h + l_3)^2 - (h + l_3)^3}, \quad (6)$$

Тогда

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{3E_1 I}{(y_c + l_3)^3} \int_0^m x dx = \\
 &= \frac{12E_1 I \Delta^2 (y_c + l_3)^3}{[3(y_c + l_3)(h + l_3)^2 - (h + l_3)^3]^2}. \quad (7)
 \end{aligned}$$

Для рабочего органа пассивного действия, имеющего трехгранную, симметричную, сплошную форму поперечного сечения, экваториальный момент инерции площади поперечного сечения

$$I = \frac{1}{72} b^4 \operatorname{ctg}^3 \frac{\alpha}{2}, \quad (8)$$

где b — толщина рабочего органа;
 α — угол заострения его.

Подставляя (8) в (7), найдем

$$W = \frac{E_1 b^4 \Delta (y_c + l_3)^3 \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}}{6[3(y_c + l_3)(h + l_3)^2 - (h + l_3)^3]^2}. \quad (9)$$

Формула (9) может быть использована при расчете потенциальной энергии упругодеформированных рабочих органов пассивного действия, величину которой необходимо знать при конструировании машин с рабочими органами подобного типа.

Точка приложения максимальной равнодействующей сил реакции, которая определяется по формуле (5), имеет координаты

$$\left. \begin{aligned}
 y_c &= \frac{2kR_1 h_0 + R(1+k)(h+h_0)}{2(1+k)(1+k_2)}; \\
 R_c &= \frac{Bk^2 h_0^{k-1} + 2R_2 D(2k-1)}{2(2k-1)(1+R_2)}
 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

где k — коэффициент, характеризующий деформацию сдвига грунтового массива;

R_1 и R_2 — равнодействующие сил реакции в зоне рыхления и в зоне упругих и пластических деформаций;

h_0 — глубина залегания граничной линии;

B и D — коэффициенты:

$$B = c(1 + 0,1 b) \beta_0; \quad (11)$$

$$D = \tau_0 b \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + 0,2 \mu E \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} + \frac{f}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) \left(e^{\frac{b}{2\lambda}} - 1 \right); \quad (12)$$

где c — число ударов ударника ДорНИИ;

β_0 — коэффициент, учитывающий угол заострения;

τ_0 — коэффициент, характеризующий сцепление между частицами грунта и рабочей поверхностью;

μ — коэффициент, учитывающий влияние толщины рабочего органа на деформацию сжатия грунта;

E — модуль упругости грунта.

Литература

1. Уродов В. И. Определение усилий резания грунта клиновидными ножами с учетом двух фаз резания. Труды ЦНИИМЭСХ, т. 3, из-во «Высшая школа», Минск, 1964.

2. Уродов В. И. Резание грунта трехгранным клином в зоне предельной грубины копания и в сплошной грунтовой среде. Работы молодых ученых, Минск, 1965.

3. Baganz K. Untersuchungen über Modelbeziehungen bei Bodenbearbeitungswerkzeugen Mitt. Dtsch. Agrrotechnik, m 15, № 12, 1965.

4. Bowditch H. G. Analysis of wear of scarifier shares. journal of Agricultural Engineering Research, № 1, London, March, 1969.

Е. А. САВЕНОК

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЛОКАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ ОТ КИНЕМАТИЧЕСКОГО ВИНТА НА ОСНОВЕ ОДНОПЛОСКОСТНОГО СПОСОБА ИЗОБРАЖЕНИЯ

В самом общем случае движения мгновенное кинематическое состояние тела может быть определено либо двумя винтами (винты скоростей и ускорений), либо двумя бивекторами (бивекторы скоростей и ускорений).