

УДК 631.316.6 +631.319.2

ДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАМ И РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРА

¹Анутов Р.М., ²Котельников В.Я., ³Козьявин А.А., ²Котельников А.В., ¹Тищенко Д.Е.

¹Грязинский культиваторный завод, Грязи;

²Юго-Западный госуниверситет, Курск, e-mail: rotor9090@mail.ru;

³ККГСХА, Курск

Даны исследования динамико-технологических параметров сепарирующих рабочих органов культиватора. Агрегат во время работы подвергается действию внешних сил. Все силы, за исключением собственного веса, не являются постоянными, а изменяются, принимая различные значения, в зависимости от положения культиватора и физико-механических свойств почвы.

Ключевые слова: культиваторы, динамическое нагружение конструкций, силовой расчет

DYNAMIC RESEARCH OF CHASSES AND WORKING TOOLS OF CULTIVATOR

¹Anutov R.M., ²Kotelnikov V.Y., ³Kozyavin A.A., ²Kotelnikov A.V., ¹Tishchenko D.E.

¹Gryazinsky cultivator plant, Gryazi;

²Southwestern State University, Kursk, e-mail: rotor9090@mail.ru;

³KKGSKHA, Kursk

In the article the research of dynamic-technological parameters of separate working tools of cultivator is given. The unit during operation is subjected to external forces. All of force except its own weight, are not constant, but change, taking different values, depending on the position of the cultivator and the physical and mechanical properties of the soil.

Keywords: cultivators, dynamic structural loading

Агрегат во время работы подвергается действию внешних сил. Так, на прицепной агрегат действуют силы: тяги P ; сопротивления почвы рабочим органам R_r ; сопротивления перекачиванию R_n ; реакций почвы, действующих на колеса и в точке прицепа N_1, N_2, N_3 , а также собственного веса культиватора G . На навесной агрегат оказывают действие силы, передающиеся через тяги гидроподъемника P_1, P_2 и P_3 , силы сопротивления почвы рабочим органам R_r , реакции опорным каткам N_1, N_2, N_i и собственный вес агрегата G .

Кроме этих сил, агрегат нагружается боковыми силами. Силы инерции возникают при изменении направления движения агрегата или действуют на уклонах от составляющей силы веса машины. Рама также нагружается в процессе автоматического подъема рабочих органов гидроцилиндрами.

Все силы, за исключением собственного веса, не являются постоянными, а изменяются, принимая различные значения, в зависимости от положения культиватора и физико-механических свойств почвы.

Наибольшего значения действующие на раму агрегата силы достигают в момент полного заглубления рабочих органов в почву. Это значение действующих сил и следует принять за исходное при расчетах.

Сила сопротивления рабочим органам будет равна

$$R = ir,$$

где I – количество рабочих органов; r – сопротивление почвы одному рабочему органу.

Величина r зависит от типа и размера рабочего органа, а также от физико-механических свойств почвы. Силу сопротивления почвы рабочим органам находим из уравнения:

$$R = pB_k - R_n,$$

где p – удельное сопротивление почвы рабочему органу; B_k – ширина захвата агрегата; R_n – сопротивление перекачиванию.

Величина силы сопротивления перекачиванию определяется из выражения:

$$R_n = fG,$$

где f – коэффициент перекачивания; G – собственный вес агрегата.

Коэффициент перекачивания обычно составляет $f = 0,25 \dots 0,3$.

Удельное сопротивление почвы рабочим органам в зависимости от глубины обработки почвы приведено в справочнике.

Величина сил N_1/N_2 достигает максимального значения в момент начала выглубления рабочих органов. При расчете комбинированного агрегата принимают, что $N_1 = N_2$.

Тогда

$$N_1 = N_2 = \frac{G + G_n + R'}{2},$$

где G – вес агрегата; G_n – вес почвы, поднимаемой вместе с рабочими органами в момент начала их подъема; R' – сопротив-

ление почвы разрушению в начальный момент выглубления рабочих органов.

Вес почвы равен

$$G_n = iF_p h g_p,$$

где i – количество рабочих органов; F_p – площадь проекции лапы культиватора на горизонтальную плоскость; h – глубина культивации; g_p – удельный вес почвы ($g_p = 0,0024 + 0,0028 \text{ кг/см}^3$).

Сопротивление почвы при выглублении лап может быть найдено из выражения:

$$R_1 = s_{\text{сд}} F_{\text{сд}},$$

где $s_{\text{сд}}$ – напряжение сдвига почвы ($s_{\text{сд}} = 95 + 125 \text{ г/см}^2$); $F_{\text{сд}}$ – площадь сдвига.

Причем

$$F_{\text{сд}} = \frac{b}{\sin \gamma} h,$$

где b – ширина захвата лапы; g – половина угла раствора лапы; h – глубина хода лапы в почве. Значение h принимается максимальным.

Общее сопротивление почвы при выглублении лап равно

$$R^2 = iR'_1 = i s_{\text{сд}} F_{\text{сд}}.$$

Значение силы N_3 принимается равным 15–20 кг, которое достигается расположением рабочих органов. Определив величину действующих сил, приступают к расчету деталей агрегата на прочность.

Элементарные силы сопротивления почвы, действующие во время обработки почвы на рабочие органы, сводятся к результирующей силе и паре. Эту пространственную силовую характеристику рабочих органов можно заменить тремя эквивалентными составляющими суммарного сопротивления почвы R_x , R_y и R_z , действующими во взаимно-перпендикулярных плоскостях и не проходящими через одну точку.

Продольная горизонтальная сила R_x равна

$$R_x = Kab,$$

где K – удельное сопротивление почвы, кг/см^2 ; a и b – размеры пласта.

Сила R_x проходит через центр давления каждого рабочего органа.

При обработке почвы тяговое сопротивление затупленных рабочих органов возрастает и может увеличиться на 5–20%. Силы сопротивления почвы, действующие на основные рабочие органы, передаются через стойки на раму плуга в виде изгибающих и крутящих моментов, продольных и поперечных сил. Момент в вертикальной плоскости от продольной составляющей силы R_x в общем случае равен

$$M_y = R_x H,$$

где H – плечо этой силы относительно поперечной оси, совпадающей с плоскостью рамы. Поэтому несущие конструкции рассчитывают на более высокие внешние эксплуатационные нагрузки.