

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВОРОТНОЙ ЛАПЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В РЯДАХ МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ

А. Т. Мусурмонов, Х. Б. Утаганов, Ў. О. Очилдиев, А. А. Раджабов

НИИСВиВ, им.акад. М.М.Мирзаева

ARTICLE INFO.

Ключевые слова: Виноград, кинематика, лапа, скорость, поворотная, привод, гидромеханика, динамика, штаб, ряд.

Аннотация

В статье с помощью анализа динамики, изучены устойчивости привода и определены параметры системы, соответствующие появлению автоколебательных режимов движения гидромеханического привода, по частоте и амплитуде автоколебаний, получено выражение момента привода односторонней поворотной лапы и построенные обобщенные нагрузочные характеристики позволили определять моменты привода для разных размеров длиной лезвия L и режимов движения ($\varphi_L, \dot{\varphi}_L, V$) рабочего органа.

<http://www.gospodarkainnowacje.pl/> © 2023 LWAB.

Анализ состояния вопроса показал, что наиболее эффективным является способ для обработки межствольных полос интенсивных садов с помощью рабочего органа пассивного типа в виде плоскорезного ножа, с управлением гидроследящей системы [1,2,3].

Решающим фактором выбора оптимальной схемы устройства является качество выполнения технологического процесса – полнота подрезания сорной растительности в околоштабной зоне и степень повреждения коры штамба дерева.

Указанная задача решается тем, что в устройстве для межствольной обработки почвы, включающим поворотную лапу 2 с гидромеханическим приводом, гидроцилиндр 4, гидрораспределитель 6, управление от шупа 7, посредством рычажно-шарнирных систем, причем шуп жестко связан с шайбой, установленной в корпусе гидрораспределителя, а золотник посредством пальца жестко связан со стойкой поворотной лапы, к стойке поворотной лапы жестко соединен одним концом рычага 5, а другим концом шарнирно соединен со штоком гидроцилиндра 4, причем в верхней крышке гидрораспределителя 6 выполнены два дугообразных паза, в шайбе два дугообразных отверстия, сдвинутых по фазе относительно пазов на 90° , а золотник имеет две кольцевые проточки и две сегментные прорези [4] (рис.1).

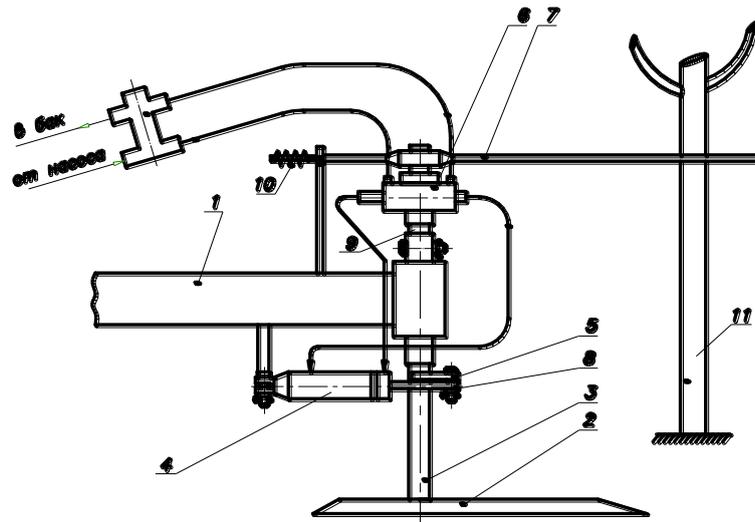


Рис.1 Приспособление для обработки почвы межствольных полос в садах.

1-рама; 2-рабочий орган; 3-стойка; 4-гидроцилиндр; 5-рычаг; 6- гидрораспределитель; 7-щуп; 8-шток; 9-золотник; 10-пружина; 11-штамб дерева.

При встрече со штамбом дерева 11 рабочий орган 2 или связанный с ним рычаг-щуп 7 во избежание повреждения корневой системы деревьев должен выйти из ряда, обойти штамб, и вновь вернуться в исходное состояние.

Действующие агротехнические требования к обработке почвы в садах с учетом почвенно-климатических условий, породы, сорта, возраста растений, схем их посадки, способа формирования крон и других факторов, обусловили специфические требования к гидроавтоматическим системам управления.

Гидромеханическое устройство для межштамбовой обработки почвы в многолетних насаждениях представляет собой позиционную следящую систему, объектом управления которой являются поворотная плоскорежущая лапа.

Уравнение движения поворотной лапы с учетом движущего момента со стороны привода и момента сил технологического сопротивления может быть записано [5,6]:

$$J_{\perp} \ddot{\varphi}_{\perp} = M_{\text{дв}} - M_{\text{сопр}}, \quad (1)$$

где J_{\perp} - момент инерции лапы относительно оси ее поворота;

$\ddot{\varphi}_{\perp}$ - угловое ускорение лапы;

$M_{\text{дв}}$ - момент движущих сил привода;

$M_{\text{сопр}}$ - момент сил технологического сопротивления деформации почвы.

Энергетический расчет исполнительного механизма определяется, главным образом, энергоемкостью технологического процесса, а рабочий момент лапы является одной из основных характеристик автоматической системы. Важность этой характеристики возрастает еще и в связи с ограниченной мощностью источника гидравлической энергии для питания исполнительных механизмов в условиях тракторного агрегата.

Следовательно, при составлении выражений для моментов необходимо исходить из удельных сопротивлений на единицу захвата рабочего лезвия, как это принято в работе [7,8,9].

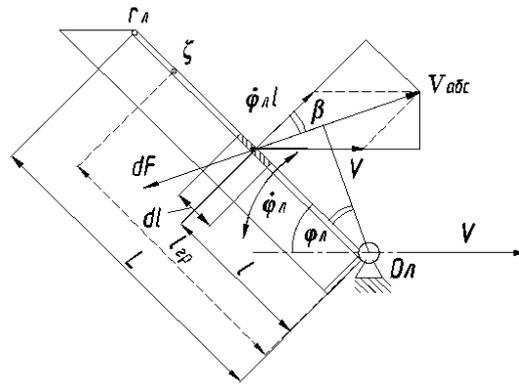


Рис. 2. Расчетная схема для определения момента сопротивления привода лапы

Из схемы на рис. 2 выразим элементарный момент сопротивления деформации почвы:

$$dM_{comp} = q \cdot l \cdot \cos^2 \beta \cdot dl. \tag{2}$$

Здесь:

q - удельное сопротивление на единицу захвата лезвия лапы по направлению абсолютной скорости его перемещения;

$dl \cdot \cos \beta$ - захват элементарной части лезвия;

$l \cdot \cos \beta$ - плечо элементарной силы сопротивления.

Удельное сопротивление должно учитывать скоростной режим деформации почвы со стороны элементов лезвия [9]:

$$q = q_0 + \gamma \left(\frac{V \sin \varphi_n + \dot{\varphi}_{nl}}{\cos \beta} \right)^2, \tag{3}$$

где q_0 - “статическое” удельное сопротивление;

γ - скоростной коэффициент;

$\frac{V \sin \varphi_n + \dot{\varphi}_{nl}}{\cos \beta}$ - абсолютная скорость элемента лапы.

Как было указано выше, при отводе лапы имеет место не только резание, но и смятие почвы тыльной стороной элементов лапы, удаленных от оси ее вращения. Граница раздела этих двух процессов по длине лезвия отстоит от оси поворота лапы на величину радиуса $l_{zp} = O_n l$ (рис. 2)

$$l_{zp} = - \frac{V \cdot \sin \varphi_n}{\dot{\varphi}_{nl}}, \tag{4}$$

где $\dot{\varphi}_{nl} = \dot{\varphi}_{nl}^{om} < 0$ и $l_{zp} < L$

В данном случае интегрирование выражения (2) нужно проводить по двум участкам: $O_n l$ (резание) и l_{r_n} (смятие), каждому из которых соответствует свои значения удельных сопротивлений.

Для общепринятых размерных и конструктивных параметров поворотных лап и условий обработки почвы принимают следующие соотношения между параметрами резания и смятия [7,8]:

$$q_{0рез} = \frac{q_{0см}}{2} = q_0 \tag{5}$$

и $\gamma_{рез} = \gamma_{см} = \gamma$.

Поскольку силы сопротивления резанию и смятию образуют относительно оси поворота лапы моменты противоположного знака, то в общем случае результирующий момент от технологического сопротивления выражается:

$$M_{\text{comp}} = M_{\text{рез}} - M_{\text{см}} \quad (6)$$

и в интегральной форме представляется:

$$\begin{aligned} M_{\text{comp}} &= \int_0^{l_{\text{зп}}} \left[q_0 + \gamma \left(\frac{V \sin \varphi_{\text{л}} + \dot{\varphi}_{\text{л}} l}{\cos \beta} \right)^2 \right] l \cos^2 \beta dl - \int_{l_{\text{зп}}}^L \left[2q_0 + \gamma \left(\frac{V \sin \varphi_{\text{л}} + \dot{\varphi}_{\text{л}} l}{\cos \beta} \right)^2 \right] l \cos^2 \beta dl = \\ &= q_0 \int_0^{l_{\text{зп}}} l \cos^2 \beta dl - 2q_0 \int_{l_{\text{зп}}}^L l \cos^2 \beta dl + \gamma \int_0^{l_{\text{зп}}} (V \sin \varphi_{\text{л}} + \dot{\varphi}_{\text{л}} l)^2 l dl - \\ &- \gamma \int_{l_{\text{зп}}}^L (V \sin \varphi_{\text{л}} + \dot{\varphi}_{\text{л}} l)^2 l dl . \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом, полученное выражение учитывает нелинейное (скачкообразное) изменение значения удельного сопротивления на границе раздела режимов деформации почвы.

При $l_{\text{зп}} \geq L$ то есть, при $\dot{\varphi}_{\text{л}} \geq -\frac{V \sin \varphi_{\text{л}}}{L}$ первый и третий интегралы последнего выражения берутся в пределах от 0 до L, а второе и четвертое слагаемые следует считать равными нулю, так как в этом случае нет смятия почвы.

Для характерных режимов движения и параметров поворотных лап учет скоростного члена сопротивления деформации почвы не оказывает существенного влияния на закономерности изменения рабочего момента в зависимости от режимов работы и параметров лапы. Это можно объяснить тем, что в процессе сложного движения поворотной лапы диапазон абсолютных скоростей точек ее рабочего лезвия сокращается из-за наличия постоянной составляющей V переносного движения. Исследования, проведенные по определению влияния скорости резания на тяговое сопротивление рабочих органов (лап) [5] показывают, что изменение скорости резания с 0,8 до 2,4 м/сек (характерный диапазон скоростей для точек поворотной лапы) приводит к увеличению тягового сопротивления до 20%. Однако применительно к поворотной лапе учет скоростного члена удельного сопротивления приводит не к пропорциональному, а к значительно меньшему возрастанию момента ее управления, принимая во внимание операцию интегрирования (7) и распределение в большом диапазоне величин скоростей по длине лезвия. Поэтому в дальнейшем с целью исключения громоздких выражений, будем рассматривать только основные составляющие моментов резания и смятия и полагать $q=q_0$. Если же говорить о влиянии скоростного режима управления поворотной лапой на величину рабочего момента, то оно учитывается в выражении (7) значением множителя $\cos^2 \beta$.

Список использованной литературы

1. Мусурмонов А.Т. и др. Механико-технологические основы обработки почвы в междурядьях и рядах садов / Монография. – Ташкент: «Ilmiy - texnika axboroti-press». 2017.– 116 с.
2. www.grupponardi.it.
3. www.italiafarmmachinery.com
4. Патент РУз № IAP 04654 «Устройство для межкустовой обработки почвы». Мусурмонов А.Т., Ниёзов Т.Б. // Официальный выпуск. -2013 - №3.
5. Батяев Е. Ф. Теоретическая механика: Электронная учебно-методическая разработка / Новосибир. гос. ун-т. Новосибирск, 2013. 466 с.
6. Выгодский Н.Я. Справочник по математике [Текст] / - М.: Наука, 2006.-460 с.
7. Панов И.М., Ветохин В.И. Физические основы механики почв / И.М. Панов, В.И.Ветохин. -

К.: Феникс, 2008, - 266с.: илл.

8. Князев А.А. Основы теории и технологического расчета почвообрабатывающих орудий. – Куйбышев.; 1988. - 105 с.
9. *Горячкин В.П.* Сборник соч. В 3-х томах. Изд. 2-е. Под. ред. Н.Д. Лучинского. Т. 1. - М.: Колос, 1968. – с.455.