

## Раздел 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 631.316.02

Бабицкий Л. Ф., Кусенко Ю. Ю.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ С ПОЧВОЙ

*Знайдені оптимальні параметри коливального руху лапи, що забезпечують зниження тягового опору.*

**Ключові слова:** *вібраційний вплив, робочий орган, ґрунт, опір, сила, коливання, система, параметри.*

*Найдены оптимальные параметры колебательного движения лапы, обеспечивающие снижение тягового сопротивления.*

**Ключевые слова:** *вибрационное воздействие, рабочий орган, почва, сопротивление, сила, колебания, система, параметр.*

*The optimal parameters of the vibrational motion of legs that reduce traction resistance.*

**Key words:** *vibration exposure, the working body, the soil, resistance, strength, vibration, system settings.*

**Постановка проблемы.** При обработке почвы большое значение для создания условий роста и развития растений имеет выбор типов рабочих органов, обеспечивающих выполнение технологического процесса. Получая энергию от внешнего источника энергии, рабочие органы орудия расходуют ее на подрезание и крушение пласта почвы. Затраты энергии в этом случае в значительной степени зависят от характера силового воздействия рабочих органов на почву. Возникающие проблемы с энергоносителями, а также возрастающие требования в области экологии требуют оригинальных подходов в направлении снижения энергозатрат и уменьшения загрязнения окружающей среды продуктами сгорания топлива. Большое выделение продуктов сгорания топлива происходит при обработке почвы как одной из наиболее энергоемких операций в сельскохозяйственном производстве.

**Анализ литературы.** Научные разработки в этом направлении нацелены на создание таких рабочих органов, которые обеспечили бы минимальную энергоемкость технологического процесса при достаточно высоком качестве обработки почвы. Широкое разнообразие рабочих органов и приспособлений к ним позволит выбрать оптимальные варианты их конструкций применительно к различным почвенно-климатическим условиям. Опыт и техника создания почвообрабатывающих орудий, выпускаемых промышленными предприятиями, может служить основой для совершенствования почвообрабатывающих машин применительно к местным условиям.

Теоретические исследования, связанные с разработкой и внедрением в земледелие вибра-

ционных технологий, показали их преимущество. Экспериментальными работами доказана целесообразность использования вибраций для уменьшения тяговых сопротивлений почвообрабатывающих орудий.

Исследования вибрационных рабочих органов направлены на поиск новых способов возбуждения колебаний, характеристики которых способствовали бы уменьшению сопротивления при движении почвообрабатывающих рабочих органов в почве [1–3].

**Цель статьи** – теоретически обосновать возможность применения схем с различным расположением подпружиненных грузов в составе подвижной плоскорезной лапы, позволяющих возбудить колебания в системе «рабочий орган – почва с заранее заданными характеристиками».

**Изложение основного материала.** Колебания рабочего органа в почве можно представить как колебания системы с конечным числом степеней свободы. Находящаяся во взаимодействии с рабочим органом почва обладает упругостью, вязкостью, пластичностью, массой, которые зависят от ее физических свойств и размеров разрушаемого пласта почвы. Такие системы называются системами с распределенными параметрами или распределенными системами.

Предлагаемые схемы с различным расположением подпружиненных грузов в составе подвижной плоскорезной лапы позволяют возбудить колебания в системе «рабочий орган – почва с заранее заданными характеристиками».

Подпружиненные грузы размещены на задней стороне правого и левого крыльев лапы (рис. 1).

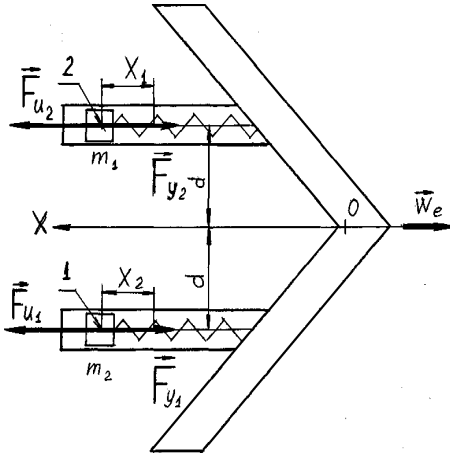


Рис. 1. Расположение подпружинных грузов (задняя сторона правого и левого крыльев лапы).

Рассмотрим относительное движение грузов 1 и 2 (см. рис. 1). Переносное движение определяется вынуждающей силой  $F(t) = A \sin \omega t$ .

Переносное ускорение:

$$w_e = \frac{F(t)}{M + m_1 + m_2} = \frac{A \sin \omega t}{M + m_1 + m_2},$$

где  $M$  – масса лапы;

$m_1$  и  $m_2$  – массы подпружиненных грузов.

Обозначив

$$\frac{A}{M + m_1 + m_2} = H^*,$$

получим:  $w_e = H^* \sin \omega t$ .

Дифференциальное уравнение движения груза 1 в проекциях на ось  $X$  имеет вид:

$$m_1 \ddot{x}_1 = -F_{y1} + F_{ul},$$

где  $F_{y1} = -c_1 x_1$  – сила упругости пружины,

$F_{ul} = m_1 w_e = H^* \sin \omega t$  – сила инерции.

Тогда  $m_1 \ddot{x}_1 + c_1 x_1 = H^* \sin \omega t$ , полагая

$k_1^2 = \frac{c_1}{m_1}$ , получим:

$$\ddot{x}_1 + k_1^2 x_1 = H^* \sin \omega t. \quad (1)$$

Находим решение уравнения (1):

$$x_1' = C_1 \sin k_1 t + C_2 \cos k_1 t,$$

$$x_1'' = H \sin \omega t \Rightarrow \dot{x}_1'' = H \omega \sin \omega t \Rightarrow$$

$$\ddot{x}_1'' = -H \omega^2 \cos \omega t \Rightarrow H = \frac{H^*}{k_1^2 - \omega^2},$$

$$\begin{aligned} \max |m_1 \ddot{x}_1 - m_2 \ddot{x}_2| &= \left| \frac{m_1 H^* \omega}{k_1^2 - \omega^2} (k_1 \sin k_1 t - \omega \sin \omega t) - \frac{m_2 H^* \omega}{k_2^2 - \omega^2} (k_2 \sin k_2 t - \omega \sin \omega t) \right| = \\ &= H^* \omega \left| \frac{m_1 (k_1 \sin k_1 t - \omega \sin \omega t)}{k_1^2 - \omega^2} - \frac{m_2 (k_2 \sin k_2 t - \omega \sin \omega t)}{k_2^2 - \omega^2} \right| = \\ &= H^* \omega \left| \frac{m_1 k_1 \sin k_1 t}{k_1^2 - \omega^2} - \frac{m_2 k_2 \sin k_2 t}{k_2^2 - \omega^2} + \omega \left( \frac{m_2}{k_2^2 - \omega^2} - \frac{m_1}{k_1^2 - \omega^2} \right) \sin \omega t \right|. \end{aligned} \quad (5)$$

Следовательно, изменяя параметры  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $d$ , необходимо найти  $\max |m_1 \ddot{x}_1 - m_2 \ddot{x}_2|$ ,

$$x_1'' = \frac{H^*}{k_1^2 - \omega^2} \sin \omega t.$$

Решение уравнения (1):

$$x_1 = x_1' + x_1'' = C_1 \sin k_1 t + C_2 \cos k_1 t + \frac{H^*}{k_1^2 - \omega^2} \sin \omega t.$$

Определим  $C_1$  и  $C_2$  при начальных условиях  $x_{10} = 0$ ;  $\dot{x}_{10} = 0$ :

$$\dot{x}_1 = C_1 k_1 \cos k_1 t - C_2 k_1 \sin k_1 t + \frac{H \omega}{k_1^2 - \omega^2} \cos \omega t$$

$$\begin{cases} C_2 = 0 \\ C_1 k_1 + \frac{H^* \omega}{k_1^2 - \omega^2} = 0, \quad C_1 = -\frac{H^*}{k_1 (k_1^2 - \omega^2)}. \end{cases}$$

Окончательное решение уравнения (1) будет иметь вид:

$$x_1 = -\frac{H^* \omega}{k_1 (k_1^2 - \omega^2)} \sin k_1 t + \frac{H^*}{k_1^2 - \omega^2} \sin \omega t$$

или

$$x_1 = \frac{H^*}{k_1^2 - \omega^2} \left( \sin \omega t - \frac{\omega}{k_1} \sin k_1 t \right). \quad (2)$$

Аналогично находим уравнение движения груза 2:

$$\ddot{x}_2 + k_2^2 x_2 = H^* \sin \omega t. \quad (3)$$

Его решением будет:

$$x_2 = \frac{H^*}{k_2^2 - \omega^2} \left( \sin \omega t - \frac{\omega}{k_2} \sin k_2 t \right). \quad (4)$$

Рассмотрим движение системы при вращении вокруг вертикальной оси  $O$ .

Из уравнений (2) и (4):

$$\dot{x}_1 = \frac{H^*}{k_1^2 - \omega^2} (\omega \cos \omega t - \omega \cos k_1 t),$$

$$\dot{x}_1 = \frac{H^* \omega}{k_1^2 - \omega^2} (k_1 \sin k_1 t - \omega \sin \omega t),$$

$$\dot{x}_2 = \frac{H^*}{k_2^2 - \omega^2} (\omega \cos \omega t - \omega \cos k_2 t),$$

$$\dot{x}_2 = \frac{H^* \omega}{k_2^2 - \omega^2} (k_2 \sin k_2 t - \omega \sin \omega t).$$

Так как грузы расположены симметрично относительно оси вращения, то максимальный момент вращения определяется уравнением:

Рассмотрим вариант такого расположения пружиненного груза, когда он упруго соединяет между собой правое и левое крылья лапы (рис. 2).

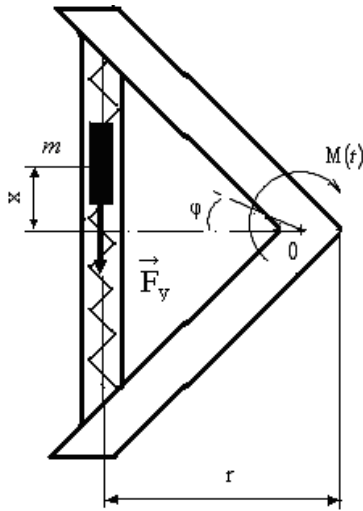


Рис. 2. Расположение пружиненного груза (соединение правого и левого крыльев лапы).

Данная система имеет две степени свободы. За обобщенные координаты примем угол поворота  $\varphi$  крыла лапы и отклонение  $x$  груза от положения равновесия.

Применим уравнения Лагранжа II рода [3]:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = Q_1 \\ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_2 \end{cases} \quad (6)$$

Кинетическая энергия  $T$  системы равна сумме кинетических энергий тел, входящих в нее:

$$T = T_1 + T_2, \quad (7)$$

где  $T_1 = \frac{J\dot{\varphi}^2}{2}$  – кинетическая энергия лапы;

$T_2$  – кинетическая энергия груза.

Груз участвует в сложном движении, его скорость  $\vec{v}_a = \vec{v}_e + \vec{v}_z$ ,

где  $\vec{v}_e = r\dot{\varphi}$  – переносная скорость;

$v_z = \dot{x}$  – относительная скорость.

В проекции на ось  $X$  абсолютная скорость груза  $v_a = r\dot{\varphi} + \dot{x}$ .

Кинетическая энергия груза:

$$T_2 = \frac{1}{2} m (r\dot{\varphi} + \dot{x})^2.$$

Следовательно,  $T = \frac{1}{2} J\dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} m (r\dot{\varphi} + \dot{x})^2$ ,

$$\text{и } \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} = J\dot{\varphi} + mr(r\dot{\varphi} + \dot{x}) = (J + mr^2)\dot{\varphi} + mr\dot{x},$$

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} = m(r\dot{\varphi} + \dot{x}), \quad \frac{\partial T}{\partial \varphi} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial x} = 0,$$

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) = (J + mr^2)\ddot{\varphi} + mr\ddot{x}, \quad \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) = m(r\ddot{\varphi} + \ddot{x}). \quad (8)$$

Находим обобщенные силы  $Q_1$  и  $Q_2$ .

Работа активных сил на возможном перемещении  $\delta\varphi$  равна  $\delta A_\varphi = M\delta\varphi$ . Откуда обобщенная сила  $Q_1 = M = A\sin\omega t$ .

Аналогично для возможного перемещения  $\delta x$  работа  $\delta A_x = -F_y\delta x = -c x\delta x$  и обобщенная сила  $Q_2 = -cx$ .

Составим уравнения Лагранжа:

$$\begin{cases} (J + mr^2)\ddot{\varphi} + mr\ddot{x} = A\sin\omega t \\ m(r\ddot{\varphi} + \ddot{x}) = -cx \end{cases} \Rightarrow \Rightarrow \begin{cases} (J + mr^2)\ddot{\varphi} + mr\ddot{x} = A\sin\omega t \\ mr\ddot{\varphi} + m\ddot{x} = -cx \end{cases} \quad (9)$$

Так как интерес представляет относительное движение груза, то из уравнения (9) исключим  $\ddot{\varphi}$ :

$$\ddot{\varphi} : \ddot{\varphi} = \frac{-m\ddot{x} - cx}{mr}.$$

Тогда:

$$\begin{aligned} -(J + mr^2)\frac{m\ddot{x} + cx}{mr} + mr\ddot{x} &= A\sin\omega t \Rightarrow \\ \Rightarrow \ddot{x} + \frac{(J + mr^2)c}{Jm}x &= -\frac{Ar}{J}\sin\omega t. \end{aligned}$$

Обозначив  $k^2 = \frac{(J + mr^2)c}{Jm}$ ;  $H = -\frac{Ar}{J}$ ,

получим:

$$\ddot{x} + k^2x = H\sin\omega t, \quad (10)$$

При начальных условиях  $x_0 = 0$ ,  $\dot{x} = 0$  решение уравнения (10) будет:

$$x = \frac{H}{k^2 - \omega^2} \left( \sin\omega t - \frac{\omega}{k} \sin kt \right). \quad (11)$$

Для получения максимального вращающего момента вокруг вертикальной оси  $O$  подобрать параметры:  $m$ ,  $c$  и  $r$  так, чтобы иметь  $\max|x|$ , причем  $k \neq \omega$ .

**Вывод.** Рассмотренные теоретические предпосылки к различным системам взаимодействия плоскорезных лап с почвой позволят определить оптимальные параметры колебательного процесса, обеспечивающего минимальное сопротивление движению рабочих органов в почве, что будет способствовать снижению энергозатрат.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабицкий Л. Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин / Л. Ф. Бабицкий. – К. : Урожай, 1998. – 164 с.
2. Дубровский А. А. Вибрационная техника в сельском хозяйстве. – М. : Машиностроение, 1968. – 204 с.
3. Пановко Я. Г. Введение в теорию механических колебаний / Я. Г. Пановко. – М. : Наука, 1980. – 272 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВУХЪЯРУСНОГО ПЛУГА С ПОЛУВИНТОВЫМИ ОТВАЛАМИ

*Наведені результати порівнювальних досліджень тягового опору двоярусних плугів. Доведено, що двоярусні плуги, які мають на верхньому ярусі напіввинтові полиці мають нижчий тяговий опір.*

**Ключові слова:** плуги, полиці, дослідження, тяговий опір.

*Приведены результаты сравнительных исследований тягового сопротивления двухъярусных плугов. Установлено, что тяговое сопротивление двухъярусного плуга с полувинтовыми корпусами верхнего яруса ниже, чем с культурными.*

**Ключевые слова:** плуги, отвалы, исследования, тяговое сопротивление.

*The results of comparative studies of the traction resistance of bunk plows. Established that the tractive resistance of a two-tier plow with screw corps of the upper tier is lower than with the cultural.*

**Key words:** plows, dumps, study, traction resistance.

**Постановка проблемы.** Двухъярусные плуги предназначены для заделки растительных остатков на такую глубину, из которой при последующих обработках они не извлекаются. Наличие двух ярусов корпусов делает двухъярусные плуги очень энергоемкими, имеющими большое тяговое сопротивление, поэтому снижение тягового сопротивления при заданных агротехнических требованиях является важной задачей.

**Анализ последних исследований.** Работу плужного корпуса можно разделить на фазы рыхления и перемещения почвы. Сопротивление почвы рыхлению зависит от углов постановки лемеха и физико-механических свойств почвы, а сопротивление перемещению определяется в основном формой поверхности. Двухъярусные плуги, существующие в производстве, имеют культурные корпуса верхнего и нижнего ярусов. Поверхности отвалов этих корпусов выполнены по методике [1], основанной на применении геометрических методов, в частности построения поверхности цилиндрида. Разработанные в настоящее время геометрические модели [2] позволяют расширить возможности проектирования, опираясь на геометрические методы. Однако существующие модели поверхностей не позволяют при проектировании учитывать полную кривизну поверхности, которая оказывает существенное влияние на энергетику корпуса.

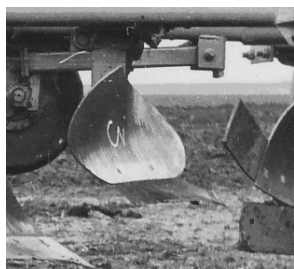
В этой связи, для обеспечения варьирования главной кривизны поверхности рабочего органа разработана модель поверхности, инцидентная одной кривой [3], у которой пространственное движение прямолинейной образующей позволяет проектировать поверхности с заданной главной кривизной.

**Целью настоящей статьи** является оценка тягового сопротивления двухъярусного плуга с культурными и полувинтовыми корпусами верхнего яруса, поверхность которых спроектирована по заданной главной кривизне.

**Изложение основного материала.** Задачей корпусов двухъярусного плуга является перемещение слоев почвы, при этом верхний слой почвы сбрасывается корпусами верхнего яруса на место нижнего, занимающего место верхнего. Глубина заделки растительных остатков в этом случае определяется типом отвала корпуса верхнего яруса.

Энергетическая оценка двухъярусных плугов проводилась по тяговому сопротивлению плуга ПНЯ-4-40, который имел культурные корпуса нижнего яруса.

На верхний ярус приходились культурные и полувинтовые корпуса. Главная кривизна поверхности полувинтового корпуса была значительно выше культурного, что позволило получить хорошо развитое крыло (рис. 1).



а



б

**Рис. 1.** Корпуса двухъярусного плуга ПНЯ-4-40: а – полувинтовые корпуса верхнего яруса; б – культурные корпуса нижнего яруса.

Лабораторно-полевые исследования двухъярусных плугов проводились в условиях, типичных для основной обработки почвы, а именно: агрофон – стерня озимой пшеницы, количество

растительных остатков – 355 г/м<sup>2</sup>, тип почвы – чернозем, рельеф – ровный, микрорельеф – выровненный. Значения влажности и твердости почвы приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Влажность и твердость почвы при исследовании работы двухъярусных плугов.

Слой почвы, см	Влажность, %	Твердость, Н/см <sup>2</sup>
0–10	18,3	5,2
10–20	18,7	5,1
20–30	19,3	4,9
Среднее значение показателя	18,77	5,07

Для полевых исследований был принят трехфакторный симметричный план 3×3×3.

Уровни варьирования факторов представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Уровни варьирования факторов при полевых исследованиях.

№ п/п	Фактор	Код	Уровни факторов		
			-1	0	+1
1	Глубина обработки $a$ , см	$X_1$	24	28	33
2	Рабочая скорость движения $v$ , м/с	$X_2$	2,37	2,8	3,16
3	Твердость почвы $p$ , Н/см <sup>2</sup>	$X_3$	4,5	5,1	5,4

В результате реализации полнофакторного эксперимента второго порядка получены данные, характеризующие тяговое сопротивление двухъярусного плуга. Влияние глубины обработки, скорости движения и твердости почвы на тяговое усилие описывается следующими уравнениями модели:

- для двухъярусного плуга с культурными корпусами верхнего яруса:

$$P_K = 31,8 + 4,97X_1 + 1,08X_2 + 0,568X_1^2 + 0,0318X_2^2 + 0,6X_1X_2; \quad (1)$$

для двухъярусного плуга с полувинтовыми корпусами верхнего яруса:

$$P_{II} = 30,2 + 4,345X_1 + 1,0X_2 + 0,504X_1^2 + 0,01X_2^2 + 0,515X_1X_2. \quad (2)$$

Зависимости  $P_K = (a, v, p)$  и  $P_{II} = (a, v, p)$  в графическом виде представлены на рис. 2.

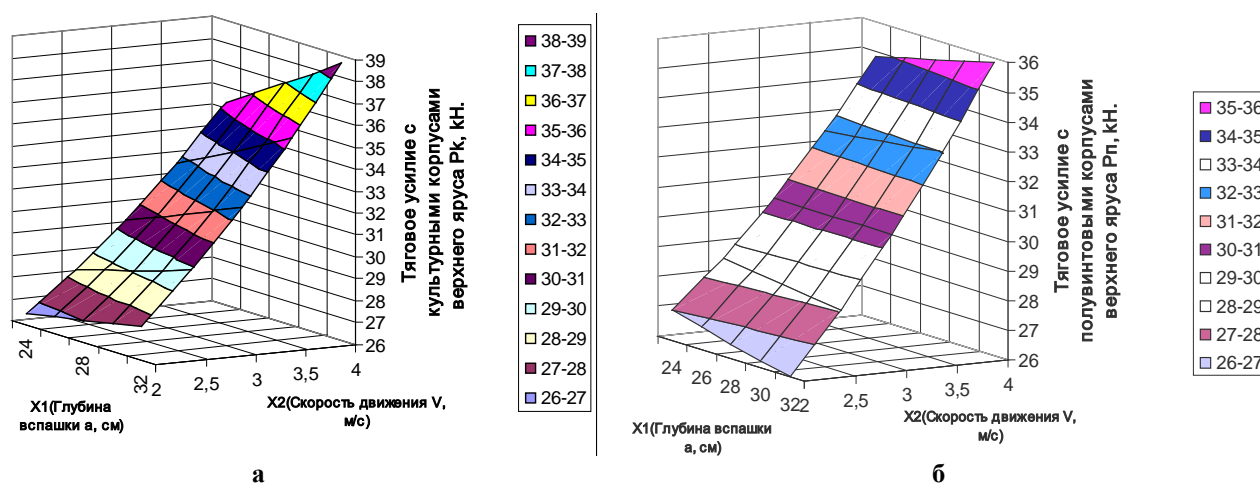


Рис. 2. Влияние глубины обработки, рабочей скорости движения и твердости почвы на удельное тяговое сопротивление двухъярусного плуга: а – с культурными корпусами верхнего яруса  $P_K = (a, v, p)$ ; б – с полувинтовыми корпусами верхнего яруса  $P_{II} = (a, v, p)$ .

Анализ моделей (1) и (2), проведенный по коэффициентам, показывает, что доминирующим фактором  $X_1$  является глубина вспашки  $a$ , причем для полувинтовых корпусов значение коэффициента меньше, чем для культурных. Значение коэффициента при факторе  $X_2$ , который соответствует скорости обработки  $v$  для полувинтовых корпусов, меньше, чем у культур-

ных. Комплексное влияние глубины обработки и скорости движения плуга, определяемое коэффициентом при произведении факторов, в целом незначительно, однако для полувинтовых корпусов оно меньше. Такое положение связано с тем, что по поверхности полувинтового корпуса почва движется более упорядоченно, так как кривизна поверхности в этом случае больше.

Увеличение кривизны поверхности обеспечивает стабильность движения почвы, иными словами стабильность траекторий, которые в данном диапазоне скоростей меняются незначительно. Поверхность культурного корпуса имеет малую кривизну, из-за чего слои почвы беспорядочно перемешиваются между собой, на что затрачивается дополнительная энергия. Аналогично предыдущему для рабочей скорости движения плуга 2,8 м/с тяговое сопротивление плуга с полувинтовыми отвалами составляет 30,2 кН, а для плуга с культурными корпусами – 31,8 кН.

**Выводы.** Установлено, что тяговое сопротивление двухъярусных плугов с полувинтовыми корпусами верхнего яруса на 5,9% ниже, чем с культурными.

УДК 631.356

Бабицкий Л. Ф., Ляшенко С. В., Падалка В. В.

## ОБРОБІТОК ЕРОДОВАНИХ ҐРУНТІВ АКТИВНИМ ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧЕМ

*Розглянуті передумови створення глибокорозпушувача з активною дією на ґрунт, що має кращі енергетичні показники та підвищує агрофізичні властивості посівного горизонту для створення найкращих умов вегетації рослин. Запропонована конструкція робочого органу. Наведені попередні результати експериментальних досліджень.*

**Ключеві слова:** ґрунт, глибокий обробіток, активна дія, розпушувач.

*Рассмотрены предпосылки создания рыхлителя с активным действием на почву, который имеет лучшие энергетические показатели и улучшает агрофизические свойства посевного горизонта. Предложена конструкция рабочего органа. Приведены предварительные результаты экспериментальных исследований.*

**Ключевые слова:** ґрунт, глубокая обработка, активное действие, разрыхлитель.

*Pre-conditions creation of scarifiers are considered with the active operating on soil, which has the best power indexes and improves the technical properties of sowing horizon. The construction of working organ is offered. Experimental researches are resulted.*

**Key words:** soil, deep processing, the active action baking powder.

**Постановка проблеми.** Селекціонери-новатори та провідні фахівці в галузі вирощування сільськогосподарської продукції висловлюють незадовільну оцінку агрохімічному та агрофізичному стану ґрунтів в Україні незалежно від їх типів та розташування. Надмірне внесення концентрованих мінеральних добрив, одноманітність поверхневого обробітку та штучне зволоження ланів створює умови для підвищення засоленості поверхневого шару. Більшість районів втрачають врожайність, а ґрунти перетворюються на непридатні до ведення рослинництва. Одним з напрямком покращення агрофізичного стану ґрунту є його періодичне глибоке розпушування. Такий обробіток покращує гідро та повітропроникність, приводить до

- ЛИТЕРАТУРА
1. Войтюк Д. Г. Конструювання лінійчатої поверхні за розрахунковою траєкторією руху матеріальної частинки по ній / Д. Г. Войтюк, С. Ф. Пилипака // Науковий вісник НАУ. – К., 2002. – Вип. 49. – С. 68–74.
  2. Щучкин Н. В. Методика проектирования цилиндрических отвалов / Н. В. Щучкин // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. – М. : Сельхозгиз, 1963. – С. 303–343.
  3. Тищенко С. С. Проектирование культиваторного корпуса плуга на основе обобщенной геометрической модели адаптивной поверхности / С. С. Тищенко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь, 2003. – Вип. 10. – С. 123–128.

вимивання надлишку солей та відновлюється природна кислотність поверхневого посівного шару.

Відомі смугові розпушувачі [1], що дозволяють обробляти ґрунт на глибині до 60 см, позитивно впливають на агрофізичні властивості. Зменшується твердість, покращується структурність посівного горизонту ґрунту. Головним позитивом роботи таких ґрунтообробних машин є підривання ущільненого прошарку, що утворюється в результаті багаторазового поверхневого обробітку ґрунту.

Головним недоліком будь-якої ґрунтообробної машини, яка працює на великій глибині, є значні енергетичні витрати на їх пересування. Сучасні такі агрегати мають енергоємність до 80

л.с./м. Покращити енергетичні показники роботи цих машин, як показав практичний досвід, можливо за рахунок активної їх дії на ґрунт.

#### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

До переліку сучасних досягнень науки та техніки, які повинні використовуватись в сільськогосподарському виробництві, відносяться різноманітні вібраційні та імпульсні методи інтенсифікації виробничого процесу. Вібраційні машини, як правило, не тільки економічні, але дозволяють виконати такі операції на які не здатні інші. Зацікавленість в розробці цих робочих органів викликана насамперед тим, що конструкція з реактивним або пружним коливанням чи вібруючими робочими органами значно дешевше та економічно доцільніше, порівняно з активним приводом, що більш трудомісткі та затратні при виготовленні та під час їх експлуатації.

Робочі органи ґрунтообробних машин [2], як люба конструкція під час роботи, приймає участь в різноманітних коливальних процесах, які провідні фахівці поділяють на чотири основні групи:

- 1) коливання, що викликані за допомогою рушія (енергетичного засобу, або від сил взаємодії привідних механізмів з поверхнею ґрунту);
- 2) коливання, що виникають в елементах самого агрегату (коливання механізму);
- 3) власні коливання робочого органу;
- 4) автоколивання робочого органу під час його взаємодії з ґрунтом.

Таким чином, необхідно враховувати те, що коливання робочих органів під час їх роботи – об'єктивна реальність.

Так як конструкція ґрунтообробного знаряддя містить пружні елементи, на робочих органах обов'язково виникають коливання під впливом зовнішніх збурюючих сил. Основним джерелом таких сил є:

- 1) мікронеоднорідність ґрунту (наявність ущільнення та рослинних залишків та їх коренів);
- 2) коливання глибини заглиблення робочого органу;
- 3) коливання швидкості руху агрегату.

Жорстко фіксовані стояки робочих органів не мають змогу очищуватися від накопиченого ґрунту та рослинних решток. Відсутність активної дії на ґрунтове середовище приводить до значних енергетичних витрат на їх привід.

Проведений аналіз результатів досліджень конструкцій глибоко-обробних розпушувачів та їх взаємодія з ґрунтом під час виконання технологічного процесу встановив, що найбільш прийнятним для подальшого дослідження є робочий ґрунтообробний орган з можливістю обмеженого коливання стояка відносно горизонтальної

осі, що має жорсткі удари при досягненні ним крайнього положення.

Зменшення тягового опору, покращення якості обробітку ґрунту, дотримання агротехнічних вимог по глибині обробітку можна досягти використавши робочий орган з закріпленим стояком, який має змогу відхилитися від вертикального положення не відносно невеликий кут. Ці пружні коливання відбуваються виключно під впливом на робочий орган нерівномірності фізичних властивостей ґрунту та розташування бур'янів.

Зниження енерговитрат та підвищення технологічних показників роботи глибокорозпушувачів шляхом розробки конструкції та обґрунтування оптимальних параметрів робочих органів з можливістю обмеженого пружного їх повертання у вертикальній площині.

**Мета статті** – розробити конструкцію активного ґрунторозпушувача, що має менші енергетичні витрати на виконання технологічного процесу та здатний на самоочищення від накопичених ґрунту та рослинних решток для отримання кращих агрофізичних властивостей посівного шару.

**Викладення основного матеріалу.** Для реалізації зазначених вище шляхів підвищення ефективності технологічного процесу розпушування ґрунту запропоновано технологічну схему обробітку ґрунту парою коливально-ударних чизельних робочих органів з використанням торсіону як пружного елемента.

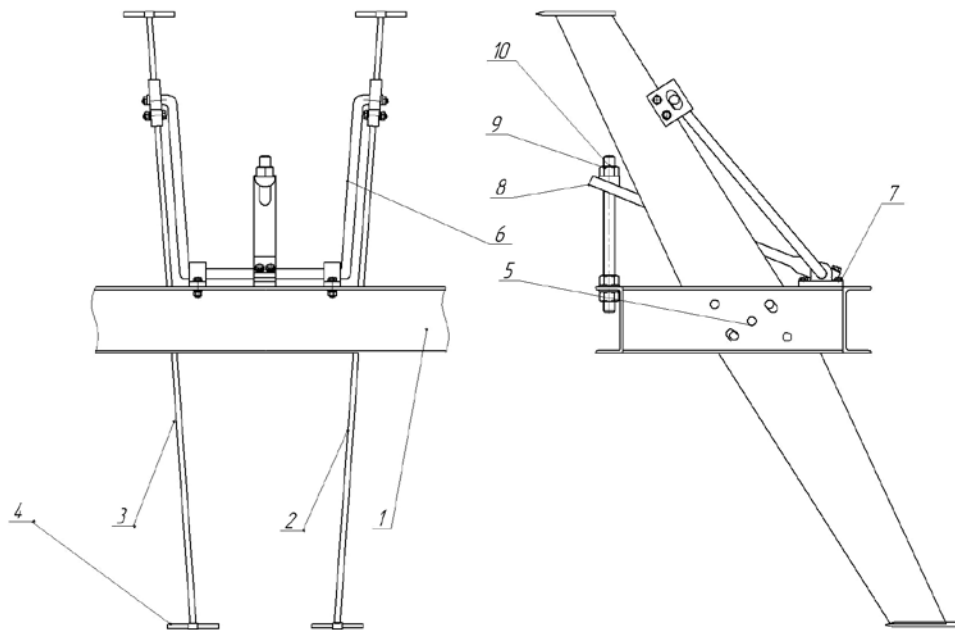
На рис. 1. зображено схему запропонованого робочого органу торсіонно-ударного розпушувача ґрунту, який складається з рами 1, на якій розміщені під кутом правий 2 та лівий 3 взаємозамінні ножі, які у верхній та нижній своїй частині мають долотоподібні розпушувачі 4. Робочі органи мають можливість обмеженого коливання ножів відносно горизонтальної осі 5. Пружним елементом коливальної системи є торсіон 6, закріплений на рамі за допомогою тричачів 7. Жорсткість торсіону регулюється важелем 8 (жорстко закріплений на середній частині торсіонного валу) загвинчуючи гайку 9 на гвинту 10.

До конструктивно-технологічної схеми введено кінематичні пари четвертого класу, що утворюються під час зіткнення відповідних ланок, при цьому ступінь рухливості ножів змінюється у залежності від деформаційних властивостей ґрунту. В процесі руху у ґрунті лівий та правий ножі здатні коливатися вздовж своєї поперечної осі. При цьому зі збільшенням опору інтенсивність коливань зростає. Таким чином, здійснюється самонастроювання ножів торсіонно-ударного розпушувача на необхідний режим



роботи в залежності від опору ґрунту. Наявність у запропонованій конструктивно-технологічній схемі торсіонно-ударного робочого органу двох динамічно зв'язаних рухливих мас дозволяє підвищити ефективність ударного кришення ґрунту. У фазі стиску ґрунту чизельний ніж відхиляється убік, протилежний напрямку руху знаряддя, стискаючи пружний елемент підвіски (торсіон), що накопичує потенційну енергію. Наприкінці фази стиску відбувається удар ножа об жорстко закріплений на рамі шар, що сприяє утво-

ренню в ґрунті перед робочим органом площин сколювання. Хвиля напружень, що поширюється від лівого та правого ножів, відбивається від границь блоку ґрунту усередину нього. При накладанні відбитих хвиль виникають напруження, які перевищують межу міцності ґрунту, що викликає інтенсивне утворення тріщин. Розсіювання енергії за межі оброблюваної зони ґрунту при цьому не відбувається. Тому наступний вплив на сколений блок ґрунту ножів викликає посилене його кришення.



**Рис. 1.** Схема запропонованого робочого органу торсіонно-ударного розпушувача ґрунту: 1 – рама; 2 – правий ніж; 3 – лівий ніж; 4 – долотоподібний розпушувач; 5 – обмежувачі коливального руху; 6 – торсіон; 7 – тримач торсіону; 8 – важіль; 9 – гайка; 10 – гвинт.

Таким чином, запропонована технологічна схема забезпечує підвищення ступеня розпушення ґрунту та зниження його питомого опору при обробітці.

Для визначення та порівняння енергетичних показників роботи торсіонно-ударного розпушувача ґрунту при жорстко закріплених ножах та при обмежено-коливальному їх рухові проведено вимірювання тягового опору за допомогою роботоміра РГТК-АФІ відповідно до стандартної методики, та плану експериментальних досліджень.

Умови проведення експериментальних досліджень характеризувалися наступними показ-

никами: стан поля, на якому проводили дослідження – після дискування на глибину 5 см, ґрунтові умови (вологість – 25,2%, твердість – 1,1 МПа, щільність – 0,97 г/см<sup>3</sup>). Попередні результати експериментальних досліджень наведено у табл. 1. Із результатів проведених досліджень видно, що при використанні торсіонно-ударного робочого органу при смуговому розпушуванні ґрунту опір ґрунту в порівнянні з жорстко фіксованими ножами зменшується на 15–18%. Аналіз швидкісної кінозйомки показав, що коливальний рух з обмеженою амплітудою віброударного деформатора (ножа) супроводжується ударною дією на ґрунт.

**Таблиця 1.**

**Результати експериментальних досліджень.**

№ п/п	Швидкість V, км/год	Глибина обробітці, м	Питомий опір жорстко закріплених робочих органів, кН	Питомий опір робочих органів коливально – ударної дії на ґрунт, кН	Відхилення, %
1	7,24	0,10	4,29±0,21	3,64±0,18	15,15
2	10,54	0,10	4,37±0,22	3,69±0,18	15,56
3	7,24	0,25	12,82±0,64	10,51±0,53	18,01
4	10,54	0,25	12,93±0,65	10,67±0,53	14,8



**Висновок.** Аналіз попередніх експериментальних досліджень віброударних розпушувачів ґрунту показав їх перевагу в порівнянні з існуючими:

- 1) енергетичні витрати запропонованого робочого органу в порівнянні з прототипом менші на 15–18%;
- 2) ступінь кришіння ґрунту торсіонно-ударним робочим органом перевищує ступінь кришіння робочим органом із жорстко закріпленими ножами в 1,2–1,7 рази;
- 3) бриластість ґрунту зменшується у 1,5 рази, а вміст ерозійно-небезпечних часток ґрунту у шарі 0–0,05 м, відповідно у 2,5 рази.

- 4) робочий процес розробленого торсіонно-ударного робочого органу найбільш повно відповідає відомим законам деформації ґрунту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины : учебное пособие / [Г. Е. Листопад, Г. К. Демидов, Б. Д. Зонов и др.]. – [2-е изд.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 422 с.
2. Сахапов Р. Л. Теоретические основы колебательных рабочих органов культиваторов / Р. Л. Сахапов ; [под ред. С. М. Архипова, Х. С. Гайнакова, Н. К. Мазитова]. – Казань : Изд-во КФЭИ, 2001. – 194 с.

УДК 631.34:633.51

Бекиров Р. Н.

## МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

*У статті дано обґрунтування разової заправної дози препарату в резервуари обприскувача з врахуванням умов роботи в полі. Проведений аналіз протоколів машиновипробувальних станцій і розроблена формула визначення разової заправної дози. Для умов приготування маткової рідини (концентрату) препарату розроблена уточнена формула визначення маси концентрату, потрібної для приготування з неї робочої рідини. Розроблена номограма визначення маси концентрату, потрібної для приготування робочої рідини.*

**Ключові слова:** разова заправна доза, резервуар оприскувача, маткова рідина, концентрат, робоча рідина.

*В статье дано обоснование разовой заправочной дозы препарата в резервуары опрыскивателя с учётом условий работы в поле. Проведён анализ протоколов машиноиспытательных станций и разработана формула определения разовой заправочной дозы. Для условий приготовления маточной жидкости (концентрата) препарата разработана уточнённая формула определения массы концентрата, требуемой для приготовления из неё рабочей жидкости. Разработана номограмма определения массы концентрата, требуемой для приготовления рабочей жидкости.*

**Ключевые слова:** разовая заправочная доза, резервуар опрыскивателя, маточная жидкость, концентрат, рабочая жидкость.

*In the article the ground of valid for one occasion filling dose of preparation is given in the reservoirs of sprinkler taking into account the terms of fieldwork. The analysis of protocols of the experimental stations is conducted and the formula of determination of valid for one occasion filling dose is developed. For the terms of preparation of uterine liquid (concentrate) of preparation the specified formula of determination of mass of concentrate, required for preparation from it of working liquid is developed. The nomogram of determination of mass of concentrate is developed, to the working liquid required for preparation.*

**Key words:** single dose of petrol, tank sprayer, uterine fluid, concentrate, the working fluid.

**Постановка проблеми.** При приготуванні робочих жидкостей в резервуарах опрыскиваючих агрегатів установлена разова заправочна доза препарату рівномірно розподіляється в об'ємі заправленої в резервуари жидкости, використовуваної в якості дисперсійної середовища. Разова заправочна доза препарату залежить від расхода робочої жидкости і препарату на 1 га площі, від вмістимості резервуарів. Якщо норма расхода препарату і вмістимість

резервуарів величини вповне визначені, то расход робочої жидкости на 1 га не завжди являється величиною визначеною, так як залежить від багатьох факторів (избыточного давления, расхода робочої жидкости через распыливающие наконечники, фактичної робочої швидкості руху агрегата). Тому став актуальним питання про необхідність дослідження разової заправочної дози препарату з урахуванням фактичних умов роботи опрыскивателей.

**Анализ литературы.** Настройку опрыскивающего агрегата на заданный (требуемый) расход рабочей жидкости через распыливающий рабочий орган опрыскивателя ведут по известной формуле [1]:

$$q = \frac{BvQ}{600}, \text{ л/мин.} \quad (1)$$

где  $q$  – расход рабочей жидкости через распыливающий рабочий орган опрыскивателя за 1 мин., л/мин.;

$B$  – фактическая ширина захвата опрыскивающего агрегата, м;

$v$  – фактическая рабочая скорость опрыскивающего агрегата, км/ч;

$Q$  – фактический расход рабочей жидкости на 1 га, л/га.

Параметр  $B$  – ширина захвата опрыскивающего агрегата – зависит от конструкции машины (штанговый или вентиляторный опрыскиватель), технологии внесения рабочей жидкости (фактическая ширина захвата в поле с учетом перекрытия смежных проходов агрегата) и определяется замером в поле при пробном заезде.

Параметр  $v$  – рабочая скорость агрегата – зависит от ряда факторов (заданной передачи трактора при выполнении технологической операции, технического состояния агрегата, состояния поля, где будет выполняться технологическая операция и т. д.). Фактическая рабочая скорость опрыскивающего агрегата определяется путём замера движения агрегата в поле на заданном отрезке гона (100 м) по расчетной формуле:

$$v = \frac{3,6 \times 100}{t}, \text{ км/ч,} \quad (2)$$

где  $t$  – время движения агрегата по заданному отрезку гона 100 м, с.

Параметр  $Q$  – фактический расход рабочей жидкости на 1 га площади может быть определен двумя путями:

- при известных величинах  $v_{\phi}$ ,  $B_{\phi}$  и замере фактического расхода рабочей жидкости через наконечники распыливающего рабочего органа за 1 мин. (при установленном рабочем давлении) определяют расчетным путем по формуле [2]:

$$Q_{\phi} = \frac{q \times 600}{B_{\phi} v_{\phi}}, \text{ л/га;} \quad (3)$$

- при установленных фактических значениях  $v_{\phi}$ ,  $B_{\phi}$ , принятом рабочем давлении и заправленных водой резервуаров агрегата проводят опрыскивание в поле на площади 1 га и определяются по указателю уровня фактического расхода жидкости при рабочем режиме.

Определив фактический расход рабочей жидкости необходимо обеспечить заправку ре-

зервуаров опрыскивателя при установленном режиме работы.

В зависимости от технологии приготовления и будет принята схема доставки и заправки резервуаров рабочими жидкостями. Здесь возможны следующие варианты приготовления и доставки:

- приготовление рабочей жидкости в централизованном пункте (растворный узел, стационарная заправочная станция типа СЗС-10/20 и др.) [3];
- приготовление рабочей жидкости в поле, в самих резервуарах опрыскивателей из подготовленной заправочной дозы препарата и воды [4];
- приготовление маточной жидкости в централизованном пункте, доставка к месту работы опрыскивателей, перегрузка в компенсационные баки, заправка опрыскивателей маточной жидкостью и водой в заданных соотношениях [3; 4].

Определение необходимой разовой заправочной дозы препарата для каждого агрегата в отдельности является одним из условий для правильной установки опрыскивателя на заданный режим работы.

Дозу массы препарата, необходимую для разовой заправки резервуара опрыскивателя или агрегата для приготовления рабочей жидкости, обычно рекомендуется рассчитывать (1) по формуле:

$$M = \frac{V \times N}{Q}, \text{ кг,} \quad (4)$$

где  $V$  – вместимость резервуара, л;

$N$  – норма расхода препарата, л/га или кг/га;

$Q$  – расход рабочей жидкости на 1 га, л/га.

Но в производственных условиях фактический расход рабочей жидкости на 1 га, который зависит от фактической скорости движения агрегата, ширины захвата и расхода рабочей жидкости через распыливающее устройство опрыскивателя, зачастую разнится от заданной. К тому же в формуле (3) не учтено то обстоятельство, что после полной заправки резервуаров при работе опрыскивателя расходуется не вся жидкость, равная по величине вместимости резервуаров, часть жидкости в резервуарах оставляют для повторной заправки, для того чтобы всасывающую линию и насос опрыскивателя держать заполненными жидкостью. Если это не учитывать и заправлять резервуары дозой препарата, рассчитанной по формуле (3), то каждая последующая заправка будет повышать концентрацию препарата в резервуарах.

**Цель статьи** – показать необходимость дифференцированного подхода в применении различных технологий приготовления рабочих и

маточных жидкостей с учетом технологических свойств применяемых химических препаратов (растворимость, гидрофобность, тонины измельчения препарата, полидисперсность и др.) с учетом рекомендуемых норм применения препарата на 1 га обрабатываемой площади, дозы препарата на одну заправку опрыскивателей, массы концентрата (при всех технологиях приготовления рабочих жидкостей опрыскивателей основными параметрами являются однородность состава рабочей жидкости и сохранение его стабильности по времени).

**Изложение основного материала.** Анализ протоколов машиноиспытательных станций по испытаниям опрыскивающих агрегатов и заводских инструкций по эксплуатации опрыскивателей [4–9] позволили нам вывести следующую формулу для расчета разовой заправочной дозы препарата:

$$M = \frac{B_{\phi}}{q_{\phi}} V_n v_{\phi} N, \text{ кг}, \quad (5)$$

где  $M$  – разовая доза препарата на одну заправку, кг;

$B_{\phi}$  – фактическая ширина захвата агрегата в поле, м;

$q_{\phi}$  – расход рабочей жидкости через распыливающее устройство опрыскивателя, л/с;

$V_n$  – полезная вместимость резервуаров опрыскивателя (при первой заправке – полная, при последующих – с вычетом 10% объема, т. е. остатка жидкости, предусмотренного для последующих заправок резервуаров опрыскивателя), л;

$v_{\phi}$  – скорость движения агрегата при работе, м/с;

$N$  – норма расхода препарата, кг/га.

Формула (5) позволяет установить разовую заправочную дозу препарата заблаговременно до начала работы по внесению и применению как для штанговых опрыскивателей с ленточным (полосовым), так и для вентиляторных со сплошным опрыскиванием.

Для определения массы маточной жидкости (концентрата) для приготовления рабочей с заданной концентрацией нами предложена следующая уточненная формула:

$$M_k = \frac{VN}{Q_p K_m} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где  $K_m$  – концентрация маточной жидкости, %.

Зная заправочную дозу препарата в резервуары (5) и концентрацию маточной жидкости (6), доставленной из централизованного пункта приготовления, для определения массы концентрата (маточной жидкости), требуемой для приготовления рабочей жидкости на одну заправку резервуаров, нами выведено следующее выражение:

$$M_k = \frac{M}{K_m} \times 100\%, \quad (7)$$

где  $M_k$  – масса концентрата (маточной жидкости), требуемая для приготовления рабочей жидкости, кг;

$M$  – масса разовой заправочной дозы препарата в резервуары, кг;

$K_m$  – концентрация маточной жидкости, %.

На основании формул (6) и (7) нами построена номограмма определения массы концентрата (маточной жидкости), требуемая для приготовления рабочей жидкости (рис. 1).

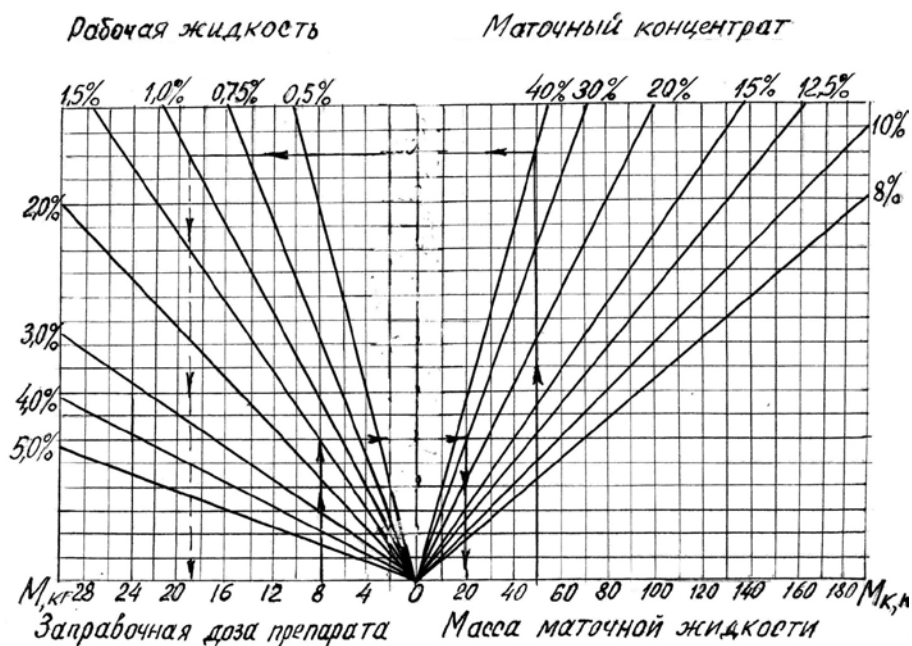


Рис. 1. Номограмма определения массы концентрата (маточной жидкости)  $M_k$ , требуемой для приготовления рабочей жидкости, при заданных значениях концентрации  $K_m$ , % и разовой заправочной дозе препарата в резервуары  $M$ , кг/га.

Номограмма позволяет определять массу концентрата (маточной жидкости), закладываемого в резервуары и, наоборот, по исходной концентрации маточной жидкости, вместимости резервуара определить концентрацию полученной рабочей жидкости и фактическую разовую дозу препарата в резервуарах опрыскивателя.

Ю. М. Веретенников и А. И. Чугунов [10] своими исследованиями дали определение расхода рабочей жидкости на 1 га от плотности (густоты) покрытия объекта, диаметра осажденных на объекте капель. В учет принимали также состояние облиственности растений и внешние потери капель от сноса ветром и стекания на почву.

Возникает вопрос, какова взаимосвязь плотности (густоты) покрытия объекта (шт./капель на 1 см<sup>2</sup>) с концентрацией рабочей жидкости.

С учетом результатов этих [10] и наших исследований была выведена следующая математическая зависимость массы заправочной дозы препарата в резервуары опрыскивателя при заданной норме расхода на гектар, заданной концентрации рабочей жидкости, вместимости резервуара, требуемой густоте покрытия и возможных внешних потерь:

$$M = \frac{VN}{0,523 \times 10^{-7} \times n \times d_{\text{ср}}^3 \times K_1 \times K_2 \times K}, \quad (8)$$

где  $M$  – масса заправочной дозы препарата в резервуары опрыскивателя, кг;

$N$  – норма расхода препарата кг/га;

$V$  – полезная вместимость резервуара, л;

$n$  – плотность (густота) покрытия объекта, капель на 1 см<sup>2</sup>;

$d$  – средний диаметр осажденных на объекте капель, мкм;

$K_1$  – коэффициент облиственности растений;

$K_2$  – коэффициент внешних потерь капель (от сноса ветром и стекания на почву);

$K$  – концентрация рабочей жидкости, %.

Анализируя полученное математическое выражение (8), можно сделать следующий вывод, что чем меньше расход рабочей жидкости (а это желание и стремление всех производителей), тем больше требуется заложить концентрата в резервуар, повысив тем самым концентрацию рабочей жидкости при минимально допустимой густоте (плотности) покрытия листовой поверхности и известных значениях коэффициента облиственности  $K_1$ ; коэффициента внешних потерь капель  $K_2$ ; заданного значения маточного концентрата  $K$ .

При использовании в сельском хозяйстве химических препаратов с большими нормами расхода (свыше 2 кг/га до 50 кг/га) возникает необходимость заправки в резервуары опрыски-

вателя большой дозы препарата. Отсюда встает проблема невозможности приготовления однородной рабочей жидкости с высокой концентрацией в резервуарах путем перемешивания химического препарата с водой. Этот процесс усложняется особенно при приготовлении рабочих жидкостей из препаратов, которые склонны при хранении (до их применения) к слеживаемости, комкуемости или плохо растворимы с водой. Все выше изложенное вынудило к изменению существующей технологии приготовления рабочих жидкостей опрыскивателей [2].

На основании выдвинутой нами гипотезы и проведенных теоретических, лабораторных и экспериментально-полевых исследований была обоснована необходимость применения раздельной, двухфазной технологии приготовления рабочих жидкостей опрыскивателей.

Первая фаза – приготовление в централизованных стационарных агрегатах маточной жидкости (40...50%-ной концентрации) с использованием способа диспергирования (тонкого измельчения) таких препаратов в воде с последующей доставкой маточного концентрата до места работы опрыскивателей.

Вторая фаза – заправка требуемой дозы маточного концентрата и воды в резервуары опрыскивателя и приготовление в них рабочей жидкости путем равномерного перемешивания смесей.

Для отработки двухфазной технологии в производственных условиях была подготовлена стационарная установка, где был установлен диспергатор (типа дисмембратора) [12] с установленными в нем подвижным диском (ротором) и неподвижным диском с измельчающими элементами, изготовленных с параметрами по полученным нами результатам исследований [13].

В качестве модельного препарата для приготовления маточной жидкости был принят препарат ВСС (водносмачивающая сера) [4; 5]. Как известно, до настоящего времени процесс механизированного приготовления этого препарата не разработан, основной компонент его – молотая сера – плохо смачивается с водой, что и побудило использовать приготовление его в производственных условиях.

Агрегат для приготовления маточных жидкостей (рис. 2) состоит из смесителя 7 шнека 4, дезинтегратора (дисмембратора) II, фильтра 12, трубопроводов и соединительной арматуры для воды, электрооборудования. Агрегат производит смешивание поверхностно-активных веществ (ПАВ) (смачивателей) с водой, предварительное смешивание в смесителе полученного раствора (воды с ПАВ) с молотой серой, диспергирование смеси и выдачу готовой маточной жидкости (пульпы).

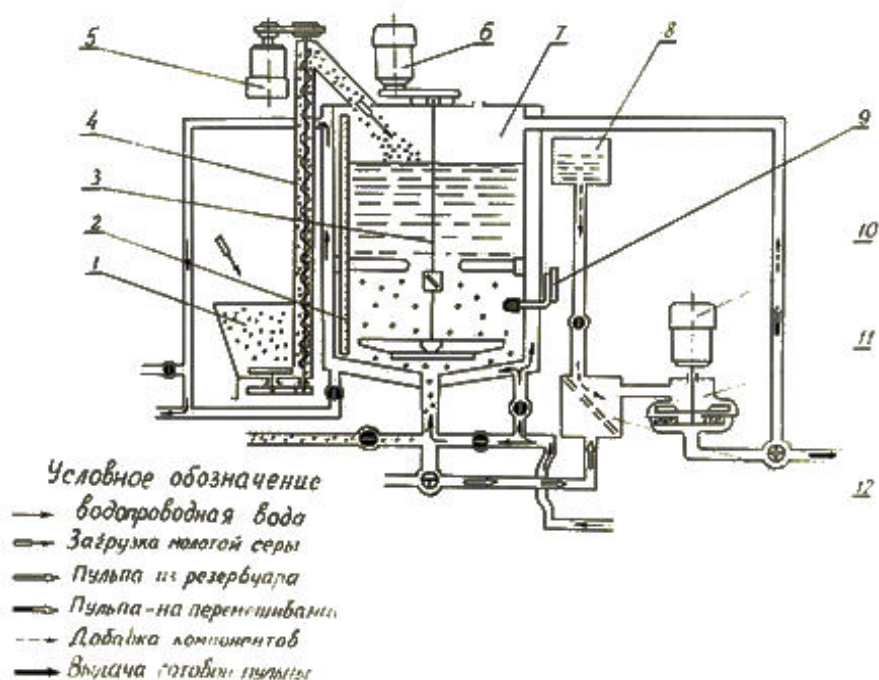


Рис. 2. Технологическая схема работы агрегата для приготовления маточных жидкостей: 1 – загрузочный бункер; 2 – указатель уровня; 3 – мешалка лопастная; 4 – шнек загрузочный; 5 – электродвигатель привода мешалки; 6 – электродвигатель привода мешалки; 7 – смеситель; 8 – бачок для добавочных компонентов; 9 – термометр; 10 – электродвигатель привода дезинтегратора (дисмембратора); 11 – дезинтегратор (дисмембратор) [13]; 12 – фильтр.

ПАВ (сулфанол и КМЦ) предварительно смешивается в требуемых дозах в небольшом объеме воды во вспомогательной емкости (ведре). Эта смесь готовится заблаговременно на подогретой воде, выдерживается 24 ч и заливается в бачок 8 перед началом процесса приготовления. Затем открывается вентиль и заполняется резервуар смесителя холодной водой. Количество залитой в смеситель воды определяется по указателю уровня 2.

После заполнения емкости смесителя необходимым объемом воды вентиль закрывается. Для подачи смеси из бачка 8 в смеситель, трехходовой кран, устанавливается в положение «смеситель – дисмембратор-смеситель» и включается электродвигатель 10 дисмембратора II и электродвигатель 6 лопастной мешалки 3. Вода из емкости смесителя будет засасываться дисмембратором и подаваться обратно с одновременным засасыванием смеси из бачка 8.

Одновременно с подачей смеси (ПАВ) будет диспергирование ее, т. е. дробление на мелкие частицы и равномерное распределение их по всему объему воды в емкости смесителя. Диспергирование должно длиться до полного выхода смеси ПАВ из бачка.

После окончания диспергирования, не выключая электродвигатель 6 и 10, включается привод шнека 4 и в бункер 1 начинают засыпать понемногу порошкообразный компонент (молотую серу) согласно заданной дозы.

Из бункера порошок при помощи шнека 4 подается в смеситель, где при постоянной работе лопастной мешалки 3 происходит смешивание порошкообразного препарата (серы) с водой и ПАВ, при этом происходит циркулирование смеси по системе «смеситель – дисмембратор – смеситель».

После окончания загрузки порошка (серы) в смеситель отключается электродвигатель привода 5 шнека 4, и бункер закрывается заслонкой. При этом мешалка остается включенной и при вращении мешалки происходит смешивание и равномерное образование смеси.

Ввиду обильного пенообразования в процессе приготовления маточной пульпы вода должна быть залита в емкость смесителя не более чем на половину вместимости, то есть 400 л, а количество молотой серы должна быть вложена в соответствии с залитой в резервуар смесителя воды.

Полное время загрузки порошка (серы), при максимальной допустимой дозе 600 кг до 40 мин., время непрерывной диспергации смеси через систему «смеситель – дисмембратор – смеситель» – 40 мин. После завершения цикла приготовления маточной жидкости (пульпы) выключается привод дисмембратора и привод лопастной мешалки.

Для выдачи готовой маточной жидкости (пульпы) трехходовой кран устанавливается в положение «дисмембратор – выдача», а треххо-

довой кран из смесителя – в положение «смеситель – дисмембратор», затем вновь включаются приводы мешалки и дисмембратора.

В процессе приготовления ведут постоянный визуальный контроль за температурой смеси по термометру 9, и при повышении температуры выше 35–38°C в рубашку смесителя 7 впускается для охлаждения холодная вода из водопровода.

Производственную проверку процесса приготовления маточной пульпы проводили в учебно-опытном хозяйстве Ташкентского аграрного университета.

Полученная маточная пульпа доставлялась до места работы опрыскивателей ОВХ-28, маточная доза заправлялась в резервуары и, разбавляя ее водой до заданной концентрации, проводилось приготовление рабочих жидкостей в самих резервуарах опрыскивателя. Рабочие жидкости ВСС использовались против паутинного клеща и на другие сосущие вредители на хлопчатнике.

Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований, производственная проверка технологии приготовления маточной и рабочей жидкости препаратов с большими объемами расхода, плохо смешиваемыми с водой, склонными после хранения к слеживаемости, комкуемости, позволяют рекомендовать следующую технологию приготовления: по заданной концентрации используемого препарата в централизованном пункте готовится маточная жидкость (30–40%-ный концентрат) на стационарном агрегате, включающем в себя загрузочное устройство для порошкообразного препарата и заправочное устройство для препаратов жидкой формы (например, концентраты эмульсий); емкость для смешивания дисперсной фазы (препарата) в дисперсионной среде (воде), оборудованную перемешивающим устройством; технологический узел для дополнительного диспергирования (тонкого измельчения) смеси и создания однородного концентрата, стойкого к оседанию (расслоению); трубопровод для заправки транспортных средств приготовленной маточной жидкости.

Агрегат для приготовления маточного концентрата максимально унифицирован с серийным агрегатом АЗМ-0.8, используемым в хозяйствах для приготовления заменителя молока для выпойки телят в животноводческих фермах, и отличается от серийного только параметрами технологического узла – диспергатора (дисмембратора).

При этом создание однородного концентрата, стойкого к оседанию (расслоению) обеспечивается при следующих параметрах:

- окружная скорость на периферии подвижного диска (ротора) – 100–200 м/с;
- пределы регулирования пропускной способности диспергатора: для порошкообразных препаратов – 1,0–4,0 кг/мин., для жидких концентратов – 8–20 л/мин.;
- размеры диска ротора – 260 мм;
- число рядов измельчающих элементов: на неподвижном диске – 2; на подвижном диске (роторе) – 8;
- форма расположения измельчающих элементов: на неподвижном диске – радиально по концентрическим окружностям; на подвижном диске (роторе) – по спирали от внутренней окружности первого ряда к наружной окружности.

На рекомендуемый дезинтегратор получен патент Украины [13].

Загрузочная доза препарата рассчитывается по рекомендуемой нами выше формуле (6) в зависимости от требуемой концентрации маточной жидкости, вместимости резервуара смесителя, нормы расхода препарата и рабочей жидкости.

Транспортировка приготовленного маточного концентрата осуществляется заправщиками (типа ЗЖВ-18 и ЗЖВ-3,2-Ф) в агрегате с транспортными тракторами Т28Х4С и МТЗ-80 и с доставкой до места работы опрыскивателей ОВХ-28А, ОВХ-600, ОШХ-12 и др.

Заправка резервуаров опрыскивателей маточной жидкостью проводится при одновременной заправке водой и перемешиванием в течение 6–8 мин., не отключая работу мешалок, опрыскиватель доезжает до поля и начинает опрыскивание.

#### **Выводы.**

1. Разовую заправочную дозу препарата при приготовлении рабочей жидкости непосредственно в резервуарах опрыскивателя следует определять с учетом «полезной» вместимости резервуаров, т. е. с вычетом остатка рабочей жидкости для последующей заправки, что необходимо для сохранения заданной концентрации.

2. При определении потребной массы маточной жидкости для приготовления из нее рабочей жидкости по отдельной технологии следует в расчеты вводить заданную концентрацию  $K_m$ .

3. Вместо расчетных формул можно применять разработанную нами номограмму, позволяющую экспресс-методом определять необходимую заправочную дозу препарата по заданной процентной концентрации рабочей жидкости при известных значениях массы маточной жидкости и ее процентной концентрации и наоборот.

4. Рабочие жидкости опрыскивающих агрегатов при применении химических препаратов с большими нормами расхода (от 2,0 до 50 кг/га), склонных к слёживаемости, комкуемости, плохо растворимых с водой, следует готовить по двухфазной технологии: приготовление маточной жидкости (концентрата) в централизованном стационарном пункте; приготовление рабочей жидкости из маточного концентрата в резервуарах самого опрыскивателя с использованием перемешивающих устройств.

5. Для приготовления стойкого, нерасслаиваемого маточного концентрата стационарная установка должна быть оборудована специальным дезинтегратором типа дисмембратор.

6. В качестве стационарной установки для приготовления маточной жидкости (концентрата) может быть применен агрегат АЗМ-0,8.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шамаев Г. П. Механизация сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней / Г. П. Шамаев, С. Д. Шеруда. – М. : Колос, 1978. – 101 с.
2. Бекиров Р. Н. Технология приготовления маточной и рабочей жидкостей в централизованных стационарных пунктах / Р. Н. Бекиров // Збірник наукових праць за матеріалами науково-практичної конференції «Проблеми фахової підготовки спеціалістів з напрямку «Професійна освіта», 25–26 листопада. – Херсон : ХДУ, 2001. – С. 13–17.
3. ОСТ 70.6.1.-81. Испытания сельскохозяйственной техники. Опрыскиватели, опыливатели, машины для приготовления и транспортировки рабочих жидкостей // Программы и методы испытаний. – М., 1983.
4. Протокол № 26-15-91 государственных периодических испытаний опрыскивателя штангового ОШХ-12-1. – Янгиюль : САМИС, 1991.
5. Протоколы государственных, периодических испытаний опрыскивателей вентиляторных хлопковых ОВХ-28, ОВХ-28А за 1972–1992 гг. на Среднеазиатской зональной машиноиспытательной станции. – Янгиюль : САМИС, 1972–1992.
6. Протоколы государственных, периодических испытаний гербицидных опрыскивающих приспособлений ПГС-2,4А(Б) и ПГХ-4 за 1969–1989 гг. на Среднеазиатской зональной машиноиспытательной станции. – Янгиюль : САМИС, 1969–1989.
7. Протокол № 128-68 по испытанию на качество перемешивания в опрыскивателе малообъемном садовом ОСМ-6. ГСКБ по машинам химической защиты растений. – Львов, 1968.
8. Рекомендации по использованию гербицидного приспособления ПХГ-4 (ОШХ-12-1) против вредителей хлопчатника / УзНИИЗР, РПНО «Узсельхозхимия» МСХ Республика Узбекистан. – Ташкент, 1993.
9. Руководство по использованию техники при дефолиации и десикации хлопчатника // Госагропром УзССР. Управление внедрения и пропаганды достижений науки и передового опыта. – Ташкент, 1986. – С. 13.
10. Веретенников Ю. М. Некоторые вариации вокруг коэффициента вариации / Ю. М. Веретенников, А. И. Чугунов // Защита растений. – 1991. – № 3. – С. 13.
11. Бекиров Р. Н. Исследование и обоснование параметров процесса механизированного приготовления рабочей жидкости в резервуарах хлопковых гербицидных приспособлений : дис. на соискание ученой степени канд. тех. наук / Р. Н. Бекиров. – Ташкент : ТИИИМСХ, 1980. – 150 с.
12. Роторно-пульсационный дисмембратор. УкрНИИ механизации и электрификации с.-х. производства. – К., 1988.
13. Деклараци́нный патент № 30792 А ВО 2С 13/22. Дезінтегратор / Бекіров Расім Нафеевич ; Кримський державний індустріально-педагогічний інститут. – Опубл. 15.12.2000 ; Бюл. № 7-ІІ.
14. Хамраев А. Сера и урожай / А. Хамраев // Хлопководство. – 1984. – № 7. – С. 28.
15. Хамраев А. Важный элемент интегрированной защиты / Хамраев А. и др. // Хлопководство. – 1984. – № 7. – С. 28.



