

Раздел 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 631.316

Бабицкий Л. Ф., Куклин В. А.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В МЕХАНИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Аннотация. В статье рассмотрена сущность явления электрогидравлического эффекта и возможность его использования в механизации обработки почвы. С целью снижения энергоемкости обработки и повышения эффективности крошения предложена конструктивно-технологическая схема обработки почвы плоскорезующим рабочим органом с электрогидравлическими разрядниками. Использование электродов типа «диск-стержень» позволит осуществить электрогидравлическую обработку почвы между различными сочетаниями дисковых и лаповых рабочих органов. Рассмотрена возможность использования электрогидравлических вибраторов в конструкциях почвообрабатывающих рабочих органов.

Ключевые слова: обработка почвы, электрогидравлический эффект, плоскорез, электрогидравлический вибратор, рабочий орган.

Бабицкий Л. Ф., Куклин В. О.

ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ЕФЕКТУ В МЕХАНІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Анотація. У статті розглянуто сутність явища електрогидравлічного ефекту і можливість його використання в механізації обробітку ґрунту. З метою зниження енергоємності обробітку та підвищення ефективності кришення запропонована конструктивно-технологічна схема обробітку ґрунту плоскоріжучим робочим органом з електрогидравлічними розрядниками. Використання електродів типу «диск-стрижень» дозволить здійснити електрогидравлічний обробіток ґрунту між різними поєднаннями дискових і лапових робочих органів. Розглянуто можливість використання електрогидравлічних вібраторів в конструкціях ґрунтообробних робочих органів.

Ключові слова: обробіток ґрунту, електрогидравлічний ефект, плоскоріз, електрогидравлічний вібратор, робочий орган.

Babitsky L. F., Kuklin V. A.

BACKGROUND ELECTROHYDRAULIC EFFECT IN THE MECHANIZATION OF TILLAGE

Summary. The article describes the essence of the phenomenon of electrohydraulic effect and the possibility of its use in the mechanization of tillage. In order to reduce the energy intensity of blading and improve the efficiency of crumbling the constructive-technological scheme of plane blade tillage tool working body with electro-arresters is offered. Using electrodes of the «drive-rod» will allow for the electro-tillage between various combinations of disk and tine working bodies. The possibility of using electro-hydraulic vibrators in the construction of tillage working bodies is studied.

Key words: tillage, electrohydraulic effect, plane blade tillage tool, electrohydraulic vibrator, tillage tool.

Постановка проблемы. В современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур энергоемкость обработки почвы составляет до 25% от суммарных затрат энергии. На фоне непрерывно растущих цен на топливо актуальной является проблема снижения тягового сопротивления почвообрабатывающих орудий при одновременном сохранении их агротехнологических показателей работы в допустимых пределах.

Анализ литературы. Применяемые в настоящее время разнообразные почвообрабатывающие рабочие органы используют общий принцип

непосредственного механического воздействия на почву путем ее сжатия деформатором. С целью активизации процесса разрушения почвы совершенствуется форма рабочей поверхности рабочих органов, вводится дополнительное вибрационное и ударное воздействие в систему «рабочий орган – почва», что позволяет добиться существенного снижения энергоемкости обработки почвы [1–4].

Основоположник земледельческой механики В. П. Горячкин считал, что необходимо искать иные методы и приемы воздействия на почву для снижения энергоемкости ее обработки и сохра-

нения плодородия почвы [5]. Альтернативным способом воздействия на почву является ее обработка с применением электрогидравлического эффекта (ЭГЭ) [6].

Одной из первых разработана конструкция электрогидравлического плуга, работающего с использованием ЭГЭ [7], вместо чисто механического воздействия на почву.

Цель статьи – обосновать целесообразность использования электрогидравлического эффекта в механизации обработки почвы.

Изложение основного материала. При прохождении в жидкости специально сформированного импульсного электрического разряда вокруг зоны его образования возникает область сверхвысоких гидравлических давлений (до 100000 атм.), способных совершить полезную работу [6]. Уникальность явления ЭГЭ заключается в прямом преобразовании электрической энергии в механическую с высоким КПД. Электрическая схема установки для воспроизведения электрогидравлического эффекта показана на рис. 1.

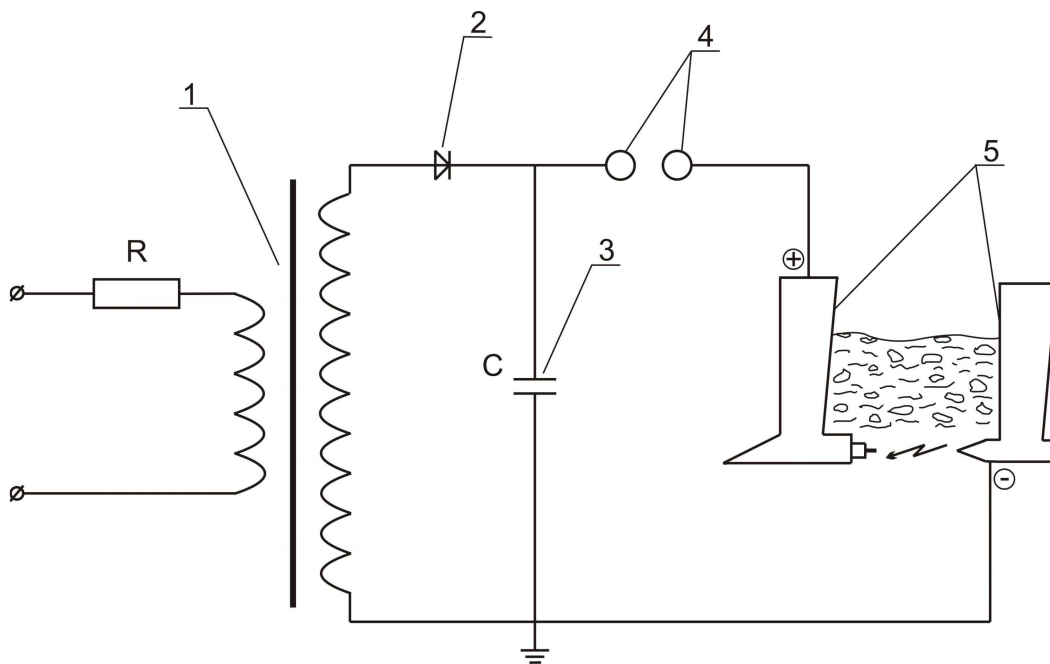


Рис. 1. Электрическая схема электрогидравлического разрядника:

1 – трансформатор, 2 – выпрямитель, 3 – конденсатор,

4 – воздушный формирующий разрядный промежуток, 5 – рабочий искровой промежуток.

Закладывая в основу принцип немеханического воздействия на почву, нами разработана конструктивно-технологическая схема плоскорежущей обработки почвы с использованием электрогидравлического эффекта.

По всей ширине захвата предлагаемой экспериментальной плоскорежущей лапы (рис. 2) равномерно расположены восемь полых разрыхляющих ножей 1, через которые в зону разряда по трубопроводам, проходящим через полости в теле лапы, поступает жидкость (вода, жидкие удобрения). На изолированные электроды 2 и 3 подается напряжение и периодически происходит разряд и связанный с ним электрогидравлический удар, производящий интенсивное крошение почвы в зоне обработки. Величину искрового промежутка можно регулировать при помощи резьбового соединения 4.

Под разрядниками в крыльях лапы расположены сквозные отверстия, через которые осуществляется рыхлящее воздействие на переуплотненное дно борозды.

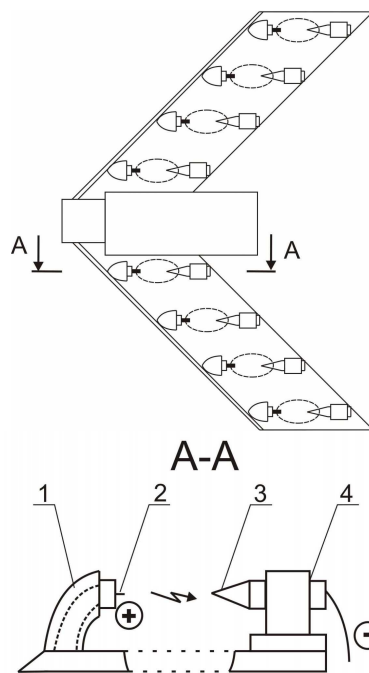


Рис. 2. Плоскорежущая лапа с электрогидравлическими разрядниками.

Действие электрогидравлического эффекта на почву различного состояния характеризуется выделением энергии на активном сопротивлении контура, близким к критическому [6], то есть когда выдерживается условие вида:

$$\frac{1}{\tilde{N}} < \frac{r^2}{4L}, \quad (1)$$

где C – емкость конденсатора, мкФ;
 L – индуктивность контура, мГн;
 r – активное сопротивление, Ом.

При использовании электрогидравлического эффекта в обработке почвы ее физико-механические свойства предопределяют амплитуду, крутизну фронта, форму и длительность электрического импульса тока, оказывающих влияние на качество обработки почвы. Наиболее важными факторами, влияющими на процесс возникновения и протекания электрогидравлического удара, являются влажность и капиллярность почвы.

Благодаря интенсивному рыхлению почвы под действием ЭГЭ существенно снижается сила трения пласта почвы о поверхность лапы и обеспечивается уменьшение ее тягового сопротивления.

Кроме стержневых электродов в конструкциях почвообрабатывающих машин можно использовать электроды типа «диск-стержень», что позволит осуществить электрогидравлическую обработку почвы между различными сочетаниями дисковых и лаповых рабочих органов.

Электрогидравлическая обработка почвы способствует переходу в водный раствор содержащихся в почве микроэлементов, азота и фосфора, что повышает их дальнейшую усвояемость растениями [7]. В результате снижается потребность полей в удобрениях. Таким образом, почвообрабатывающие рабочие органы, работающие по принципу электрогидравлического воздействия на почву, позволяют совмещать в одной операции рыхление и удобрение почвы.

Для возбуждения колебаний в системе «рабочий орган – почва» могут использоваться различные типы вибраторов. Существующие конструкции электрогидравлических вибраторов по сравнению с электромагнитными обладают более высоким КПД и развивают значительные усилия, поэтому их применение в конструкциях почвообрабатывающих машин является перспективным.

Выводы. Применение ЭГЭ в механизации обработки почвы дает возможность реализовать принцип немеханического воздействия на почву в системе ее обработки. Предложенная конструктивно-технологическая схема плоскорезной обработки почвы с использованием данного метода позволит повысить эффективность крошения почвы при минимальной энергоемкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабицкий Л. Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин / Л. Ф. Бабицкий. – К. : Урожай, 1998. – 164 с.
2. Калюжный Г. Д. Исследование работы вибрационного корпуса плуга / Г. Д. Калюжный, М. М. Гойхман // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1964. – № 5. – С. 45–46.
3. Верняев О. В. Активные рабочие органы культиваторов / О. В. Верняев. – М. : Машиностроение, 1983. – 79 с.
4. Рябцев Г. А. Технологические основы применения почвообрабатывающих машин с упругой подвеской рабочих органов : автореф. дис. ... докт. техн. наук : спец. 05.20.01 / Г. А. Рябцев. – Воронеж, 1973. – 57 с.
5. Горячкин В. П. Собрание сочинений : в 3-х т. / В. П. Горячкин ; [отв. ред. Н. Д. Лучинский]. – М. : Колос, 1965. – Т. 2. – 459 с.
6. Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности / Л. А. Юткин. – Л. : Машиностроение, 1986. – 247 с.
7. Гольцова Л. И. ЭГЭ – новое в сельском хозяйстве / Л. И. Гольцова. – М. : Агропромиздат, 1987. – 111 с.

УДК 631.363

Гербер Ю. Б.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ НА ПРОЦЕСС СУШКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕЛИОУСТАНОВКИ

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований по определению оптимальных параметров процесса для двухэтапной сушки сельскохозяйственных, в частности кормовых, материалов с использованием гелиоустановки. Экспериментально подтверждена гипотеза об энергетической целесообразности применения двухэтапной сушки сельскохозяйственных материалов. Определены оптимальные значения основных параметров процесса: промежуточной влажности материала, подвергаемого сушке; отношения площади гелиоколлекторов к расходу воздуха. В результате исследований даны рекомендации производству по сушке кормовых материалов.

Ключевые слова: сушка, энергетические затраты, гелиоколлектор, промежуточная влажность.

ЕНЕРГЕТИЧНІ ВИТРАТИ НА ПРОЦЕС СУШІННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕЛІОУСТАНОВКИ

Анотація. Наведено результати експериментальних досліджень по визначенню оптимальних параметрів процесу для двухетапного сушіння сільськогосподарських, зокрема кормових, матеріалів з використанням геліоустановки. Експериментально підтверджена гіпотеза про енергетичну доцільність застосування двухетапного сушіння сільськогосподарських матеріалів. Визначено оптимальні значення основних параметрів процесу: проміжної вологості матеріалу, що піддається сушці; відносини площі геліоколекторів до витрати повітря. В результаті досліджень дані рекомендації виробництву по сушці кормових матеріалів.

Ключові слова: сушка, енергетичні витрати, геліоколектор, проміжна вологість.

Gerber Y. B.

ENERGY CONSUMPTION FOR THE DRYING PROCESS USING SOLAR PLANTS

Summary. The results of experimental studies to determine the optimal process parameters for 2-stage drying of agricultural, in particular, feed materials with the use of solar systems are given. The hypothesis of the energy appropriateness of the 2-stage drying of agricultural materials is experimentally confirmed. To do this, a multivariate experiment was planned and carried out. The optimal values of the basic parameters of the process are identified: the intermediate moisture of the material to be dried; ratio of the area of solar collectors for the air flow. As a result of studies the recommendations were made to produce the dried forage materials.

Key words: drying, energy costs, solar collectors, intermediate humidity.

Постановка проблеми. Известно, что эффективным способом повышения интенсивности процесса сушки сельскохозяйственных материалов является предварительная обработка инфракрасными (ИК) лучами. Эффект достигается за счет того, что ИК лучи проникают вглубь материала, подвергаемого сушке, и нагревают его изнутри. Повышение температуры внутренних слоев материала способствует постепенному перемещению влаги из внутренних слоев к наружным. Таким образом, создаются предпосылки для более интенсивного испарения влаги с поверхности материала. В то же время основным способом сушки остается конвективный. В связи с этим была выдвинута гипотеза сушки сельскохозяйственных материалов в два этапа: первый этап – предварительная сушка инфракрасными лучами; второй этап – окончательная сушка конвективным способом с помощью теплоносителя (теплого воздуха), нагретого в гелиоколлекторах под действием солнечного излучения.

Анализ литературы. Исследованию процесса теплообмена в условиях массообмена посвящено большое количество работ теоретического и экспериментального характера [1]. Различные аспекты изучаемой проблемы рассматривались в работах А. В. Лыкова, А. С. Клячко, А. В. Нестеренко, А. А. Гухмана, И. Ньютона, В. Нуссельта, Г. Грасгофа, Ю. Накатани и др. Использование солнечной энергии для сушки изучали А. В. Гарькавый, Л. И. Грачева, А. В. Спирин, А. Р. Вернер, А. С. Мазинов. Установлено,

что для снижения потребления традиционных энергоносителей для сушки целесообразно использовать возобновляемые источники энергии, а в качестве технических устройств – гелиоколлекторы разных систем [2]. Кроме того, прогрессивным способом является сушка инфракрасными лучами, которая способствует интенсификации процесса, особенно на первом этапе [3].

Цель статьи – экспериментальное обоснование параметров процесса для двухэтапной сушки сельскохозяйственных, в частности кормовых, материалов, а также определение зависимости энергетических затрат на сушку от конструктивно-режимных параметров.

Изложение основного материала. Основным показателем процесса сушки как теплового процесса являются удельные энергетические затраты. Как указано выше, наиболее оптимальным является процесс двухэтапной сушки: вначале способом инфракрасной сушки, затем конвективным способом. С целью определения оптимальных параметров процесса проведен многофакторный эксперимент, в ходе которого учтены все значимые факторы, пределы их варьирования, влияние на критерий оптимизации [4]. Критерием оптимизации выбран показатель удельных энергетических затрат на процесс сушки. Параметры процесса определены в результате априорных данных, предварительных исследований, поисковых экспериментов. Учитывая вышеизложенное, основными параметрами выбраны промежуточная влажность материала по-

сле инфракрасной сушики $W_{п}$; отношение площади гелиоколлектора $S_{к}$ к расходу воздуха – теплового агента сушики $Q_{в}$.

Уровни и интервалы варьирования перечисленных факторов представлены в табл. 1.

Таблица 1.
Интервалы и уровни варьирования основных факторов.

Фактор X	X_{\min}	X_0	X_{\max}	Интервал варьирования
X_1 ($W_{п}$) – промежуточная влажность материала сушики, %	20	30	40	10
X_2 ($S_{к}/Q_{вк}$) – отношение площади коллектора к расходу воздуха	50	60	70	10

Для определения возможности проведения регрессионного анализа рассчитали однородность дисперсии параллельных опытов по критерию Кохрена $\sum_{u=1}^N S_U^2 = 0,0071$:

$$G_{\max} = S_{U_{\max}}^2 / \sum_{u=1}^N S_U^2 = 0,0016 / 0,0071 = 0,2311. \quad (1)$$

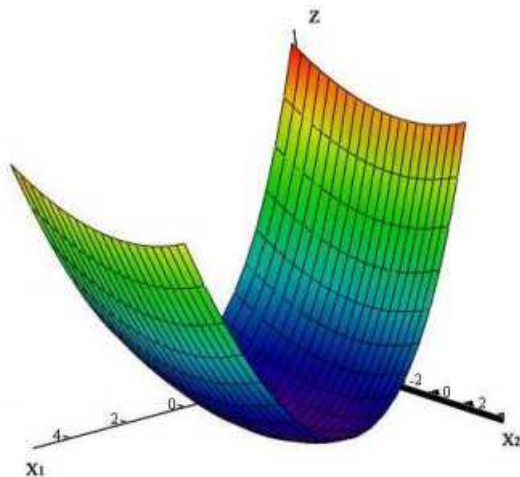
Табличное значение G – критерия Кохрена при уровне значимости 0,05, числе степеней свободы 2 и числе опытов 9 $G_{0,05\%} = 0,478$.

Так как расчетное значение критерия Кохрена меньше табличного, то гипотеза однородности параллельных опытов принимается $G_{0,05\%} - G_{\max} = 0,478 - 0,2311 = 0,247 > 0$ [4].

Проведенные вычисления по формуле:

$$b_i = \sum_{u=1}^N X_{iu} \bar{Y}_u / \sum_{u=1}^N X_{iu}^2 \quad (2)$$

позволили получить следующие значения коэффициентов регрессии выбранной математической модели: $b_0 = 3,87$; $b_1 = -0,26$; $b_2 = -0,14$; $b_{12} = 0,01$; $b_1^2 = 0,07$; $b_2^2 = 0,61$.



После этого определены дисперсия, а также среднее квадратичное отклонение ошибки коэффициентов регрессии по формуле:

$$S\{b_i\} = \sqrt{S^2\{\bar{Y}\}} / \sum_{u=1}^N X_{iu} = 0,009. \quad (3)$$

Определены значимость коэффициентов регрессии по t_i критерию Стьюдента для 5% уровня значимости $t_{0,05} = 5,2$.

В рассматриваемом случае коэффициент b_{12} оказался незначимым.

Адекватность полученной модели процесса проверяли по F -критерию Фишера. Табличное значение F_{\max} принято согласно определенным числам степеней свободы $f = N - k - 1$, $v_1 = m - 1 = 2$, $v_2 = N - 9 = 2$. При уровне значимости $q = 5\%$ значение критерия $F_{0,05} = 5,14$.

Гипотеза адекватности модели принимается, так как определенное по формуле

$$\bar{F} = \zeta_{\text{ад}}^2 / S^2(Y) = 0,00026 / 0,0008 = 0,334 \quad (4)$$

значение критерия меньше табличного значения $F_{0,05} = 5,14$ [5].

$F_{0,05\%} - \bar{F} = 4,806 > 0$, следовательно полученное аналитическое выражение достаточно точно описывает характер влияния выбранных факторов на параметр оптимизации – энергетические затраты на сушику.

Уравнение регрессии, описывающее энергетические затраты в процессе двухэтапной сушики в зависимости от указанных выше факторов принимает вид:

$$y = 3,87 - 0,26 \cdot x_1 - 0,14 \cdot x_2 + 0,61 \cdot x_1^2 + 0,07 \cdot x_2^2. \quad (5)$$

Для изучения данной зависимости воспользуемся методикой построения трехмерных поверхностей отклика.

На рис. 1 приведены графики зависимости удельных энергозатрат от параметров процесса сушики – промежуточной влажности $W_{п}$ и отношения $S_{к}/Q_{вк}$.

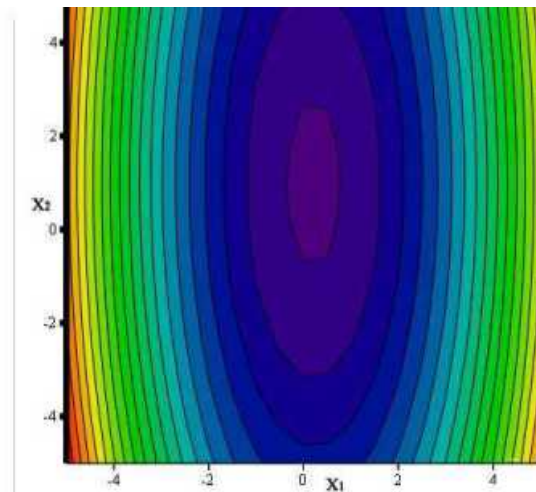


Рис. 1. Поверхность отклика и ее контурный график.

Уравнение регрессии в раскодированном виде:

$$y = 0,0061 \cdot W_{\text{п}}^2 + 0,0007 \cdot (S/Q)^2 - 0,392 \cdot W_{\text{п}} - 0,098 \cdot S/Q + 13,03. \quad (6)$$

Выводы.

1. На энергетические затраты сушки сельскохозяйственного сырья наиболее значительное влияние оказывают следующие режимно-конструктивные параметры сушильной установки с использованием гелиоколлекторов: промежуточная влажность материала $W_{\text{п}}$, отношение площади гелиоколлекторов к расходу воздуха $S_{\text{к}}/Q_{\text{вк}}$.

2. Потребление энергии снижается при увеличении промежуточной влажности до 30%, повышение этого показателя вызывает рост суммарного энергопотребления, что объясняется увеличением времени ИК-обработки материала, а удельные энергозатраты при этом выше, чем при конвективной сушке.

3. Оптимальные значения промежуточной влажности материала, подвергаемого сушке, находятся в интервале 28–33%.

4. Снижение энергопотребления наблюдается при повышении отношения площади гелиоколлекторов к расходу воздуха до значения $61,5 \text{ м}^2 \cdot \text{с}/\text{м}^3$, дальнейшее увеличение этого показателя ведет к постепенному повышению энергозатрат, что объясняется увеличением суммарного объема нагретого воздуха и необходимостью увеличения

мощности на его подачу в сушильную камеру, при этом производительность процесса не увеличивается, так как температура теплоносителя остается на прежнем уровне.

5. Оптимальные значения отношения площади гелиоколлекторов к расходу воздуха находятся в интервале $60\text{--}62 \text{ м}^2 \cdot \text{с}/\text{м}^3$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лыков А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – М. : Энергия, 1968. – 472 с.
2. Гербер Ю. Б. К вопросу энергосбережения при переработке с/х продукции / Ю. Б. Гербер, О. В. Носковский, И. Г. Панченко // Сборник научных работ Крымского государственного аграрного университета. – Симферополь, 2000. – С. 100–104.
3. Гербер Ю. Б. Интенсификация сушки предварительной подготовкой сырья / Ю. Б. Гербер, О. В. Носковский // Проблемы конструирования, производства и эксплуатации сельскохозяйственной техники : сборник научных трудов. – Кировоград, 1997. – С. 29–32.
4. Мельников С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рошин. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – Л. : Колос, Ленингр. отд-ние, 1980. – 168 с.

УДК 631.316

Соболевский И. В., Бабицкий Л. Ф.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРА ПО БИОНИЧЕСКОМУ ПОДОБИЮ

Аннотация. Статья раскрывает разработку нового рабочего органа культиватора по бионическому подобию. Проанализирована система «почва – рабочий орган – упругая стойка» и рассмотрен эффект использования автоколебаний с частотами, близкими к собственным частотам рабочего органа. Обоснован выбор биологического прототипа рабочего органа культиватора, основой которого являются мерикарпии. Представлена конструктивно-технологическая схема, и описан принцип работы культиватора для поверхностной обработки почвы. Получены основные теоретические зависимости по обоснованию конструктивных и режимных параметров.

Ключевые слова: рабочий орган, культиватор, бионический подход, геокарпия, мерикарпия, С-образная стойка, деформатор, колебания, частота, энергоёмкость.

Соболевский И. В., Бабицкий Л. Ф.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КУЛЬТИВАТОРА ЗА БІОНІЧНОЮ ПОДІБНІСТЮ

Анотація. Стаття розкриває розробку нового робочого органу культиватора за біонічною подібністю. Проаналізовано систему «ґрунт – робочий орган – пружна стійка» і розглянуто ефект використання автоколивань з частотами, близькими до власних частот робочого органу. Обґрунтовано вибір біологічного прототипу робочого органу культиватора, основою якого є мерикарпії. Приведена конструктивно-технологічна схема, і описано принцип роботи культиватора для поверхневого обробітку ґрунту. Одержані основні теоретичні залежності по обґрунтуванню конструктивних і режимних параметрів.

Ключові слова: робочий орган, культиватор, біонічний підхід, геокарпія, мерікарпія, С-подібна стійка, деформатор, коливання, частота, енергоємність.

Sobolewski I. V., Babitsky L. F.

RATIONALE OF CULTIVATOR WORKING BODIES PARAMETERS FOR BIONIC LIKENESS

Summary. The article reveals the development of a new working body of the cultivator on the bionic likeness. The system «soil – working body – elastic stability» is analyzed and the effect of self-oscillations with frequencies close to the natural frequencies of the working body is examined. The choice of the biological prototype of the working body of the cultivator, the merikarp, is provided. The analysis of the physical phenomena of geocarpy to adapt elements of the merikarp structure with developed autocephaly properties in justification of the working body design. Constructive-technological scheme is presented, and the principle of operation of the cultivator for the surface treatment of the soil is described. Introduction to the design of the cultivator hemispherical protrusions on the cylindrical coils of the spring elastic rack helped to create self-oscillating process of the working body in the soil, the intensity of which depends on the physics-mechanical properties of soil and changing traction resistance. Such theory based on the rationale of the design and operating parameters is received: the critical speed of movement of the working bodies of the cultivator, the oscillation amplitude with regard to impact, given the introduction in the design of vibro-impact elements of the characteristic size of the working body.

Key words: working body, cultivator, bionic approach, geocache, merikarp, C-shaped hour, deformer, vibration, frequency, intensity.

Постановка проблемы. Одним из основных элементов технологии поверхностной обработки почвы является сплошная культивация, которую применяют для уничтожения сорняков и рыхления почвы без её оборачивания при уходе за парами и подготовке почвы к посеву [1]. При этом происходит процесс рыхления почвы на глубину до 16 см. Такая технология обработки почвы способствует сохранению влаги и питательных веществ в форме, которая доступна для усвоения их растениями.

Анализ научной литературы. Изучению основ почвозащитной системы земледелия посвящены работы таких учёных, как А. И. Бараев [2], А. А. Зайцева [3], Н. В. Краснощёков [4], А. А. Плишкин, Е. В. Блоштейн [5], Н. К. Шидула [6] и др. В этих работах обоснована почвозащитная система земледелия с использованием системного подхода, который предусматривает единство анализа, логики и синтеза. Это дает возможность рассматривать рабочие органы культиватора в целом структурном и функциональном взаимоотношении с учётом окружающей среды. Однако необходимо учитывать биологические процессы, которые возникают в почве, растениях и живых организмах, а также их взаимосвязь с работой сельскохозяйственных машин.

Рабочие органы, разработанные для поверхностной обработки в основном применялись на жёстких, параллелограммных и поводковых подвесках. Однако они имели большую металлоёмкость и часто выходили из строя на каменистых почвах.

С целью повышения надёжности рабочих органов культиваторов, работающих на каменистых почвах, в конструкцию были введены пружинные подвески, в которых пружина являлась предохранителем, накапливающим энергию удара при встрече рабочего органа с препятствием и возвращающим её обратно в виде кинетической энергии. Однако большая металлоёмкость и сложность данной конструкции также ограничивали скоростные характеристики движения агрегата.

Широкозахватные паровые агрегаты нового поколения оснащают упругими подвесками с замкнутым контуром. Подвеска присоединена к раме двумя параллельными подпружинниками из полосовой стали жёсткостью 20...30 Н/мм. При рассмотрении подвески рабочих органов культиваторов как консольно-закреплённого на раме кривого бруса, свободный конец которого совершает автоколебания, Е. Л. Кондратьевым [7] установлено, что их частота в динамическом режиме совпадает с приведенной собственной частотой подвески.

Как показал анализ исследований, увеличение скорости и глубины обработки при упругой подвеске приводит к снижению частоты и увеличению амплитуды её колебаний. Данный эффект негативен вследствие нарушения глубины обработки и ограничен скоростью.

Изучение системы «почва – рабочий орган – упругая стойка» дало возможность рассмотреть эффект использования автоколебаний с частотами, близкими к собственным частотам системы. Энергоэффект, по сравнению с предыдущими

разработками крепления рабочего органа, возрос на 20...30%.

Однако остаётся ограничение критической скорости движения рабочего органа из-за относительно большого перемещения S_1 рабочего органа – деформатора в фазе сжатия почвы и возрастания амплитуды колебаний стойки. Неравномерность глубины обработки почвы приводит к неблагоприятным условиям произрастания растений. Возникают перепады плотности почвы и отсутствие влаги из-за неразрушенных капилляров, способствующих интенсивному её испарению.

Поэтому необходимо дальнейшее совершенствование рабочих органов для поверхностной обработки почвы с учётом требований экологически безопасных принципов действия и поиска оригинальных технических решений, которые должны быть направлены на сохранение агрофона и плодородия почв.

Одним из оригинальных и новых решений совершенствования рабочих органов является использование бионического подхода – искусство применения биологии для небологических целей [8].

Целью статьи является обоснование параметров, конструктивной схемы и технологического процесса работы рабочего органа культиватора по бионическому подобию с достижением технического результата – повышения эффективности рыхления почвы с увеличением устойчивости хода по глубине.

Изложение основного материала. Исследования биологических прототипов показали, что их рабочие конечности активно влияют на обрабатываемую среду. Особого внимания заслуживает процесс ударного воздействия, который в сочетании с многоконтakтными рабочими органами приводит к принципу многоконтakтно-ударного действия на почву.

В соответствии со вторым постулатом общей теории систем об их организации [8] для периодического сжатия и скалывания блока почвы рабочий орган должен обеспечивать реализацию реологических особенностей и выполнять вибрационно-импульсное перемещение в почве.

Одними из бионических прототипов являются мерикарпии – веретеновидные семена с заостренным нижним концом и до половины спирально закрученной «остью» [9] (рис. 1).

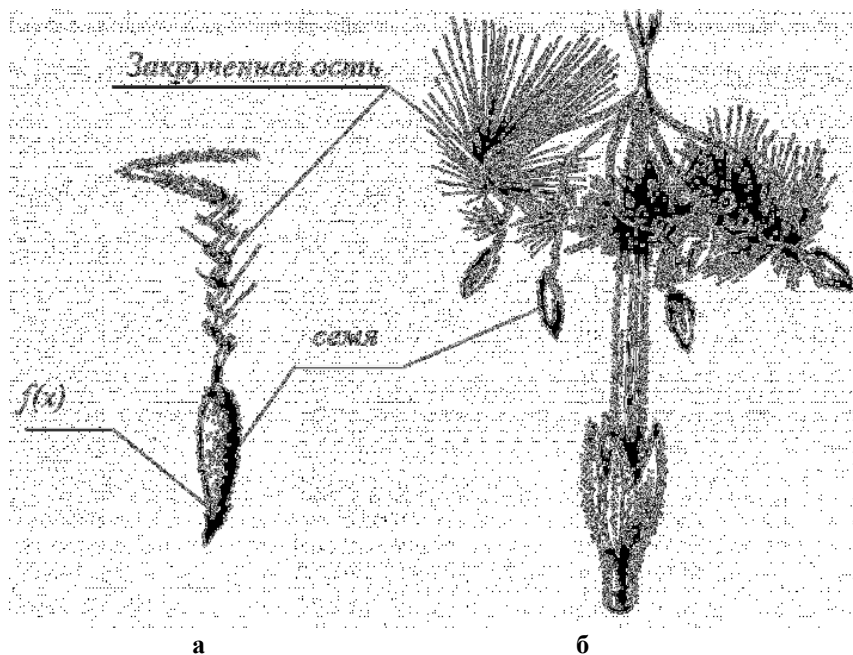


Рис. 1. Строение мерикарпиев семейства Гераниевые: а) плод аистника (*Erodium cicutarium*); б) плоды пеларгонии.

В распространении мерикарпиев семейства Гераниевые, как и зерновок ковылей, играют роль анемохория, автокриптохория и геокарпия.

Автокриптохория – свойство опавших семян зарываться в почву. При этом плоды снабжены специальными приспособлениями.

Геокарпия – способ распространения у растений плодов путём внедрения в почву завязи. Плоды попадают в почву обычно вследствие

сложных и своеобразных изгибов плодоножки. У арахиса под завязью образуется особый орган – гинофор (вырост цветоложа в цветке, имеющий вид тонкой цилиндрической ножки, на которой находится пестик). Пестик растёт, пока не внедрит завязь в почву на глубину до 10 см. Затем рост его прекращается и начинает разрастаться завязь, превращаясь в плод. Такое физическое явление позволило адаптировать элементы стро-

ения мерикарпиев с развитыми свойствами автокриптории в обоснование конструкции рабочего органа культиватора для поверхностной обработки почвы.

Предлагаемая конструкция рабочего органа культиватора (рис. 2) состоит из С-образной пружинной стойки 1 с лапой 2. Верхняя часть С-образной стойки выполнена в виде витой цилиндрической пружины 3 с полусферическими выступами 4 на нижней поверхности верхнего витка. На верхней поверхности нижнего витка есть полусферические выступы 5, а на среднем витке есть полусферические выступы 6.

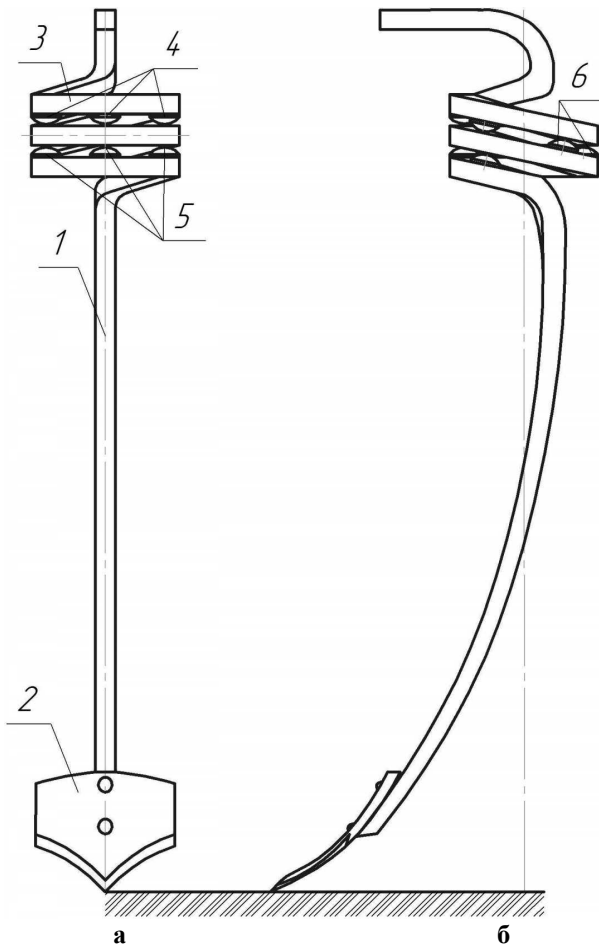


Рис. 2. Общий вид рабочего органа культиватора: а) вид спереди; б) вид сбоку.

Технологический процесс работы рабочего органа культиватора заключается в следующем. При обработке почвы С-образная пружинная стойка 1 за счёт витой цилиндрической пружины 3 выполняет колебательные движения в горизонтальной плоскости вследствие действия на лапу 2 изменяющейся силы сопротивления почвы. При этом обеспечивается высокая надёжность технологического процесса работы за счёт целостности конструкции стойки и, как следствие, снижения изгибающего момента.

В случае возникновения препятствия – камня – и отклонения С-образной стойки 1 в направ-

лении, противоположном движению рабочего органа культиватора, за счёт полусферических выступов 6 возникает удар между ними и верхним витком. Это обеспечивает создание ударных импульсов от полусферических выступов 6, которые передаются на С-образную стойку 1, а затем на лапу 2. Возникает интенсивная вибрация, которая уменьшает силу трения почвы и растительных остатков по лапе 2.

Когда преграда пройдена, С-образная стойка 1 возвращается в исходное положение. В этот момент полусферические выступы 4 и 5 ударяют по виткам витой цилиндрической пружины 3, создавая при этом ударные импульсы, которые передаются на С-образную стойку 1, а потом и на лапу 2 и препятствуют накоплению почвы на лапе. Возникает автоколебательный процесс, интенсивность которого зависит от физико-механических свойств почвы и изменяющегося тягового сопротивления.

Частота колебаний при этом зависит от свойств почвы, а их амплитуда минимизируется за счёт ударных импульсов, которые её понижают.

Такой режим даёт возможность при сохранении агротехнических требований увеличить критическую скорость $V_{кр}$ движения рабочих органов культиватора [2]:

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{D_{\sigma.кр}}{\epsilon_1 \dot{I}_T l_{po}} g - \frac{k}{\epsilon} l_{po} g}, \quad (1)$$

где $P_{x.кр}$ – критическое давление, при котором начинают преобладать вертикальные смещения рабочего органа;

k, ϵ – коэффициенты регрессии;

H_T – твёрдость почвы;

l_{po} – характерный размер рабочего органа.

Используя в качестве обобщённой характеристики реологических свойств почвы деформационный показатель ν [3] критическое давление $P_{x.кр}$ определится по формуле:

$$P_{x.кр} = \frac{2F}{\pi^2 \nu_{min}}, \quad (2)$$

где F – площадь поперечного сечения деформатора.

В результате преобразований критическая скорость $V_{кр}$ движения рабочих органов культиватора определится по выражению:

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{2F}{\pi^2 \nu_{min} \epsilon_1 \dot{I}_T l_{po}} g - \frac{k}{\epsilon} l_{po} g}. \quad (3)$$

Предложенное уравнение по определению скорости движения рабочего органа свидетельствует о возможности адаптированного изменения автоколебаний с учётом скоростных характеристик.

Амплитуда колебаний a_k рабочего органа неразрывно связана с его перемещением S следующим выражением [2]:

$$S = \dot{a}_k \cos(\omega_0 t - \nu), \quad (4)$$

где ω_0 – приведенная собственная частота колебаний рабочего органа;

ν – частота начальной фазы колебаний.

Перемещение S деформатора во время удара в фазе сжатия почвы определяется по выражению [3]:

$$S = \frac{R \cdot \Delta S}{E_1}, \quad (5)$$

где R – работа деформатора во время удара;

E_1 – сила, действующая на деформатор в конце фазы сжатия почвы;

ΔS – путь, в течение которого действует сила во время удара.

В результате преобразований уравнений (4) и (5) получим выражение для определения амплитуды колебаний с учётом удара в виде:

$$\dot{a}_k = \frac{R \cdot \Delta S}{E_1 \cdot \cos(\omega_0 t - \nu)}. \quad (6)$$

Как видно из уравнения (6), чем короче время удара t , тем больше работа R деформатора, а путь ΔS и амплитуда колебаний a_k во время удара, соответственно, меньше.

Для снижения энергоёмкости процесса при соблюдении агротехнических требований также необходимо учитывать характерный размер рабочего органа l_{po} [2].

С учётом введения в конструкцию виброударных элементов – витой цилиндрической пружины 3 и полусферических выступов 4, 5 и 6 выражение для характерного размера l_{po} будет иметь вид:

$$l_{po} = \beta_1 + \alpha_1 + \lambda_1 + q_1 + k_1 + r_1 \sqrt{b^{\beta_1} \cdot a^{\alpha_1} \cdot l^{\lambda_1} \cdot Q^{q_1} \cdot K^{k_1} \cdot R_{п.ш.у.}^{r_1}}, \quad (7)$$

где $\beta_1, \alpha_1, \lambda_1, q_1, k_1, r_1$ – показатели степени, учитывающие влияние каждого геометрического параметра на процесс;

$b, a, l, Q, K, R_{п.ш.у.}$ – соответственно, ширина, глубина рыхления, длина рабочей части, угол резания рабочего органа, количество ударников, радиус полушара ударника.

Таким образом, предложенная конструкция рабочего органа культиватора даёт возможность снизить тяговое сопротивление и повысить эффективность поверхностного рыхления почвы при культивации за счёт более устойчивого хода по глубине. Полученные формулы позволяют оптимизировать конструкции рабочих органов по бионическому подобию, разрабатываемые для поверхностной обработки почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко А. Н. Сельскохозяйственные машины / А. Н. Карпенко, В. М. Халанский. – [5-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Колос, 1983. – 495 с.
2. Бараев А. И. Почвозащитное земледелие: избранные труды / А.И. Бараев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 383 с.
3. Зайцева А. А. Борьба с ветровой эрозией почв / А. А. Зайцева. – М.: Колос, 1970. – 152 с.
4. Краснощёков Н. В. Машины для защиты почв от ветровой эрозии / Н. В. Краснощёков. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 224 с.
5. Плишкин А. А. Комплексная механизация работ по защите почв от ветровой эрозии / А. А. Плишкин, Э. В. Блоштейн. – М.: Колос, 1976. – 184 с.
6. Шикла Н. К. Почвозащитная система земледелия: справ. кн. / Н. К. Шикла. – Харьков: Прапор, 1987. – 200 с.
7. Машиностроение: энциклопедия: в 40 томах / гл. ред. К. В. Фролов. – Раздел IV: Расчёт и конструирование машин. Том IV-16: Сельскохозяйственные машины и оборудование. – М.: Машиностроение, 2002. – 720 с.
8. Бабицкий Л. Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин / Л. Ф. Бабицкий. – К.: Урожай, 1998. – 162 с.
9. Геранивые [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Геранивые>.

УДК 632.95

Бекиров Р. Н.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ

Аннотация. Наиболее трудоёмким в применении средств защиты растений является подготовительный процесс (механизация растаривания препаратов, механизированное приготовление маточных концентратов и рабочих жидкостей, применение средств механизации транспортировки и заправки ими опрыскивателей для дальнейшего использования). В работе дана динамика роста потребностей в средствах защиты, приведены механизированные технологии приготовления рабочих жидкостей пестицидов, подготовка их к применению, средства доставки к работающим опрыскивающим агрегатам.

Ключевые слова: пестицид, рабочая жидкость, маточный концентрат, механизированная технология приготовления, заправка, опрыскивающий агрегат.

Бекіров Р. Н.

МЕХАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПЕСТИЦИДІВ: СТАН І ПРОБЛЕМИ

Анотація. Найбільш трудомістким в застосуванні засобів захисту рослин є підготовчий процес (механізація розтарування препаратів, механізоване приготування маткових концентратів і робочих рідин, застосування засобів механізації транспортування і заправки обприскувачів для подальшого використання). У роботі дана динаміка зростання потреб у засобах захисту, наведені механізовані технології приготування робочих рідин пестицидів, підготовка їх до застосування, засоби доставки до працюючих обприскувачів агрегатів.

Ключові слова: пестицид, робоча рідина, матковий концентрат, механізована технологія приготування, заправка, обприскувач агрегат.

Bekirov R. N.

MECHANISM OF PREPARATION AND USE OF PESTICIDES: STATE AND PROBLEMS

Summary. The efficiency of pesticide application depends on many factors, including the quality of preparation and application of working fluids as well as the variety of preparation form (emulsion concentrates, suspension concentrates, pastes, granules, powders etc.). In this article the range of pesticides used in agricultural production in Ukraine is presented. The pesticides are used against pests, diseases and weeds. They are classified according to their delivery forms. Besides, the dynamics of demand growth for remedies is given, as well as preparation of pesticides for usage. The main delivery systems to working spray aggregates are enumerated and analyzed.

The most problematic in application are working fluids in the form of emulsions and suspensions of wetting liquid. Working fluids of these agents require continuous mixing in tanks for sprayers to remain uniform in composition and, consequently, predetermine the application rate and concentration. Otherwise working fluid will delaminate (and turn to emulsion). Besides, solid, insoluble particles will settle on the bottom of the tank with the usage of wetting powders or suspension concentrate. Special technology of preparation of the working fluid requires hydrophobic drugs (for example, sulfur hammer, which is widely used in viticulture).

Key words: pesticide, the working fluid, the mother concentrate, mechanization of cooking technique, filling, spray unit.

Постановка проблеми. Ефективність застосування пестицидів залежить від багатьох факторів, в тому числі від якості приготування застосування робочих рідин (РЖ) препаратів, від різноманітності препаративних форм (концентрати емульсій, концентрати суспензій, пасты, гранули, порошки і др.), що вимагає диференційованого підходу в застосуванні механізованої технології приготування РЖ, в залежності від властивостей препаратів, заданих норм витрати препарату і РЖ.

Аналіз наукової літератури. Дослідженнями механізованих технологій приготування маточних і робочих рідин з пестицидів для обприскувачів займалися В. А. Вялых [1; 2], Е. Э. Дибнер [3], С. П. Тимошенко [4] і др. [5]. Аналіз цих робіт і існування широкого спектра дозволених до застосування пестицидів і агрохімікатів [6] підтверджує необхідність диференційованого підходу при приготуванні маточних і робочих рідин з них в залежності від фізико-механичних властивостей пестицидів, препаративних форм, норм витрати, відстані до об'єкта обробки

і конструктивних особливостей обприскувачів (типа мешалки, ємності резервуарів, типу обприскувача і др.)

Цілью даної роботи є визначення параметрів мешалки для забезпечення однорідного складу робочої рідини в резервуарах обприскувачів; технології приготування маточної або робочої рідини препаратів, схильних до осідання, коагуляції або погано змішуваних з водою, і препаратів з високими нормами витрати (високими дозами).

Виклад основного матеріалу. Одним з важливих факторів підвищення продуктивності є захист урожаю від шкідників, хвороб і бур'янів. Для запобігання втрат урожаю використовують інтегровану захист рослин, що включає в себе профілактичні, агротехнічні, біологічні і інші заходи боротьби. Особливе місце в інтегрованій системі відводиться хімічній захист рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.

Багато говориться про негативний вплив хімічних препаратів на навколишнє

среду. Но зачастую причиной тому является не-квалифицированное их применение, низкое качество обработок, внесение их там, где не требуется.

Известно [7], что небольшая по площади Япония использует 17% мирового потребления пестицидов, и в то же время средняя продолжительность жизни её населения одна из самых высоких в мире.

Хотя загрязнение окружающей среды пестицидами составляет, как отмечали Н. Н. Мельников [7], М. И. Незбрицкий [8], от 0,2 до 5% общего загрязнения окружающей среды в результате интенсивной деятельности человека (работа автотранспорта, предприятий чёрной и цветной металлургии, ТЭЦ, АЭС и многих других отраслей), не следует тешить себя этим фактом, необходимо более ответственно и квалифицированно подходить к процессу применения пестицидов, которые нужно строго дозировать и вносить там, где это требуется, учитывая установленные требования.

Основной способ химической защиты растений от вредителей, болезней и сорняков – это опрыскивание посевов рабочими жидкостями рекомендуемых для этого пестицидов с помощью тракторных опрыскивателей, штанговых и вентиляторных, полевых и садовых.

Учитывая все возможные способы обработки полей и садов от вредителей, болезней и сорняков, при среднем удельном расходе рабочей жидкости 200–500 л/га, суммарный удельный расход рабочей жидкости в течение одного сезона составляет от 1200 до 3000 л/га и более при учёте повторных обработок.

Как отмечают исследователи, трудозатраты и затраты времени в подготовительном процессе составляют более 50–60%. Это накладывает большую трудоёмкость на само применение пестицидов для различных мероприятий в течение года. Даже для среднего хозяйства с посевной площадью до 100 га потребуется от 120 до 300 тонн рабочей жидкости, что приготовить вручную, качественно, в соответствии с установленными агротехническими требованиями (АТТ) к заданной концентрации и однородности состава практически невозможно. К тому же ручное приготовление рабочей жидкости приводит к большому контакту обслуживающего персонала с пестицидами, невозможности ведения контроля за точным учётом расхода и дозирования препаратов, потерям их и загрязнению окружающей среды.

Следовательно, процесс приготовления рабочих жидкостей пестицидов должен быть механизированным и обеспечивать все качественные показатели, установленные АТТ.

В настоящее время в мировой практике применения средств защиты растений сложились следующие механизированные технологии приготовления рабочих жидкостей пестицидов и заправки работающих опрыскивателей.

- Рабочую жидкость готовят на стационарном пункте с помощью серийных (СЗС-10/20, Ферт-О-Бачер и др. [1; 2]) или приспособленных для этой цели агрегатов. К обрабатываемым участкам рабочую жидкость транспортируют с помощью тракторных или автомобильных заправщиков типа ЗЖВ-1,8; РЖУ-3,6; РЖТ-4; АЦА-3,85-53А и др. Эта технология используется при обработке сплошным опрыскиванием больших площадей полевых культур группой опрыскивающих агрегатов, а также садов и виноградников, то есть когда требуется большое количество рабочей жидкости и при удалённости мест обработок от 1 до 6–8 км.

- Рабочую жидкость готовят там же, на стационарном пункте, куда подъезжают для заправки сами опрыскивающие агрегаты. При этой технологии целесообразно работать лишь при удалённости обрабатываемого участка от стационарного пункта до 1 км, причём с увеличением расстояния переездов агрегатов резко падает их производительность.

- Рабочую жидкость готовят у поворотной полосы с помощью передвижных серийных типа АПЖ-12 (Украина), СТК-5Б, Восход-88 (Болгария), Пемикс-1003А (Венгрия) или приспособленных для этого агрегатов. С помощью транспортных средств к обрабатываемому участку подвозят воду и пестициды. К поворотной полосе, где готовится рабочая жидкость, подъезжают для заправки работающие опрыскиватели.

- Рабочую жидкость готовят из концентрата (маточной жидкости) препарата, который подвозится из стационарного пункта или предварительно готовится у поворотной полосы с применением передвижных агрегатов типа АПЖ-12, СТК-5Б, Восход-88, Пемикс-1003А с обеспечением подвоза чистой воды для разбавления концентрата до установленной рабочей жидкости в резервуаре опрыскивателя.

- Рабочую жидкость готовят в резервуаре (баке) самого опрыскивателя: 1) в резервуар подаётся последовательно или одновременно пестицид и вода; 2) в резервуар подаётся вода и заранее приготовленная маточная жидкость.

Отличия встречающихся на практике других технологических схем носят принципиальный характер.

Как отмечено выше, в применении пестицидов наиболее трудоёмким остаётся подготовительный процесс, что обусловлено как широким ассортиментом самих препаратов в виде концен-

тратов эмульсий, водорастворимых гранул, концентратов, суспензий, водных растворов и др., так и формой поставки сельскому хозяйству [6].

Объём применения различных рабочих жидкостей год от года растёт, о чём свидетельствует динамика роста потребности в средствах защиты растений и их ассортимента.

Если в 2002 году имелось 183 наименования разрешённых к применению препаратов, то в 2012 году насчитывалось уже более 1000 наименований препаратов. По перечню 2012 г. более 40 фирм занимались поставками пестицидов. Основными производителями пестицидов, поставляемых в Украину, являются Китай, Украина совместно с Китаем, Германия, Швейцария и др. [6].

Анализ поставляемых пестицидов показывает, что

- проблемными препаратами являются препараты, поставляемые в форме концентратов эмульсий, концентратов суспензий, смачивающихся порошков, которые составляют 346 наименований; рабочие жидкости из этих препаратов требуют постоянного перемешивания в резервуарах опрыскивателей для сохранения однородного состава, а следовательно, заданной концентрации нормы расхода, в противном случае рабочая жидкость будет расслаиваться (эмульсии) или твёрдые нерастворимые частицы препарата будут оседать (при использовании смачивающихся порошков или концентратов суспензий);
- особой технологии приготовления рабочей жидкости требуют гидрофобные препараты (например, сера молотая, широко используемые в виноградарстве);
- требуют исследования и совершенствования перемешивающие устройства опрыскивателей и дифференцированный подход в применении двухфазной технологии приготовления рабочей жидкости.

В результате наших исследований научно обосновано, что для поддержания однородного состава, а, следовательно, и заданной концентрации рабочей жидкости в резервуарах опрыскивателей в процессе их работы (по мере опорожнения резервуаров), перемешивающие струи мешалки должны быть направлены на смывание оседающих твёрдых частиц препарата (суспензии) или расслаиваемых потоков (эмульсии), на циркуляционное движение по сечению резервуара.

Параметры мешалки должны быть следующие: число сопел по длине мешалки 5–7 штук; диаметр выходного отверстия сопла 3,5–4,0 мм; скорость истечения струи 6,2–6,5 м/с; расход жидкости из мешалки 18,5–20 л/мин.

При приготовлении маточной или рабочей жидкости препаратов, склонных к слеживаемости, комкуемости или плохо смешиваемых с водой, или с большими нормами расхода, разработана научно обоснованная технология тонкого измельчения и диспергирования препарата в воде и создания однородной стабильной по составу маточной жидкости с применением специального технологического узла – диспергатора типа «дезинтегратор» (его вариант «дисмембратор») с определенными параметрами: окружная скорость на периферии дисков 100–200 м/с; пределы регулирования пропускной способности дисмембратора: сухого порошкообразного препарата – 1,0–4,0 кг/мин, жидкого концентрата – 8,0–20 л/мин; размер диска ротора – 260 мм; число рядов измельчающих элементов на подвижном и неподвижном дисках – по 2 [9].

Выводы.

1. Рабочие жидкости препаратов, приготавливаемые из концентратов суспензий, концентратов эмульсий, смачивающихся порошков, требуют постоянного перемешивания в резервуарах опрыскивателей для сохранения однородного состава и предотвращения расслоения при использовании эмульсий и оседании твёрдых нерастворимых частиц препарата при использовании смачивающихся порошков или концентратов суспензий.

2. При приготовлении маточной или рабочей жидкости препаратов, склонных к слеживаемости и комкуемости, а также гидрофобных препаратов (например, молотая сера) следует применять технологию тонкого измельчения и диспергирования препарата в воде для создания стабильно однородной по составу маточной или рабочей жидкости с применением специального технологического узла – диспергатора типа «дезинтегратор» (его вариант «дисмембратор»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вялых В. А. Настройка и регулировка машины по защите растений : пособие механизаторам / В. А. Вялых, И. Т. Штоколов, Л. А. Михин ; [Госагропром РСФСР, ВПНО «Россельхозхимия», ВНИИЗР]. – Воронеж, 1989. – 78 с.
2. Вялых В. А. Растворные узлы для приготовления рабочих жидкостей пестицидов : рекомендации / В. А. Вялых ; [ВПНО «Россельхозхимия», ВНИИЗР]. – Воронеж, 1985. – 83 с.
3. Дибнер Е. Э. Исследование процессов приготовления и заправки опрыскивателей : автореф. дис. на соискание ученой степ. канд. с.-х. наук / Е. Э. Дибнер. – Л., 1962. – 16 с.
4. Тимошенко С. П. Исследование процесса перемешивания суспензии ядохимикатов гидродинамическими мешалками в резервуарах опрыскивателей : автореф. дис. на соискание ученой степ. канд. техн. наук / С. П. Тимошенко. – К., 1973. – 16 с.

5. Бекиров Р. Н. Исследование и обоснование параметров процесса механизированного приготовления рабочей жидкости в резервуарах хлопковых гербицидных приспособлений : дис. на соискание ученой степ. канд. техн. наук / Р. Н. Бекиров ; ТИИИМСХ. – Ташкент, 1980. – 157 с.
6. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні : офіційне видання / [під ред. В. О. Ящук, Д. В. Іванова., Р. М. Кривошеї та ін.]. – К. : Юніверст Медіа, 2012. – 831 с.
7. Мельников Н. Н. Химия пестицидов / Н. Н. Мельников. – М. : Химия, 1968. – 495 с.
8. Незбрицкий М. И. Что заботит конструктора / М. И. Незбрицкий // Защита растений. – 1991. – № 5. – С. 7.
9. Пат. 30792 А Україна, МПК В 02 С 13/22. Дезінтегратор / Бекіров Р. Н. ; заявник та патентовласник Кримський державний індустріально-педагогічний інститут. – № 98062870 ; заявл. 02.06.1998 ; опубл. 15.12.2000. Бюл. № 7-П.

НАШИ АВТОРЫ

Абдулгасис Азиз Умерович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта и инженерных дисциплин Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Абдулгасис Диявер Умерович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой охраны труда в машиностроении и социальной сфере Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Абдулгасис Умер Абдуллаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильного транспорта и инженерных дисциплин, декан инженерно-технологического факультета Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Абрамов Дмитрий Владимирович – кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры технологии машиностроения и ремонта машин Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, г. Харьков

Бабицкий Леонид Федорович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механизации, энергетики и технического сервиса Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет», г. Симферополь

Бекиров Расим Нафеевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры охраны труда в машиностроении и социальной сфере Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Братан Сергей Михайлович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии машиностроения Севастопольского национального технического университета, г. Севастополь

Гербер Юрий Борисович – доктор технических наук, доцент, заместитель директора по учебной работе Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет», г. Симферополь

Ерушева Юлия Анатольевна – магистрант кафедры менеджмента Севастопольского национального технического университета, г. Севастополь

Калюжная Татьяна Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента Севастопольского национального технического университета, г. Севастополь

Каримов Эрвин Аблякимович – аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения и санитарной техники Национальной академии природоохранного и курортного строительства, г. Симферополь

Куклин Владимир Алексеевич – кандидат технических наук, ассистент кафедры механизации, энергетики технического сервиса Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет», г. Симферополь

Марковская Оксана Евгеньевна – кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры автомобильного транспорта и инженерных дисциплин Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Николенко Илья Викторович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водоснабжения, водоотведения и санитарной техники Национальной академии природоохранного и курортного строительства, г. Симферополь

Новоселов Юрий Константинович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии машиностроения Севастопольского национального технического университета, г. Севастополь

Подзноев Геннадий Петрович – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта и инженерных дисциплин Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Подригало Михаил Абович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии машиностроения и ремонта машин Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, г. Харьков

Подригало Надежда Михайловна – кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры технологии машиностроения и ремонта машин Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, г. Харьков

Сидоров Денис Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения Севастопольского национального технического университета, г. Севастополь

Соболевский Иван Витальевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механизации, энергетики и технического сервиса Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет», г. Симферополь

Столяров Николай Николаевич – аспирант кафедры технологии машиностроения Севастопольского национального технического университета, г. Севастополь

Сулейманов Решат Ибрагимович – кандидат педагогических наук, старший преподаватель технологии машиностроения Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический» университет, г. Симферополь

Сулейманов Эрнест Сейдаметович – старший преподаватель кафедры автомобильного транспорта и инженерных дисциплин Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический» университет, г. Симферополь

Сулейманов Эмиль Эрнестович – магистрант специальности «Профессиональное обучение. Транспорт» Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Умеров Эрвин Джеватович – заведующий лабораториями кафедры автомобильного транспорта и инженерных дисциплин Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Усеинов Бекир Казимович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры электромеханики и технологии сварки Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Феватов Сададин Асанович – преподаватель кафедры автомобильного транспорта и инженерных дисциплин Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Хабрат Николай Иванович – доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта и инженерных дисциплин Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Халилов Вадим – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта и инженерных дисциплин Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Шрон Борис Леонидович – аспирант кафедры технологии машиностроения Севастопольского национального технического университета, г. Севастополь

Шрон Леонид Борисович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии машиностроения Севастопольского национального технического университета, г. Севастополь

Ягьяев Эльмар Энверович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой электромеханики и технологии сварки Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

Якубов Февзи Якубович – доктор технических наук, профессор, ректор Республиканского высшего учебного заведения «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ВЧЕНІ ЗАПИСКИ КРИМСЬКОГО ІНЖЕНЕРНО-
ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Випуск 46

Технічні науки

(Мовою оригіналу)

Головний редактор Якубов Ф. Я.
Заступник головного редактору Абдулгасіс У. А.
Відповідальний за випуск Фазилова А. Р.
Коректура та верстка Халілаєва С. Н.

Підписано до друку 29.12.2014 р. Формат 60×84^{1/8}.
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Обл.-вид. друк. арк. 8,7. Об'єм 11,75 друк. арк.
Тираж 100 прим. Зам. № 34.

Підготовлено до друку та віддруковано
у редакційно-видавничому відділі Науково-інформаційного центру
Республіканського вищого навчального закладу «Кримський інженерно-педагогічний університет»
95015, м. Сімферополь, вул. Севастопольська, пров. Учебний, 8