

УДК 631.358

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАМАЛООБЪЕМНОГО ОПРЫСКИВАТЕЛЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ САДОВ И ВИНОГРАДНИКОВ

Маслов Геннадий Георгиевич
д-р техн. наук, профессор
SPIN–код автора: 7115–7421
maslov-38@mail.ru

Борисова Светлана Михайловна
канд. техн. наук, доцент
super.lana-1941@yandex.ru

Малашихин Николай Васильевич
магистрант
*ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ им. И.Т.Трубилина»,
Краснодар, Россия*

Актуальностью задачи в создании надежной системы защиты растений является совершенствование и разработка новых технологий опрыскивания сельскохозяйственных культур на базе принципиально новых агротребований на более высоком качественном уровне, повышение производительности труда, снижение энергозатрат и экологизации защитных мероприятий. Пневматические щелевые распылители имеют большие возможности конструкции, позволяющие получать необходимые для конкретной задачи опрыскивателя режимные параметры. В связи с этим нами предложена технологическая схема работы опрыскивателя в садово-виноградниковом варианте. Для этого распылители размещаются в пневматических каналах от вентиляторов, установленных на опрыскивателях. Снизить энерго- и ресурсозатраты, добиться высоких качественных показателей процесса и повышения уровня экологичности возможно разработкой технических средств для ультрамалообъемного опрыскивания. Принципиальная новизна в решении проблемы ультрамалообъемного опрыскивания состоит в использовании на опрыскивателе пневматических распылителей конструкции КубГАУ и схемы технологического процесса, позволяющих обеспечить снижение доз расхода рабочей жидкости и пестицидов, в результате чего снижаются эксплуатационные затраты на вспомогательные операции: приготовление рабочих жидкостей и заправку опрыскивателей. Для обработки двух рядов одновременно возможно использовать опрыскиватели, оснащенные двумя центробежными вентиляторами с установкой пневматических щелевых распылителей с фиксацией в каналах, которые они перекрывают, заставляя воздух от вентилятора проходить через корпус распылителя, смешиваясь с каплями рабочей жидкости. В этом

UDC 631.358

05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization

ULTRA-LOW VOLUME SPRAYER'S PERFECTION FOR GARDENS AND VINEYARDS PROCESSING

Maslov Gennadiy Georgievich
Doctor of technical sciences, professor
SPIN-code: 7115-7421
maslov-38@mail.ru

Borisova Svetlana Mikhailovna
Cand.Tech.Sci., associate professor
super.lana-1941@yandex.ru

Malashikhin Nikolai Vasilyevich
graduate student
*FGBOU VO "Kuban State Agrarian University named
after I.T.Trubilin", Krasnodar, Russia*

The urgency of the task in creating a reliable plant protection system is the improvement and development of new technologies for spraying crops on the basis of fundamentally new agricultural requirements at a higher quality level, increasing productivity, reducing energy costs and greening protective measures. Pneumatic slotted sprayers have great design capabilities allowing obtaining operating parameters necessary for the specific task of the sprayer. In this regard, we have proposed a technological scheme of the sprayer in the garden-vineyard version. To do this, the sprayers are placed in pneumatic ducts of the fans mounted on the sprayers. It is possible to reduce energy and resource costs, to achieve high quality indicators of the process and to increase the level of environmental friendliness by developing technical means for ultra-low-volume spraying. The principal novelty in solving the problem of ultra-low volume spraying is the use of KubSAU design pneumatic sprayers on the sprayer, and the scheme of the technological process, allowing the reduction of the working fluid and pesticides doses rate, resulting in reduced operating costs to support operations: preparation of working fluids and filling the sprayers. To process two rows simultaneously, it is possible to use sprayers equipped with two centrifugal fans with the installation of pneumatic slit sprayers with fixation in the ducts that they overlap, forcing the air from the fan to pass through the atomizer body, mixing with drops of working fluid. In this case, the speed of the air-droplet jets increases and more efficient use of the air jet from the fan occur. Along with the use of sprayers, equipped with KubSAU design pneumatic sprayers, to combat pests and diseases, we propose to use a sprayer to combat weeds in the trunk area of perennial plantations. Thus we have a family of ultra-low volume sprayers with pneumatic slotted sprayers of the Kuban State Agrarian University de-

случае увеличивается скорость воздушно-капельных струй и происходит более эффективное использование воздушной струи от вентилятора. Наряду с использованием опрыскивателей, оснащенных пневматическими распылителями конструкции КубГАУ для борьбы с вредителями и болезнями нами предлагается использовать опрыскиватель для борьбы с сорной растительностью в приствольной зоне многолетних насаждений (патент № 2275022). Таким образом, мы имеем семейство ультромалообъемных опрыскивателей, оборудованных пневматическими щелевыми распылителями конструкции КубГАУ

sign

Ключевые слова: ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ, БОРЬБА С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ, РАСПЫЛИТЕЛИ, ОПРЫСКИВАТЕЛИ

Keywords: PLANT PROTECTION, WEED CONTROL, VEGETATION, SPRAYERS

Doi: 10.21515/1990-4665-149-001

Одной из важнейших задач защиты растений является снижение расхода пестицидов за счет более рационального использования.

Потери пестицидов и загрязнение окружающей среды связаны с формированием особо крупных капель при высокой норме расхода рабочей жидкости (75–300 га), невыполнением агротребований по равномерности и качеству распыла. При этом применяемые машины отличаются сложностью конструкции, высокими эксплуатационными затратами и трудоемкостью в обслуживании.

Согласно стратегии машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года [1] предусматривается повышение технического уровня отечественных машин [2, 3], особенно обращается внимание на мало- и ультрамалообъемное опрыскивание, повышение его качества и строгое соблюдение экологии [4, 5, 6].

Учитывая изложенное, цель данной статьи – показать на примере семейства ультрамалообъемных опрыскивателей с пневматическими щелевыми распылителями конструкции КубГАУ их эффективность на обработке садов и виноградников.

Использование в качестве струеобразователей щелевых воздушных сопел позволяет снизить энергопотребление путем малых расходов возду-

ха от компрессора трактора. Технологическая схема опрыскивателя представлена на рисунке 1.

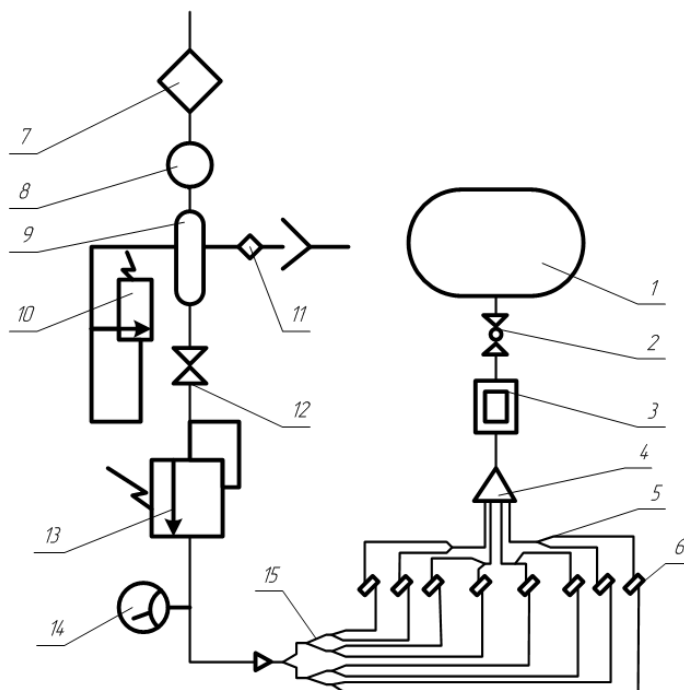


Рисунок 1 – Технологическая схема опрыскивателя:
 1 – бак; 2 – кран; 3 – уравнивательная емкость; 4 – коллектор;
 5 – тройники гидравлические; 6 – распылитель; 7 – фильтр; 8 – компрессор;
 9 – ресивер; 10 – клапан предохранительный; 11 – фильтр отстойник;
 12 – кран пневматический; 13 – регулятор давления;
 14 – манометр; 15 – тройники пневматические

Так, при обработке полевых культур, возможно регулирование ширины захвата и других рабочих параметров путем изменения положения распылителей в пространстве (поворотом в горизонтальной и вертикальной плоскостях) относительно объекта обработки.

Таким образом, воздушно-капельная струя от пневматического щелевого распылителя смешивается с воздухом от вентилятора, сообщая дополнительную энергию каплям рабочей жидкости для обработки многолетних насаждений (рисунок 2). Такое воздействие на крону дерева или листовую часть виноградного куста позволят провести обработку с высоким качеством с минимальными потерями рабочей жидкости за пределами

ряда. На рисунке 3 представлена пневмогидравлическая схема садового опрыскивателя.

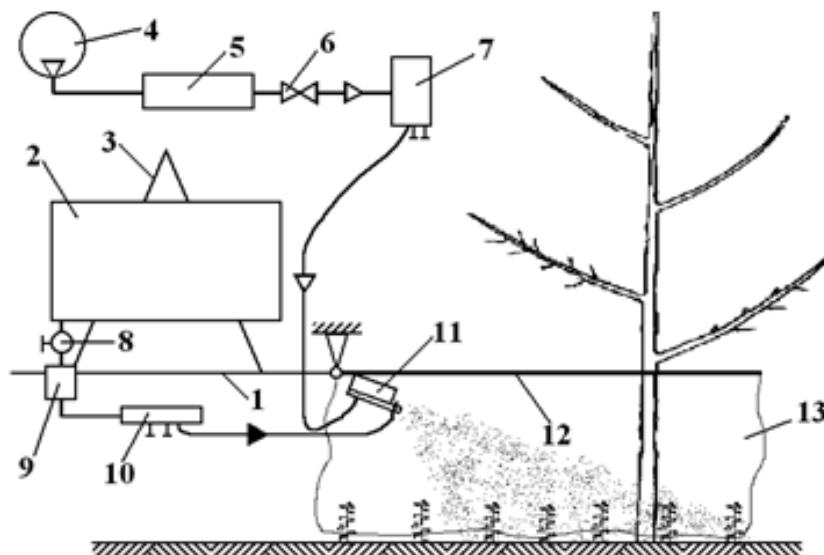


Рисунок 2 – Технологическая схема устройства для обработки приствольных зон:

- 1 – рама; 2 – бак; 3 – навеска; 4 – компрессор; 5 – ресивер; 6 – кран;
 7 – воздушный коллектор; 8 – расходный кран; 9 – уравнивательная емкость;
 10 – коллектор; 11 – эжекционно-щелевой распылитель;
 12 – поворотное устройство; 13 – фартук

В связи с расположением распылителей ярусами возможно истечение рабочей жидкости неравномерно по высоте растения. Однако этот фактор можно использовать как положительный, учитывающий разнообразие форм и видов многолетних насаждений по высоте. При этом истечение рабочей жидкости по высоте (расход) можно при необходимости регулировать сменой питательных трубок, так как подобным образом можно менять и норму распыла, и степень дисперсности.

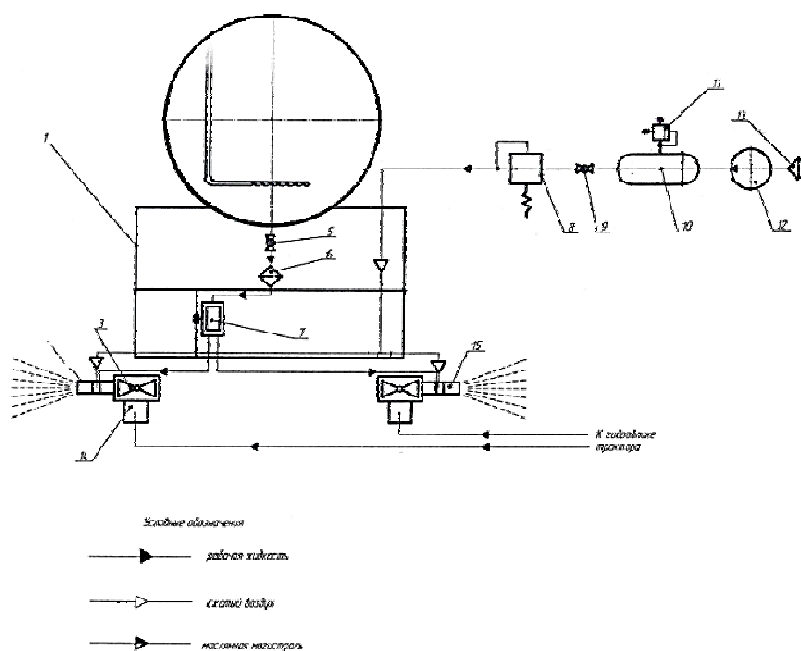


Рисунок 3 – Схема садового опрыскивателя пневмогидравлическая:
 1 – рама; 2 – бак; 3 – вентилятор; 4 – мешалка; 5 – кран жидкостный;
 6 – фильтр жидкостный; 7 – уравнильная емкость; 8 – регулятор давления;
 9 – кран воздушный; 10 – ресивер; 11 – предохранительный клапан;
 12 – компрессор; 13 – фильтр воздушный; 14 – гидромотор; 15 – распылитель

Схема технологического процесса опрыскивателя является аналогичной предыдущим схемам и изображена на рисунке 4. Рабочая жидкость поступает к распылителю, установленному на раме под углом 90° к направлению движения агрегата. При этом струя от распылителя направлена на приствольную зону дерева для уничтожения сорных растений гербицидами. Распылитель фиксируется на штанге, которая закрепляется с помощью раскоса на уровне штамбов деревьев с возможностью регулирования по высоте на раме опрыскивателя или при необходимости на лонжероне трактора.

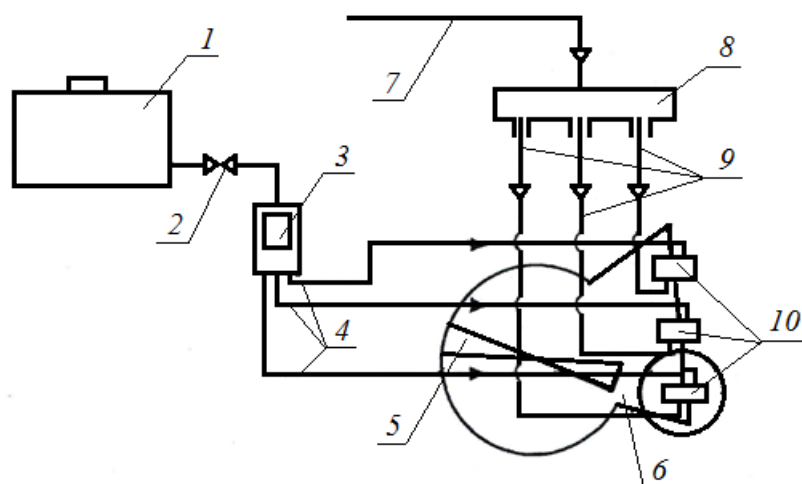


Рисунок 4 – Опрыскиватель вентиляторный для ультрамалообъемного опрыскивания многолетних насаждений:

1 – бак; 2 – кран; 3 – уравнильная емкость; 4 – гидропровод; 5 – вентилятор; 6 – воздушное сопло; 7 – пневмопровод; 8 – коллектор; 9 – шланги; 10 – распылители

Для них характерны следующие особенности:

– возможность с небольшой переналадкой обрабатывать различные культуры как полевых, так и многолетних растений;

– достаточно широкий диапазон норм расхода рабочих жидкостей путем использования ультрамалообъемного, малообъемного и аэрозольного опрыскивания;

– настройка на заданную норму расхода возможна путем изменения форм и размеров щелевых сопел струеобразователя, диаметром выходных отверстий питательных трубок (жиклеров), давлением воздуха в пневмомагистрали и регулировкой статистического давления жидкости (столба), поступающей из бака с рабочей жидкостью через уравнильную емкость, изменением ее положения по высоте;

– конструктивные особенности распылителей позволяют настроить процесс опрыскивания без забивания, независимо от вида рабочей жидкости (раствор, эмульсия или суспензия), что позволит повысить коэффициент использования рабочего времени;

– для технического обслуживания требуется минимальные затраты труда и материальные затраты на восстановление технической готовности агрегата к высококачественной работе.

Диапазон использования технологической схемы работы опрыскивателя, использующего пневматические распылители конструкции КубГАУ достаточно широк.

На основе патентов № 2227455 [7], № 2060661 [8], № 2097970, 22132611, разработан ультрамалообъемный опрыскиватель, схема работы которого представлена на рисунке 1.

Работает опрыскиватель следующим образом. Рабочая жидкость поступает к распылителям 6 из бака 1 через кран 2, уравнительную емкость 3, распределитель рабочей жидкости 4 и тробники 5 в питательные трубки (жиклеры) распылителей и истекает в камеру разряжения. Для создания разряжения формируется высокоскоростная воздушная струя, которая образуется воздушным потоком, источником которого является компрессор трактора или специально смонтированный на опрыскивателе. Воздух через ресивер 9, кран 12 и регулятор давления 13 через пневматические тробники поступает в камеру, где истекающие высокоскоростные струи создают разрежение, в результате чего рабочая жидкость инжектируется, диспергируется на мелкие капли, смешивается с воздухом и направляется на объект обработки.

Особенностью распылителей КубГАУ является создание воздушных струй, истекающих из щелевых сопел распылителей. Сопла образованы прокладками, между пластинами, соединенными винтами и установленными в цилиндрических корпусах.

Формирование скоростной высокодисперсной струи с большой длиной позволят обеспечить максимальную плотность покрытия поверхности растений как объекта обработки.

Кроме того, питательные трубки (жиклеры), имеющие выходные отверстия распылителей диаметром от 2 до 5 см, являются сменными, что значительно снижает вероятность их забивания в процессе работы. А ведь именно малые выходные отверстия распылителей заставляют нарушать равномерность технологического процесса опрыскивания. А возможность их установки с учетом вида рабочей жидкости, а именно эмульсии, суспензии или раствора позволяют наиболее эффективно использовать рабочее время опрыскивателя без остановок на непредусмотренное техническое обслуживание (прочистку) распылителей.

Наиболее значимыми показателями работы опрыскивателя является норма расхода рабочей жидкости Q л/га и, соответственно, расход рабочей жидкости (производительности) $Q_{\text{ж}}$ л/мин.

Данный показатель зависит от параметров, зависящих от параметров, конструктивных особенностей распылителя, таких как площадь выходного отверстия питательной трубки, из которой происходит истечение рабочей жидкости $F_{\text{ж}}$ м², напора рабочей жидкости, истекающей из бака через уравнительную емкость, h м.в.^{ср} и особенностей рабочей жидкости для опрыскивания, зависящих от ее плотности $\rho_{\text{ж}}$ кг/м³. Наряду с этим, конкретно для данного распылителя с соответствующей технологической схемой работы на расход рабочей жидкости существенно влияет тот скоростной напор, который создается струей воздуха, из щелевого сопла струеобразователя, инжeksiрующего рабочую жидкость из питательной трубки $h_{\text{бак}}^{\text{м}}$. Причем значительное воздействие на расход рабочей жидкости оказывает коэффициент расхода $\mu_{\text{ж}}$, зависящий непосредственно от формы щелевого сопла, воздушного струеобразователя и питательной трубки.

Таким образом, расход рабочей жидкости, подаваемой опрыскивателями с пневматическими щелевыми распылителями конструкции КубГАУ, описывается выражением

$$G_{\text{ж}} = \mu_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot F_{\text{ж}} \cdot \sqrt{2q(h_{\text{бак}} \pm h)} \text{ л/мин} \quad (1)$$

Норма расхода при работе с одним распылителем определяется из выражения

$$Q = \frac{600G_{\text{ж}}}{V \cdot B}, \quad (2)$$

где Q – норма расхода, л/га;

V – скорость движения, км/ч;

B – ширина захвата, м.

Для анализа работ и настройки опрыскивателя для практических целей рекомендуем пользоваться номограммой, составленной из расчетной части по формуле для производительности распылителя $G_{\text{ж}} = \frac{QVB}{600}$ л/мин (номограмма выше горизонтальной оси) и экспериментальной части по определению положения уравнительной емкости в зависимости от производительности распылителя $G_{\text{ж}}$ и избыточного давления ΔP от компрессора.

Номограмма удобна для практических целей при настройке опрыскивателя на заданный режим работы.

Для этого, выбрав оптимальную скорость движения агрегата, необходимо восстановить из соответствующего деления на оси абсцисс перпендикуляр пересечения с прямой, соответствующей ширине захвата распылителя, которая задается задачами опрыскивания. Проведя из найденной точки пересечения прямую, параллельную оси ординат до пересечения с прямыми соответствующими заданной норме расхода рабочей жидкости, нужно опустить перпендикуляр до пересечения с осью абсцисс и определить производительность (минутный расход) распылителя. Пользуясь экспериментальными кривыми нижнего квадрата номограммы, найденной производительности и выбранному давлению воздуха пневмомагистрали, можно определить положение уравнительной емкости по высоте.

Пример, при скорости $V = 6$ км/ч, ширине захвата распылителя $b =$

= 0,5 м, норме расхода $Q = 25$ л/га можно определить по номограмме производительность $q = 0,125$ л/мин. При давлении $\rho = 0,2$ МПа положение уравнительной емкости должно составить $h = +2,5$ см. Номограмма для определения режимных параметров распылителя (угол наклона питательной трубки $\alpha = 90^\circ$) представлена на рисунке 5.

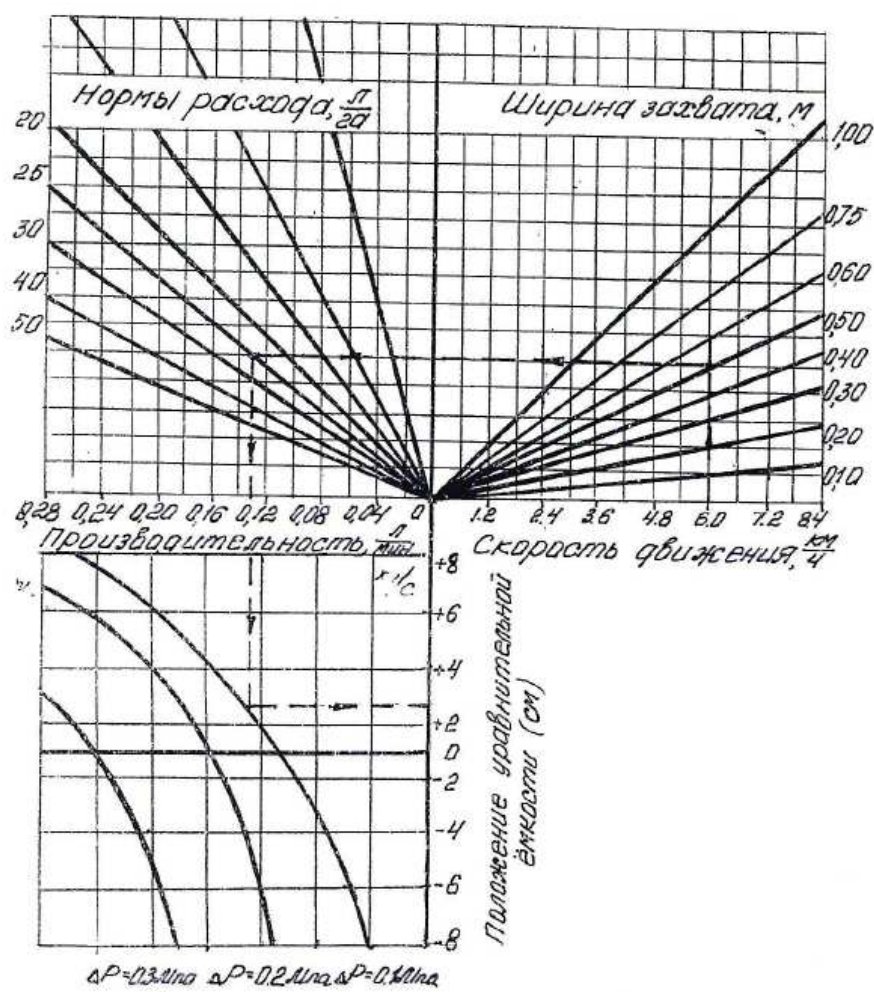


Рисунок 5 – Номограмма для определения режимных параметров распылителя (угол наклона питательной трубки $\alpha = 90^\circ$)

Для определения качественных показателей процесса формирования воздушно-капельной струи пневматическими щелевыми распылителями были проведены экспериментальные исследования с использованием метода планирования 3-х факторного эксперимента.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1– Анализ степени использования весового количества рабочей жидкости

№ пп	Положение уравнильной емкости, см	Давление воздуха, МПа	Угол питательной трубки, град.	Ширина захвата распылителя, м	Расход жидкости, л/мин	ММД, мкм (медианномассовый диаметр)	Плотность, шт./см ²	Норма расхода, л/га	Весовое количество осевшей жидкости, л/га	Степень использования жидкости, %
1	-5	0,1	60	0,4	59	159	59	12,6	126,3	97
2	-5	0,2	42	0,4	116	192	53	24,4	19,5	80
3	0	0,15	60	0,4	130	165	93	27,3	216,7	79
4	5	0,15	60	1,4	214	148	73	12,8	12,3	96
5	5	0,2	90	1,2	260	230	25	18,2	16,0	88

Анализируя полученные результаты, можно сказать, что степень использования рабочей жидкости при работе на различных режимах распылителя находилась в пределах агротребований. Наилучшие показатели при прямом дутье давали малые расходы рабочей жидкости на малых рабочих давлениях, что объяснялось снижением потерь за пределами зоны обработки. При боковом дутье наилучшие результаты давало увеличение значений рабочих параметров: положения уравнильной емкости, давления воздуха ΔP и угла наклона питательной трубки α .

Эжекционные ультрамалообъемные опрыскиватели с эжекционными щелевыми распылителями КубГАУ надежно показали себя также на химобработке семян перед посевом [9] и соломы, измельчаемой при уборке зерновых колосовых зерноуборочными комбайнами [10] для лучшей гумификации. Особенно эффективно применение опрыскивателей в составе машино-технологических станций [11]. При этом выбор технического средства из всего многообразия опрыскивателей лучше проводить по методике КубГАУ [12].

Таким образом, рассмотренное семейство ультрамалообъемных опрыскивателей с пневматическими щелевыми распылителями конструк-

ции КубГАУ можно эффективно использовать не только при обработке садов и виноградников, но также для опрыскивания полевых культур и соломой зерновых колосовых одновременно с ее измельчением при уборке зерноуборочными комбайнами для лучшей гумификации.

Список литературы

1. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года [Текст]. – М. : 2008. – 60 с.
2. Маслов, Г. Г., Плешаков, В. Н. Прогнозирование технического уровня отечественной и зарубежной техники [Текст] / Техника в сельском хозяйстве. – 2001. – № 5. – С. 31–32.
3. Маслов, Г. Г., Плешаков, В. Н. Оценка технического уровня зерновых сеялок и посевных комплексов [Текст] / Техника в сельском хозяйстве. – 2000. – № 6. – С. 19–22.
4. Опрыскиватель [Текст] / Г. Г. Маслов, С. М. Борисова, А. Л. Мечкало. – Патент на изобретение RUS 2227455 11.02.2003.
5. Устройство для обработки семян защитно-стимулирующими веществами [Текст] / Г. Г. Маслов, А. Л. Мечкало, С. М. Борисова, Е. И. Трубилин, Ш. Н. Богус. – Патент на изобретение RUS 2250289 31.12.2003.
6. Технология возделывания кукурузы в Краснодарском крае : рекомендации [Текст] / И. М. Петренко, А. И. Трубилин, Н. А. Загоруйко [и др.]. – Российская Академия с.-х. наук, Департамент сельского хозяйства и продовольствия, Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко, Кубанский государственный аграрный университет. – Краснодар, 2001.
7. Опрыскиватель ультрамалообъемный [Текст] / Г. Г. Маслов, А. Л. Мечкало. – Патент на изобретение RUS 2227455 11.02.2003.
8. Штанговый малообъемный опрыскиватель для обработки полевых культур [Текст] / Г. Г. Маслов, В. В. Цыбулевский, А. Д. Таран, Н. И. Волошин. – Патент на изобретение RUS 2060661.
9. Протравливатель семян [Текст] / С. М. Борисова, Г. Г. Маслов, А. Л. Мечкало, Е. И. Трубилин. – Патент на изобретение RUS 2246195 31.03.2003.
10. Способ уборки урожая зерновых культур и утилизации незерновой части урожая и устройство для его осуществления [Текст] / Г. Г. Маслов, Е. И. Трубилин, В. В. Абаев, С. М. Сидоренко. – Патент на изобретение 2307498 06.02.2006.
11. Маслов, Г. Г., Овчаренко, А. С., Шандыба, О. М. МТС – партнер сельхозпроизводителя или арендатор? [Текст] / Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1999. – № 6. – С. 6–7.
12. Маслов, Г. Г. Методика комплексной оценки эффективности сравниваемых машин [Текст] / Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 10. – С. 31–33.

References

1. Strategiya mashinno-texnologicheskoy modernizatsii sel'skogo khozyajstva Ros-sii na period do 2020 goda [Tekst]. – M. : 2008. – 60 s.
2. Maslov, G. G., Pleshakov, V. N. Prognozirovaniye texnicheskogo urovnya otechestvennoy i zarubezhnoy tekhniki [Tekst] / Tekhnika v sel'skom khozyajstve. – 2001. – № 5. – S. 31–32.

3. Maslov, G. G., Pleshakov, V. N. Ocenka texnicheskogo urovnya zernovy`x seyalk i posevny`x kompleksov [Tekst] / Tekhnika v sel`skom xozyajstve. –2000. – № 6. – S. 19–22.
4. Opry`skivatel` [Tekst] / G. G. Maslov, S. M. Borisova, A. L. Mechkalo. – Pa-tent na izobretenie RUS 2227455 11.02.2003.
5. Ustrojstvo dlya obrabotki semyan zashhitno-stimuliruyushhimi veshhestvami [Tekst] / G. G. Maslov, A. L. Mechkalo, S. M. Borisova, E. I. Trubilin, Sh. N. Bogus. – Pa-tent na izobretenie RUS 2250289 31.12.2003.
6. Texnologiya vozdely`vanii kukuruzy` v Krasnodarskom krae : rekomendacii [Tekst] / I. M. Petrenko, A. I. Trubilin, N. A. Zagorul`ko [i dr.]. – Rossijskaya Aka-demiya s.-x. nauk, Departament sel`skogo xozyajstva i prodovol`stviya, Krasnodarskij nauchno-issledovatel`skij institut sel`skogo xozyajstva im. P. P. Luk`yanenko, Kuban-skij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet. – Krasnodar, 2001.
7. Opry`skivatel` ul`tramaloob`emny`j [Tekst] / G. G. Maslov, A. L. Mechkalo. – Pa-tent na izobretenie RUS 2227455 11.02.2003.
8. Shtangovy`j maloob`emny`j opry`skivatel` dlya obrabotki polevy`x kul`tur [Tekst] / G. G. Maslov, V. V. Cybulevskij, A. D. Taran, N. I. Voloshin. – Patent na izobretenie RUS 2060661.
9. Protravlivatel` semyan [Tekst] / S. M. Borisova, G. G. Maslov, A. L. Mechaka-lo, E. I. Trubilin. – Patent na izobretenie RUS 2246195 31.03.2003.
10. Sposob uborki urozhaya zernovy`x kul`tur i utilizacii nezernovoj chasti urozhaya i ustrojstvo dlya ego osushhestvleniya [Tekst] / G. G. Maslov, E. I. Trubilin, V. V. Abaev, S. M. Sidorenko. – Patent na izobretenie 2307498 06.02.2006.
11. Maslov, G. G., Ovcharenko, A. S., Shandy`ba, O. M. MTS – partner sel`xozproizvoditelya ili arendator? [Tekst] / Mexanizaciya i e`lektrifikaciya sel`skogo xozyajstva. – 1999. – № 6. – S. 6–7.
12. Maslov, G. G. Metodika kompleksnoj ocenki e`ffektivnosti sravnivaemy`x mashin [Tekst] / Traktory` i sel`xozmashiny`. – 2009. – № 10. – S. 31–33.