



УДК 631.319.06

DOI 10.25230/conf11-2021-220-225

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ И ОПРЫСКИВАТЕЛЯ

Папуша С.К., Кожура Ф.Д., Жадько В.В.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», г. Краснодар
serega0318@mail.ru, filipkozura@bk.ru, velari99@gmail.com

Предложена конструкция комбинированного агрегата для обработки почвы с одновременным внесением защитно-стимулирующих веществ. Особенностью агрегата является применение пневматических щелевых распылителей со струеобразователем, необходимым для создания высокодисперсной воздушно-капельной струи. В результате исследования получены зависимости расхода жидкостей при различных диаметрах питательных трубок и двух вариантах давления.

Ключевые слова: комбинированный агрегат, почвообработка, ультрамалообъемный опрыскиватель, распылитель, энергосберегающие технологии.

Введение. Повышение производительности сельскохозяйственной техники является основным направлением в развитии сельскохозяйственного производства на базе комплексной механизации. Энергосберегающие технологии являются основой интенсификации технологических процессов при проведении работ в полеводстве в предусмотренные агротехнические сроки, что возможно путем применения комбинированных агрегатов, выполняющих несколько операций за один проход. Повысить экономическую



эффективность при возделывании различных сельскохозяйственных культур позволяет интегрированная защита растений. Применение химических и биологических средств защиты растений, а также стимуляторов роста сельскохозяйственных культур происходит почти на всех этапах производства продукции растениеводства.

Основным методом внесения защитно-стимулирующей жидкости при использовании химического способа защиты растений является опрыскивание, которое проводится для дождевой обработки почвы в целях борьбы с сорняками, вредителями, болезнями и подкормки растений в процессе их развития. Наряду с этим необходимо проводить протравливание посевного материала различными фунгицидами, а для регулирования роста – добавлять биопрепараты, микробиологические и иммуностимулирующие средства. Комплексное использование биопрепаратов и биологически активных веществ с пестицидами позволит снизить нормы расхода пестицидов на 20–30 %. Однако, применение биопрепаратов и эффективных микроорганизмов ограничено, поскольку они не могут быть использованы в виде баковых смесей, а некоторые микроорганизмы погибают при внесении их под давлением, создаваемым многими современными опрыскивателями. При обработке такого рода химическими средствами защиты, где опрыскивание является основным способом внесения жидких препаратов, наиболее эффективным с точки зрения расхода жидкости является ультрамалообъемный метод.

Материалы и методы. Поскольку процесс возделывания сельскохозяйственных растений начинается с подготовки почвы, то для применения энергосберегающей технологии предлагается комбинированный агрегат, сочетающий обработку почвы дисковым орудием с одновременным внесением защитно-стимулирующих средств ультрамалообъемным опрыскивателем с пневматическими щелевыми распылителями конструкции КубГАУ [1].

Особенностью пневматических щелевых распылителей является использование воздушной струи как средства доставки капель рабочей жидкости с заданной скоростью и диспергирования рабочей жидкости с оптимальным заданным диаметром капель в соответствии с агротехническими требованиями [2]. Пневматические щелевые распылители конструкции КубГАУ для создания высокодисперсной воздушно-капельной струи используют струеобразователь, имеющий щелевое сопло с верхней или нижней подачей рабочей жидкости в зону выхода струи [3].

Результаты и обсуждение. Устройство к почвообрабатывающему орудью для внесения защитно-стимулирующих жидкостей устанавливается на раме дисковой бороны. Распылители фиксируются под углом к направлению движения агрегата с перекрытием воздушно-капельных струй и изолированы от трактора и рабочих органов бороны фартуками (рис. 1).

Технологический процесс работы распыливающего устройства состоит в том, что рабочая жидкость из резервуара 1 поступает к распылителям 4 по трубопроводам 3 через уравнительную емкость 2. От компрессора по пневмопроводам в струеобразователь распылителя подается сжатый воздух для создания воздушной струи из щелевого сопла, для диспергирования рабочей жидкости [4]. Воздушно-капельная струя обрабатывает почву соответствующими препаратами, предусмотренными для улучшения ее качества в целях защиты и стимулирования роста растений при их возделывании [5].

Агротехнические требования при ультрамалообъемном опрыскивании предусматривают подачу соответствующей нормы расхода рабочей жидкости и высокое качество её распределение на поверхности, которое зависит от плотности покрытия поверхности и размеров капель ($ММД = 150/200$ мкм) [6].

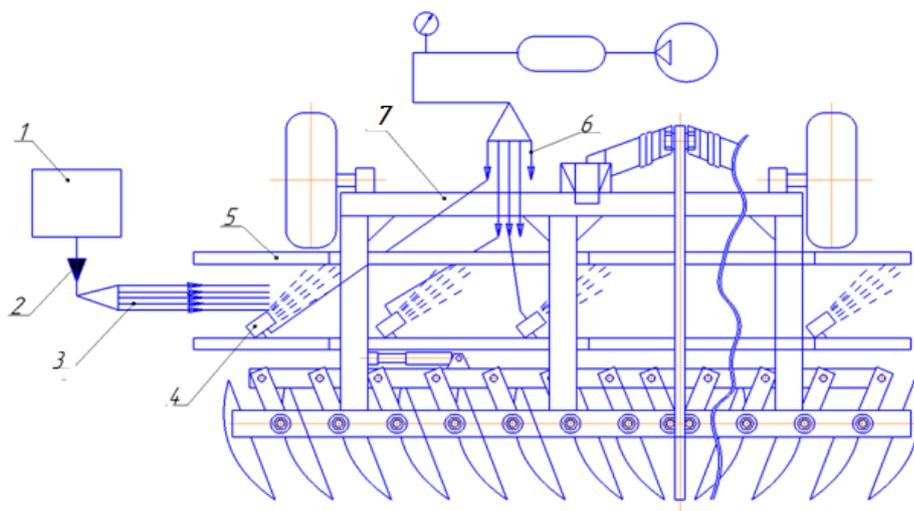


Рисунок 1 – Устройство к почвообрабатывающему орудью для внесения защитно-стимулирующей жидкости: 1 – резервуар; 2 – уравнильная емкость; 3 – трубопроводы; 4 – распылители; 5 – фартуки; 6 – воздухопроводы; 7 – рама орудия

Для небольших воздушно-гидравлических распылителей применима формула (1) расчета среднего диаметра каплей, полученная эмпирическим способом [7].

$$d_s = \frac{585}{w-v} \cdot \left(\frac{\delta}{\rho}\right)^{0,5} + 597 \times \left(\frac{\eta}{\sqrt{\delta \cdot \rho}}\right)^{0,45} \cdot \left(1000 \cdot \frac{Q_w}{Q_v}\right) \quad (1)$$

где d_s – средний объемно-поверхностный диаметр каплей, мкм;

$w-v$ – скорость воздуха и жидкости, м/с;

δ – поверхностное натяжение жидкости, г/см;

η – вязкость жидкости, пуаз;

ρ – плотность жидкости, г/см³;

$\frac{Q_w}{Q_v}$ – отношение объемных расходов жидкости и воздуха.

Для расчета скорости воздушной струи были приняты исходные параметры распылителя: расход жидкости 0,200 л/мин, плотность жидкости 1,00 г/см³, коэффициент поверхностного натяжения 72,5·10⁻³ г/см и скорости жидкости 0,20 м/с. Результаты расчетов представлены на рисунке 2.

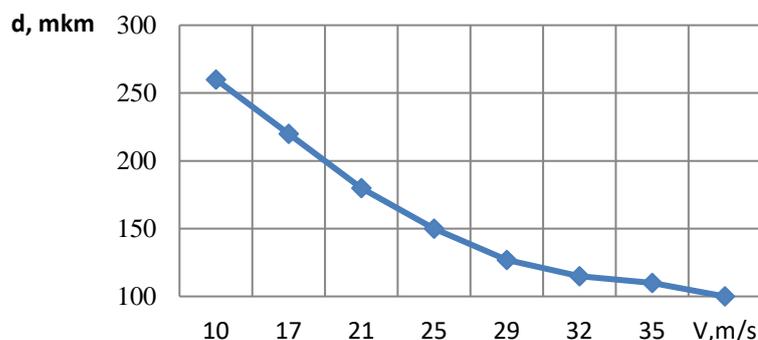


Рисунок 2 – Изменение размеров каплей от скорости воздушной струи из щелевого сопла распылителя



Таким образом, для получения воздушно-капельной струи с диаметром капель 200 мкм необходимо, чтобы скорость струи составляла 18–19 м/с.

Одной из задач исследований пневматического щелевого распылителя является определение его производительности.

Используя результаты предыдущих исследований, были выбраны основные конструктивные параметры распылителей [8].

Щелевое сопло струеобразователя имело выходное отверстие с размерами $a \times b = 0,3 \times 5$ мм, а диаметр выходного отверстия питателя трубчатого типа – 3 мм.

Рассматривали подачу рабочей жидкости в питатель сверху и снизу относительно оси щелевого сопла. Для исследования рабочая жидкость поступала из ёмкости 1 л, установленной на площадке со стойкой. Ниже ёмкости на стойке фиксировалась уравнивающая ёмкость с возможностью перемещения по высоте. На стойке фиксировалась точка отсчета для установки определённо заданной высоты расположения распылителя h относительно уровня рабочей жидкости в уравнивающей ёмкости. Распылитель перемещается на стойке так, чтобы осевая линия щелевого сопла распылителя совпадала с метками на стойке, показывающими необходимые положения, соответствующие заданному напору H .

В ёмкость наливалась вода, имитирующая рабочую жидкость, а в процессе опрыскивания после включения компрессора, определялось время истечения воды из ёмкости. Соответственно полученным результатом временного истечения 100 мл воды при подаче с соответствующих уровней рассчитывался расход рабочей жидкости $q_{ж}$.

Результаты исследований представлены на рисунке 3.

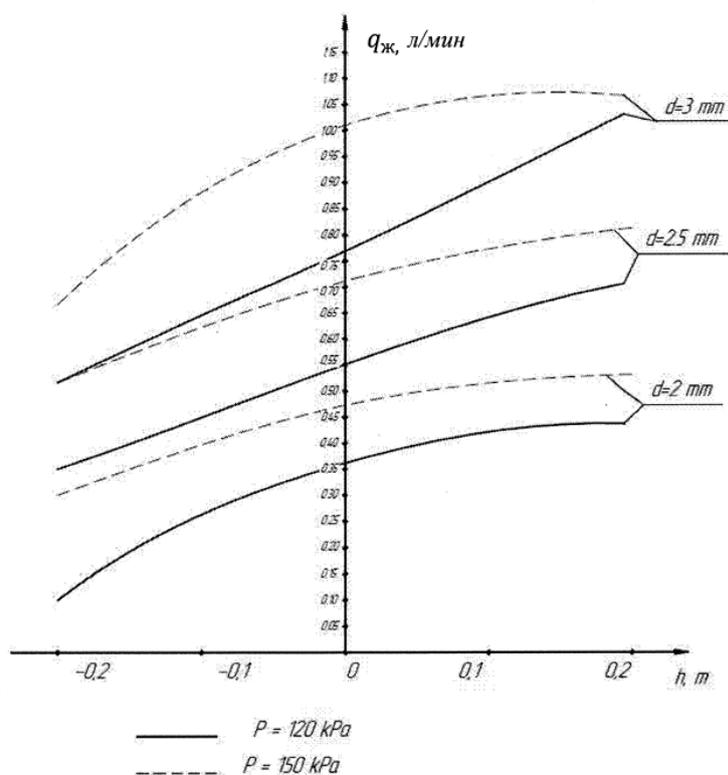


Рисунок 3 – График настройки пневматического щелевого распылителя на расход рабочей жидкости ($q_{ж}$, л/мин)

Для установки распылителей на заданную норму расхода рабочей жидкости следует рассчитать расход рабочей жидкости по формуле:



$$q_{жс} = \frac{QvB}{600n} \text{ л / мин,}$$

где: Q – норма расхода, л/га;

v – скорость движения агрегата, км/ч;

B – ширина захвата, м;

n – количество распылителей, шт.

Параметры Q , v , B являются исходными для агрегата, которым в нашем случае является дисковое орудие с устройством для нанесения жидких препаратов на поверхность почвы.

Для настройки пневматических щелевых распылителей на $q_{жс}$ можно воспользоваться графиком на рис. 4 зависимости $q_{жс}=f(h, d)$, где

h - положение уравнильной емкости, м;

d - диаметр выходного отверстия питателя, мм.

Так для внесения $Q=10$ л/га рабочей жидкости, при скорости агрегата $v=8$ км/ч и ширине захвата агрегата $B=4,2$ м потребуется расход распылителем $q_{жс}=0,14$ л/мин для количества распылителей $n=4$ шт.

Заключение. Таким образом, устройство для ультрамалообъёмного внесения рабочей жидкости с использованием пневматических щелевых распылителей является эффективным средством механизации энергосберегающей технологии внесения в почву пестицидов, а также биопрепаратов и микроорганизмов, способствующих восстановлению почвенных ресурсов и активизации биологических процессов при возделывании сельскохозяйственных растений.

Литература

1. Патент 2322056, Российская Федерация, МПК А01М 7/00. Опрыскиватель ультрамалообъёмный: № 2006126496/12: заявл. 20.07.2006: опубл. 20.04.2008 / С.М. Борисова, Г.Г. Маслов, Е.И. Трубилин, В.В. Цыбулевский, П.Ф. Евдокимов, А.В. Репа. – 1 с.
2. Патент 2683510, Российская Федерация, МПК А01С 23/02 Устройство к почвообрабатывающему орудью для внесения защитно-стимулирующих жидкостей: № 2018128631: заявл. 03.08.2018: опубл. 28.03.2019 / С.М. Борисова, С.К. Папуша, Р.А. Медведев, Н.А. Никитенко. – 5 с.
3. Borisova S.M., Papusha S.K., Nikitenko N.A. Optimization of parameters of the spraying device at etching of potato tubers // E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 126. – P. 00014.
4. Борисова С.М., Папуша С.К., Медведев Р.А. Исследование комбинированного агрегата для подпочвенного внесения жидких препаратов // Сельский механизатор. – 2018. – № 11. – С. 6–7.
5. Оптимизация параметров средств механизации методом планирования многофакторного эксперимента / Винецкий Е.И., Попов Г.В., Папуша С.К., Шидловский Е.В., Огняник А.В., Винецкая Н.Н., Букаткин Р.Н. // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий. – Краснодар, 2010. – Вып. 179. – С. 300–312.
6. Borisova S.M., Papusha S.K., Papusha V.K., Nikitenko N.A. Research of modes and work of a combined unit for subsoil application of protective stimulating liquids in spaces between rows of gardens and vineyards // International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE). – 2019. – Vol. 298. – P. 00121.
7. Маслов Г.Г., Борисова С.М., Малашихин Н.В. Исследование параметров пневматического щелевого распылителя // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 152. – С. 54–67.
8. Borisova S.M., Papusha S.K., Sivovalov E.M. The process of ultra low-volume seed etching with an experimental device // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 971(5). – P. 052062.



THE TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE COMBINED TILLAGE MACHINE AND SPRAYER

Papusha S.K., Kozhura F.D., Zhadko V.V.

The article presents the design of a combined machine for soil tillage with the simultaneous application of protective and stimulating preparations. The machine's characteristic is the use of pneumatic slot sprayers with a stream former required to create a highly dispersive airborne stream. As a result of research, we received the dependences of the application rate of liquids for different diameters of the feed tubes and two pressure options.

Key words: combined machine, tillage, ultralow-volume sprayer, sprayer, energy-saving technology.