

*И.И. Гуреев<sup>1</sup>, Б.Н. Нуралин<sup>2</sup>, А.Ж. Нуралин<sup>2</sup>, М.У. Мухтаров<sup>2\*</sup>*

<sup>1</sup> *ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (Россия), [gureev06@mail.ru](mailto:gureev06@mail.ru)*

<sup>2</sup> *Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, [bnuralin@mail.ru](mailto:bnuralin@mail.ru), [nuralin.76@mail.ru](mailto:nuralin.76@mail.ru), [murat.utembek@mail.ru](mailto:murat.utembek@mail.ru)\**

## **РАЗРАБОТКА РАСПЫЛИТЕЛЯ ДЛЯ ОПРЫСКИВАНИЯ ВЫСОКОСТЕБЕЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

### *Аннотация*

При химической обработке посевов высокостебельных сельскохозяйственных культур опрыскиванием рабочая жидкость на листья растений с набегающей стороны по ходу движения опрыскивателя наносится с большей интенсивностью по сравнению с тыльной стороной, что является причиной неравномерного распределения препаратов, повышенному их расходу и снижению уровня экологической безопасности. Целью исследования является изыскание конструкции распылителя опрыскивателя, обеспечивающего повышение равномерности покрытия рабочим раствором высокостебельных культур. В традиционно известных плоскофакельных щелевых распылителях качество опрыскивания чрезмерно зависит от скорости ветра и температуры окружающей среды. Более адаптивны к переменным погодным условиям инжекторные распылители, формирующие жидкостно-воздушные капли, меньше подверженные испарению и сносу ветром. Улучшить равномерность распределения рабочей жидкости по листовой поверхности высокостебельных культур позволяют конструкции двухфакельных инжекторных распылителей, которые содержат по два сопла, ориентированных на подачу жидкости вперёд и назад по ходу перемещения опрыскивателя. Для улучшения качества нанесения на растения рабочей жидкости предложено переднее и заднее сопла двухфакельного распылителя выполнять с возможностью поворота в продольно-вертикальной плоскости. Обоснованы зависимости обеспечивающее равенство углов наклона к вертикали векторов абсолютных скоростей истекающих из них капель при переменной скорости опрыскивателя. Микропроцессорное устройство по сигналам датчика с опорных колёс непрерывно отслеживает скорость опрыскивателя и автоматически осуществляет поворот сопел, что способствует повышению равномерности распределения рабочей жидкости и экологической безопасности химической обработки листовой поверхности высокостебельных культур. Разработана программа и методика лабораторного оснащения и компьютерной оценки свойств инновационного распылителя

**Ключевые слова:** *земледелие, защита растений, опрыскиватель, распылитель, рабочий раствор, спектр капель, скорость агрегата, сопла, факел.*

### **Введение**

Для решения поставленных задач в АПК Западно-Казахстанской области применяются меры по диверсификации растениеводства, расширяются площади масличных культур, в частности подсолнечника от 6,7 тыс. га до 37 тыс.га, но урожайность культуры остается на низком уровне и составляет в среднем по области 3,3-4,0 ц/га [1].

Высокорентабельное ведение растениеводства на основе интенсивных технологий невозможно без защиты растений сельскохозяйственных культур от вредных организмов – сорняков, болезней и вредителей. Самый распространённый метод защиты растений химический. При этом примерно 75% всех химических средств защиты применяют путём опрыскивания посевов культур полевыми штанговыми опрыскивателями [2].

Полевые опрыскиватели используются для поверхностного внесения рабочих растворов пестицидов, жидких минеральных удобрений для листовых и корневых подкормок зерновых, пропашных, технических и овощных культур.

Эффективность химического метода, наряду с правильностью подбора препаратов, определяется качеством их нанесения на растения. Основными показателями качества опрыскивания являются точность дозирования вносимых препаратов, равномерность их распределения по листовой поверхности растений, а также снижение затрат на защитные мероприятия при соблюдении требований экологической безопасности [3,4,5,6].

Для равномерного нанесения рабочего раствора на обрабатываемую поверхность и снижения сноса ветром распыленной жидкости должны быть правильно выбраны высота штанги, зависящая от угла факела распыла и расход жидкости через распылители. Размер образуемых капель зависит от величины давления рабочего раствора, с ростом которого размер капель уменьшается, а покрытие растений каплями увеличивается, возрастают потери препаратов из-за испарения и сноса капель ветром.

Перспективны двухфакельные распылители, которые подают рабочий раствор вперед и назад по ходу перемещения агрегата и равномернее покрывают растения препаратами при работе агрегата на повышенных скоростях. Они предпочтительны при нанесении контактных препаратов (фунгицидов, инсектицидов, десикантов) на растения культур с мощной листовой поверхностью.

Разработка опрыскивателя для внесения рабочих жидкостей при возделывании пропашных культур рекомендует детального изучения эффективности каждого способа на культурах. Для этого необходимо рассмотреть каждый способ в отдельности.

Опрыскивание посевов высокостебельных культур имеет свои особенности. На листья с набегающей стороны по ходу движения опрыскивателя рабочая жидкость наносится с большей интенсивностью по сравнению с тыльной стороной, что является причиной неравномерного нанесения препаратов на растения, повышенному их расходу и снижению уровня экологической безопасности. Устранение указанных недостатков является актуальной проблемой, для решения которой требуется совершенствование конструкции распылителя полевых опрыскивателей.

Целью исследования является изыскание конструкции распылителя, обеспечивающего повышение равномерности покрытия рабочим раствором листьев растений высокостебельных культур.

Задачей исследования полезной модели является выравнивания угла форсунок и равномерного распыления рабочей жидкости на растения с набегающей и тыльной стороны

### **Методы и материалы**

Опрыскивание посевов производится в открытом пространстве и сопровождается ветром различной интенсивности, который сносит капли рабочего раствора в окружающую среду. Чем больше скорость ветра и время нахождения капель в воздухе, тем на большее расстояние они удаляются от целевой поверхности покрытия. Повышенному расходу препаратов и загрязнению окружающей среды способствует также термическое испарение капель, увеличивающееся с ростом температуры воздуха. Исходя из этого, качество нанесения рабочего раствора на растения и уровень загрязнения препаратами окружающей среды существенно зависит от погодных условий. Благоприятные условия для опрыскивания характеризуются отсутствием осадков, приземной скоростью ветра меньшей 2 м/с, температурой воздуха на уровне +10...25<sup>0</sup>С и относительной влажностью его более 60%.

В полевых опрыскивателях широко используют традиционно известные плоскофакельные щелевые распылители, которые формируют спектр капель диаметром  $d=10-700\text{мкм}$ , где капли  $d\leq 200\text{мкм}$  подвержены интенсивному испарению и сносу даже небольшим ветром. С другой стороны, более плотное покрытие растений каплями, т.е. лучшее качество опрыскивания, достигается при диаметре капель меньшем  $d=100\text{мкм}$ , что входит в противоречие с погодными условиями. Следовательно, из спектра капель  $d=10-700\text{мкм}$  плоско- факельных щелевых распылителей достигают целевой поверхности, т.е. полезны, лишь

капли  $d=200-300$  мкм [7]. За пределами данного диапазона капли безвозвратно утрачиваются, нанося вред окружающей среде и удорожая обработки.

Повышенная адаптация к вариабельности погодных условий у инжекторных распылителей, формирующих жидкостно-воздушные капли и способных качественно работать при скорости ветра до  $5$  м/с. Для этих конструкций характерны два этапа рабочего процесса. На первом из них сопла образуют крупные капли с пузырьками воздуха диаметром более  $d=500$  мкм. Они меньше подвержены испарению и сносу ветром, обладают повышенной проникающей способностью в стеблестой растений (рис. 1).

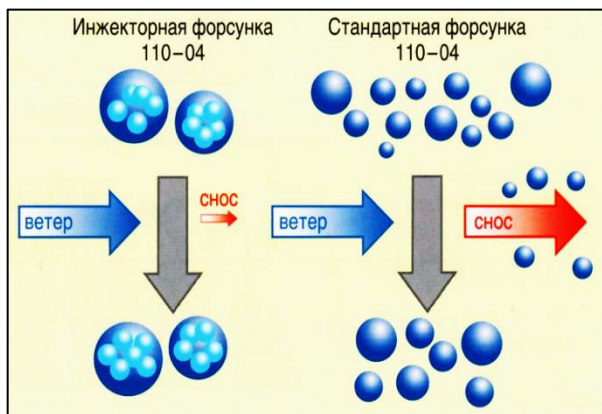


Рисунок 1. Воздействие ветра на капли

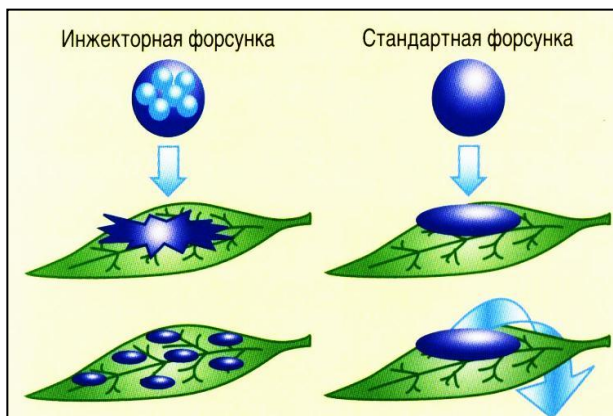


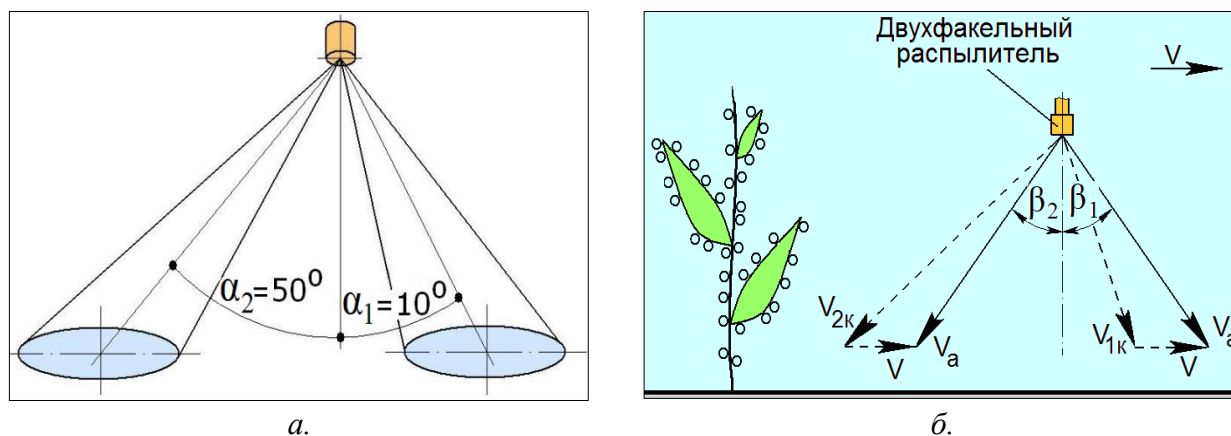
Рисунок 2. Взаимодействие жидкостно-воздушных капель с листьями растений

В свободном полёте капле от распылителя до листовой поверхности разделение жидкостно-воздушной смеси не происходит. Второй этап начинается с момента соприкосновения капле с листьями и вырывания пузырьков воздуха из тела капле, образуя микровзрывы с увлечением за собой частицы жидкости. Крупные капли распадаются на мелкие части и равномернее покрывают целевую поверхность (рис. 2).

Опрыскиванию посевов высокостебельных культур характерны особенности. Рабочая жидкость на листья растений с набегающей стороны по ходу движения опрыскивателя наносится с большей интенсивностью по сравнению с тыльной стороной, что является причиной неравномерного распределения препаратов, повышенному их расходу и снижению уровня экологической безопасности. Улучшить равномерность распределения рабочего раствора по целевой поверхности позволяют конструкции двухфакельных инжекторных распылителей, которые содержат по два сопла, ориентированных на подачу жидкости вперёд и назад по ходу перемещения опрыскивателя.

У распылителей *TFA*, *TFLD*, *TFS* (Италия) сопла симметрично наклонены в продольно-вертикальной плоскости к вертикали под углом  $30^\circ$ , а у распылителей немецкого производства *TurboDrop* – асимметрично. Ось факела распыла передней форсунки наклонена вперёд по ходу рабочего перемещения опрыскивателя под неизменным углом  $\alpha_1=10^\circ$  к вертикали, а ось факела распыла задней форсунки имеет обратное направление (в тыльную сторону) также под неизменным углом, но  $\alpha_2=-50^\circ$  к вертикали [8,9] (рис. 3, а).

При перемещении такого распылителя со скоростью  $V>0$  капли дополнительно к относительной скорости ( $V_{1к}$  – для переднего и  $V_{2к}$  – для заднего факелов) приобретают переносную составляющую  $V$  (рис. 3, б). Вследствие этого изменяется величина и направление векторов абсолютной скорости капле  $V_a$ . Угол наклона к вертикали переднего факела  $\beta_1$  увеличивается ( $\beta_1>\alpha_1$ ), а заднего  $\beta_2$  – уменьшается ( $\beta_2<\alpha_2$ ). При достижении величиной  $V$  оптимального значения, углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$  выравниваются, что стимулирует более равномерное покрытие передней и задней части растений рабочим раствором. Наиболее эффективная работа распылителей *TurboDrop* при перемещении опрыскивателя по полю с наперед заданной единственной скоростью  $V$ , удовлетворяющей  $\beta_1=\beta_2$ .

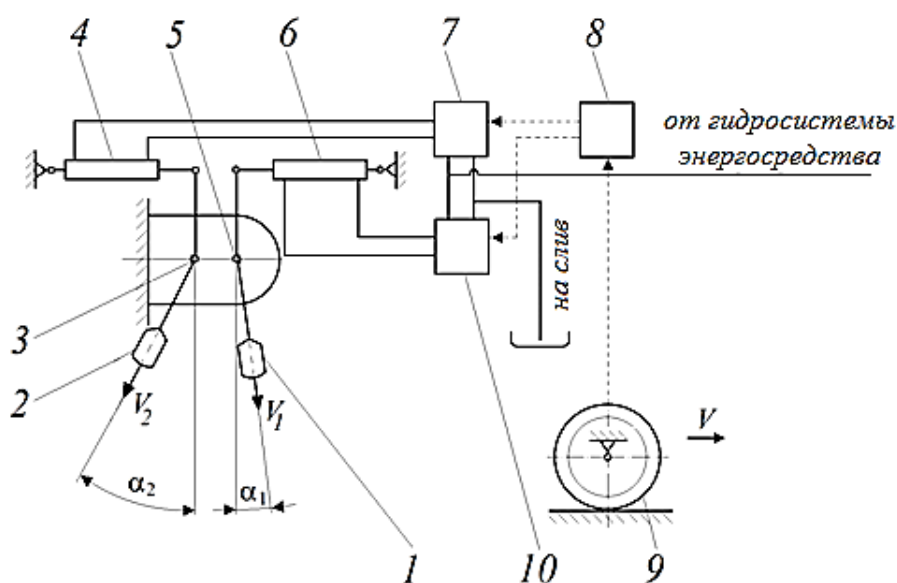


**Рисунок 3.** Схема работы (а.) и покрытия растения каплями (б.) асимметричного двухфакельного распылителя

Однако вариабельность рельефа, как правило, присутствует в пределах даже одного поля. Для каждой скорости опрыскивателя  $V$ , приемлемой в конкретных условиях, должны быть свои значения углов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  отличные от  $\alpha_1=10^\circ$  и  $\alpha_2=-50^\circ$ . Поэтому при работе опрыскивателя приходится периодически останавливать его и вручную перенастраивать наклон форсунок, что сопряжено с дополнительными затратами труда и снижает производительность опрыскивания [10,11,12]. К тому же условия работы опрыскивателя изменяются не дискретно (скачкообразно), а непрерывно и ручной дискретной перенастройке наклона форсунок сопутствуют участки работы опрыскивателя на неоптимальном режиме, что ухудшает качество исполнения приёма.

#### **Результаты и обсуждение**

Для повышения равномерности покрытия рабочим раствором листьев растений высокостебельных культур предложена конструкция адаптивного двухфакельного распылителя, содержащего переднее и заднее сопла с возможностью автономного поворота в продольно-вертикальной плоскости (рис.4).



**Рисунок 4.** Конструктивная схема адаптивного распылителя

Поворот сопел осуществляется по зависимостям, обеспечивающим равенство углов наклона к вертикали векторов абсолютных скоростей истекающих из них капель при

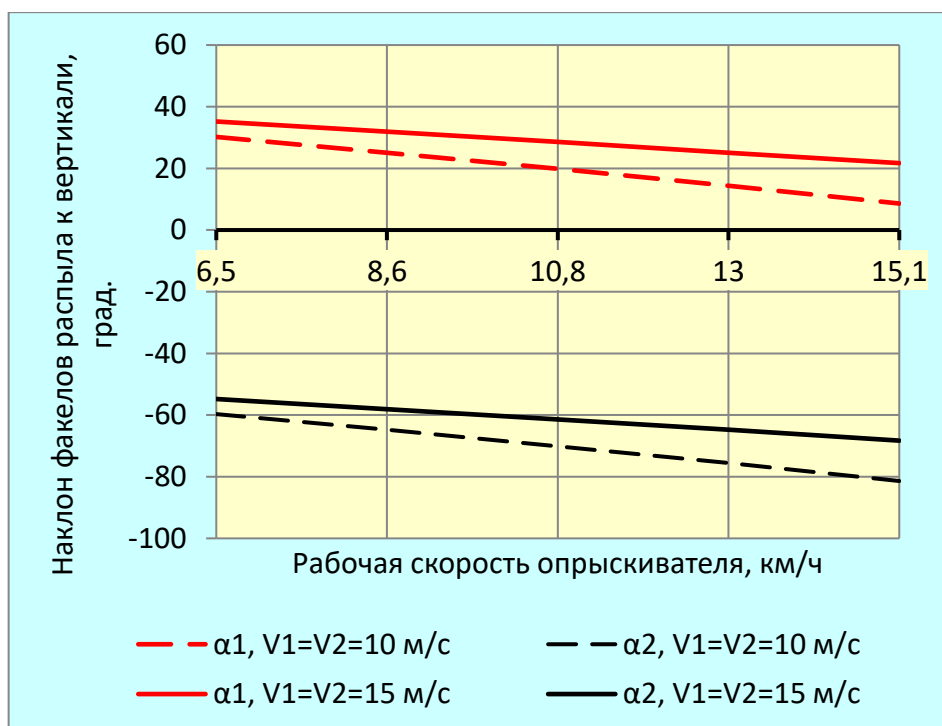
переменной рабочей скорости опрыскивателя. Данное условие соблюдается корректировкой положения сопел при работе опрыскивателя не дискретно вручную, а непрерывно автоматически – посредством блока управления поворотом [13,14].

Кинематическая связь корпусов сопел с блоком управления их поворотом осуществляется посредством двух гидроцилиндров с автономными распределителями потока жидкости. Каждый из гидроцилиндров сопряжён с корпусом лишь одного сопла. Блок управления поворотом сопел содержит также микропроцессорное устройство, которое управляет гидроцилиндрами посредством их распределителей потока жидкости. Оно управляется бортовой компьютерной системой GPS-Switch для AMATRON+(Германия), состоящая из RS232, шин CAN-BUS и основной оснастки Tronic-Paket. По сигналам датчика с опорных колёс микропроцессорное устройство непрерывно отслеживает рабочую скорость опрыскивателя. Гидроцилиндры автоматически поворачивают сопла на требуемый угол.

Опрыскиватель перемещается по полю с переменной скоростью  $V$ , регистрируемой датчиком с колёс 9. Сигнал скорости опрыскивателя поступает на микропроцессорное устройство управления 8, которое посредством распределителей потока жидкости 10 и 7 управляет гидроцилиндрами 6 и 4, автоматически поворачивающих сопла 1 и 2 в шарнирах 5 и 3 на требуемый угол. Блок управления поворотом сопел декодирует сигналы датчика рабочей скорости опрыскивателя с его опорных колёс 9 и поворачивает сопла 1 и 2 в соответствии с алгоритмом [11]:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \beta - \arcsin\left(\frac{V}{V_1} \cos\beta\right) - \text{для переднего сопла;} \\ -\alpha_2 &= \arcsin\left(\frac{V}{V_1} \cos\beta\right) + \beta - \text{для заднего сопла.} \end{aligned} \quad (1)$$

Алгоритм изменения углов наклона сопел (1) представлен графически для двух скоростей истечения рабочего раствора из них  $V_1=V_2=10$  и  $15$  м/с (рис. 5).



**Рисунок 5.** Влияние рабочей скорости опрыскивателя на величину углов наклона к вертикали переднего и заднего факелов распыла

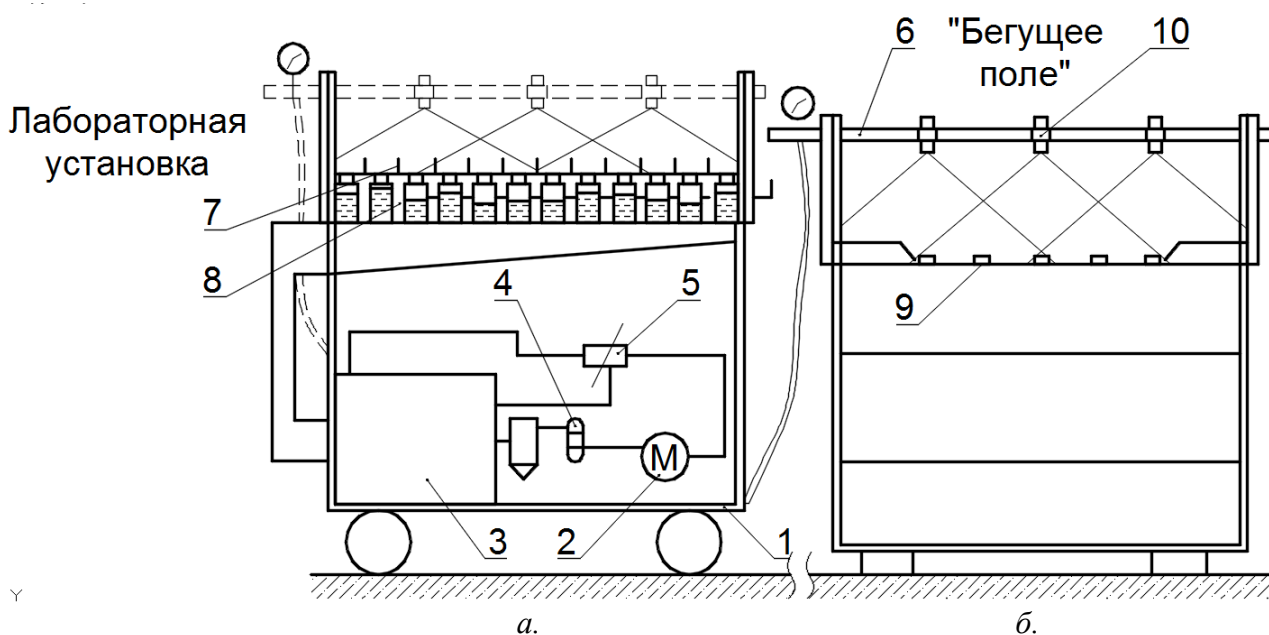
Анализ графиков показывает, что с увеличением рабочей скорости опрыскивателя  $V$  угол наклона к вертикали переднего сопла  $\alpha_1$  уменьшается, а заднего (отрицательное значение) –  $\alpha_2$  – возрастает. При этом интенсивность уменьшения угла  $\alpha_1$  и увеличения угла  $-\alpha_2$

соответствует меньшему значению скорости истечения рабочего раствора из сопел. Для построения алгоритма функционирования микропроцессорного устройства достоверность взаимосвязей (1) необходимо проверить экспериментально.

Задачей экспериментальных исследований является определения опытным путём соотношения между степенью покрытия рабочей жидкостью набегающей и тыльной сторон макета высокостебельного растения культуры в процессе перемещения новой конструкции распылителя.

Исследования выполнены с помощью совмещённой лабораторной установки, которая позволяет количественно оценивать расход рабочей жидкости через распылитель, дисперсность, углы факелов распыла, равномерность распределения рабочей жидкости и плотность покрытия ею обрабатываемой поверхности (рис.6).

Лабораторная установка состоит из рамы 1, на которой смонтированы электродвигатель 2, бак 3, насос 4 и регулятор давления 5. Давление рабочей жидкости контролируется манометром (рис. 6, а).



**Рисунок 6.** Схема лабораторной установки:

- а. рабочая жидкость поступает на стол-классификатор,
- б. рабочая жидкость поступает на ленту бегущего поля

Штанга 6 лабораторной установки с размещенными на ней распылителями 10 может располагаться над «бегущей» лентой 9, что позволяет определять дисперсность распыла (диаметр капель) и плотность покрытия обрабатываемой поверхности (количество капель на  $1\text{см}^2$ ) в лабораторных условиях (рис. 6, б). На ленте монтируют картонные макеты высокостебельных растений, на гранях которых помещают карточки для улавливания капель.

Работает установка следующим образом. После включения электродвигателя 2, насос 4 из бака 3 через регулятор давления 5 подает рабочую жидкость по гидравлическим коммуникациям к штанге 6, на которой закреплены распылители 10. Для оценки диаметра капель и степени покрытия рабочей жидкостью обрабатываемой поверхности 9, штанга 6 с распылителями 10 помещается над лентой 9 «бегущего поля» на заданной высоте. Скоростью ленты 9 имитируется рабочая скорость опрыскивателя. Экспериментальные исследования проводят на подкрашенной воде.

Площадь покрытия рабочей жидкостью обрабатываемой поверхности оценивают, сканируя карточки со следами капель в чёрно-белом спектре. Полученные изображения сохраняют в виде файла графического формата с расширением .bmp, который открывают в

программе Paint, затем сохраняют как монохромный рисунок с исходным расширением (рис. 7).

Далее этот файл открывают в программе для работы с графикой, имеющей функцию построения гистограммы, например, программа *Adobe Photoshop* версии 7.0 и выше. Спектр оттенков делят на две области, одна из которых отражает содержание черного цвета (на макете эта часть соответствует площади, покрытой рабочей жидкостью). Другая область, содержащая информацию об оттенках белого цвета, соответствует площади, непокрытой рабочей жидкостью.



**Рисунок 7.** Образец чёрно-белого изображения макета после опрыскивания распылителем

На последнем этапе определяют процентное содержание цветов в интересующих областях гистограммы. Выделяют область, отражающую содержание черного цвета, при этом в строке *Percentile* (проценты) отображается информация по процентному содержанию оттенков черного цвета на всей площади изображения. Соотношение процентного содержания черного цвета набегающей и тыльной сторон макета есть значение  $\delta$ , которое в соответствии с целью исследований должно стремиться к единице,  $\delta \rightarrow 1$ .

При заданной рабочей скорости  $V$  оптимальные значения  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  определяют из условия:

$$\frac{d(\delta - 1)}{d\alpha_1} = 0;$$

$$\frac{d(\delta - 1)}{d\alpha_2} = 0.$$

С использованием разрабатываемой конструкции адаптивного распылителя в режиме *on-line* непрерывно отслеживают рабочую скорость опрыскивателя и в соответствии с её величиной автоматически оптимизируют углы наклона переднего и заднего сопел к вертикали. Это позволяет избежать затрат труда на ручную переналадку распылителя, вынужденных остановок опрыскивателя при его работе и непрерывно поддерживать оптимальные режимы опрыскивания.

#### **Заключение**

Для опрыскивания посевов высокостебельных сельскохозяйственных культур наиболее приемлемы двухфакельные инжекторные распылители опрыскивателей. Повышение равномерности нанесения на растения рабочей жидкости достигается предложенной конструкцией адаптивного двухфакельного распылителя, содержащего переднее и заднее сопла с возможностью поворота в продольно-вертикальной плоскости. Обоснованы зависимости, в соответствии с которыми автоматически осуществляется поворот сопел, обеспечивающий равенство углов наклона к вертикали векторов абсолютных скоростей истекающих из них капель при переменной скорости опрыскивателя. Микропроцессорное

устройство по сигналам датчика с опорных колёс непрерывно отслеживает рабочую скорость опрыскивателя, что обеспечивает равномерность распределения рабочей жидкости и плотность покрытия ею обрабатываемой поверхности. Разработана программа и методика компьютерной оценки свойств инновационного распылителя.

### Список литературы

1. Булеков, Т.А. Рекомендации по возделыванию подсолнечника в условиях Западного Казахстана / Т.А. Булеков, А.Т. Батыргалиев. – Уральск: Зап-Каз. агр.-техн. ун-т им. Жангир хана, 2014. -42с.
2. Лысов, А.К. Что такое «хороший» опрыскиватель / А.К. Лысов // Поле Августа. – 2011. - № 2. – С.10-11.
3. Influence of the instability of the field crop sprayer boom on the spraying uniformity / A. J. Lipiński , S. Lipiński, P. Burg, S. M. Sobotka // Journal of Agriculture and Food Research. -2022. - №10. doi:10.1016/j. jafr. 2022.100432
4. Alheidary, M. H. The role of sprayer`s characteristics and foliar spraying for improving the maize growth and yield / M. H. Alheidary, M. S. Al-Shaheen, S. A. Al Abdullah // Basrah Journal of Agricultural Sciences. -2020. - 33(2), pp.182-195. doi:10.37077/25200860.2020.33.2.16.
5. Каштасп, А. Полезная и вредная энтомофауна в яблоневом саду, за которой ухаживают при различных системах борьбы с вредителями / А. Каштасп. – Алматы: Изденістер, №2(94), 2022. – С.85-91.
6. Нукешев, С.О. Универсальная система управления и контроля дифференцированного внесения удобрений / С.О. Нукешев, Скрынник Б.С., Романюк Н.Н., и др. – Алматы: Изденістер, № 3 (87). –С. 393-403.
7. Гуреев И.И. Как правильно настроить полевой опрыскиватель? / И.И. Гуреев. – М.: ООО «АМО - Пресс», 2013. – 54 с.
8. ASJspray-jet. Nozzles and accessories. Распылители и аксессуары. – Centallo : Italy. – 2010. – 69 s.
9. Презентация фирмы Amazone (ФРГ). - 2011.
10. Influence of spray control parameters on the performance of an air-blast sprayer / Y. Hu, H. Yang, B. Hou, Z. Xi, Z. Yang // Agriculture (Switzerland). - 2022. - № 12(8). doi:10.3390/agriculture12081260.
11. Wawrzosek, J. Optimization of the opening shape in slot spray nozzles in a field boom sprayer / J.Wawrzosek, S. Parafiniuk // Sustainability (Switzerland. -2021. -№13(6). doi:10.3390/su13063291
12. Wawrzosek, J. The use of the permutation algorithm for suboptimising the position of used nozzles on the field sprayer boom / J.Wawrzosek, S. Parafiniuk // Applied Sciences (Switzerland). -2022. - № 12(9). doi:10.3390/app12094359
13. Пат. 2416466 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 05 В1/14, А 01 М11/00. Распылитель сельскохозяйственного опрыскивателя / Гуреев И.И.; патентообладатель ГНУ Всеросс. науч.-исслед. ин-т земледелия и защиты почв от эрозии. - № 2008146305/12 ; заявл. 24.11.2008 ; опубл. 27.05.2010.
14. Пат. на полезную модель № 7614 Республика Казахстан, KZU B05B1/14, A01M11/00. Распылитель сельскохозяйственного опрыскивателя / Мухтаров М.У., Нуралин Б. Н., Гуреев И. И., Шадьяров Т. М., Нұралин А. Ж., Оқас Қ. ; РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности» Минюст. РК. - Регистр. № 2022/0880.2 ; Дата



подачи заявки 12.10.2022 ; Гос. регистрация в Гос. реестре полезных моделей от 25.11.2022, бюлл. № 47.

### References

1. Bulekov, T.A.Rekomendacii po vzdelyvaniyu podsolnechnika v uslovijah Zapadnogo Kazahstana/ T.A. Bulekov, A.T. Batyrgaliev. – Ural'sk: Zap-Kaz. agr.-tehn. un-t im. Zhangir hana, 2014. -42s.
2. Lysov, A.K. Chto takoe «horoshij» opryskivatel' / A.K. Lysov // Pole Avgusta. – 2011. - № 2. – S.10-11.
3. Influence of the instability of the field crop sprayer boom on the spraying uniformity / A. J. Lipiński , S. Lipiński, P. Burg, S. M. Sobotka // Journal of Agriculture and Food Research. -2022. - №10. doi:10.1016/j. jafr. 2022.100432
4. Alheidary, M. H. The role of sprayer`s characteristics and foliar spraying for improving the maize growth and yield / M. H. Alheidary, M. S. Al-Shaheen, S. A. Al Abdullah // Basrah Journal of Agricultural Sciences. -2020. - 33(2), pp.182-195. doi:10.37077/25200860.2020.33.2.16.
5. Kashtasp, A. Poleznaja i vrednaja jentomofauna v jablonevom sadu, za kotoroj uhazhivajut pri razlichnyh sistemah bor'by s vrediteljami / A. Kashtasp. – Almaty: Izdenister, №2(94), 2022. – S.85-91.
6. Nukeshev, S.O.Universal'naja sistema upravlenija i kontrolja differencirovannogo vnesenija udobrenij/ S.O.Nukeshev, Skrynnik B.S., Romanjuk N.N., i dr. – Almaty: Izdenister, № 3 (87). –S. 393-403.
7. Gureev I.I. Kak pravil'no nastroit' polevoj opryskivatel'? / I.I. Gureev. – M. : ООО «AMO - Press», 2013. – 54 s.
8. ASJspray-jet. Nozzles and accessories. Raspyliteli i aksesuary. – Centallo : Italy. – 2010. – 69 s.
9. Prezentacija firmy Amazone (FRG). - 2011.
10. Influence of spray control parameters on the performance of an air-blast sprayer / Y. Hu, H. Yang, B. Hou, Z. Xi, Z. Yang // Agriculture (Switzerland). - 2022. - № 12(8). doi:10.3390 /agriculture12081260.
11. Wawrzosek, J. Optimization of the opening shape in slot spray nozzles in a field boom sprayer / J.Wawrzosek, S. Parafiniuk // Sustainability (Switzerland. -2021. -№13(6). doi:10.3390/su13063291
12. Wawrzosek, J. The use of the permutation algorithm for suboptimising the position of used nozzles on the field sprayer boom / J.Wawrzosek, S. Parafiniuk // Applied Sciences (Switzerland). -2022. - № 12(9). doi:10.3390/app12094359
13. Pat. 2416466 Rossijskaja Federacija, MPK7 V 05 V1/14, A 01 M11/00. Raspylitel' sel'skohozjajstvennogo opryskivatelja / Gureev I.I. ; patentoobladatel' GNU Vseross. nauch.- issled. in-t zemledelija i zashhity pochv ot jerozii. - № 2008146305/12 ; zajavl. 24.11.2008 ; opubl. 27.05.2010.
14. Pat. na poleznuju model' № 7614 Respublika Kazahstan, KZU V05V1/14,A01M11/00. Raspylitel' sel'skohozjajstvennogo opryskivatelja / Muhtarov M.U., Nuralin B. N., Gureev I. I., Shad'jarov T. M., Nұralin A. Zh., Оқас Қ. ; RGP «Nacional'nyj institut intellektual'noj sobstvennosti» Minjust. RK. - Registr. № 2022/0880.2 ; Data podachi zajavki 12.10.2022 ; Gos. registracija v Gos. reestre poleznyh modelej ot 25.11.2022, bjull. № 47.

**И.И. Гуреев<sup>1</sup>, Б.Н. Нуралин<sup>2</sup>, А.Ж. Нұралин<sup>2</sup>, М.У. Мухтаров<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup> "Курск федералды аграрлық ғылыми орталығы" ФГБНУ (Ресей), [gureev06@mail.ru](mailto:gureev06@mail.ru)

<sup>2</sup> Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті (Қазақстан), [bnuralin@mail.ru](mailto:bnuralin@mail.ru), [nuralin.76@mail.ru](mailto:nuralin.76@mail.ru), [murat.utembek@mail.ru](mailto:murat.utembek@mail.ru)\*

## **ЖОҒАРЫ САБАҚТЫ DAҚЫЛДАРДЫ БҮРКУ ҮШІН БҮРІККІШ ҚҰРАСТЫРУ**

### **Аңдатпа**

Жоғары сабақты ауылшаруашылық өсімдіктерінің дақылдарын бүрку арқылы химиялық өңдеуде бүріккіштің қозғалысы кезінде өсімдіктердің жапырақтарының алдыңғы бетінде жұмыс сұйықтығы артқы жағымен салыстырғанда үлкен қарқындылықпен қолданылады. Бұл препараттардың біркелкі бөлінбеуінің, олардың шығынының жоғарылауының және экологиялық қауіпсіздік деңгейінің төмендеуінің себебі болып табылады. Зерттеудің мақсаты- жоғары сабақты дақылдардың жұмыс ерітіндісімен жабуының біркелкілігін арттыруды қамтамасыз ететін бүріккіш қондырғысының дизайнын зерттеу. Дәстүрлі түрде белгілі жалпақ қабатты саңылаулы бүріккіштерде бүрку сапасы желдің жылдамдығына және қоршаған ортаның температурасына байланысты. Ауа-райының өзгермелі жағдайларына бейімделген, сұйық-ауа тамшыларын құрастыратын инжекторлық бүріккіштер булануға және желдің бұзылуына аз ұшырайды. Жоғары сабақты дақылдардың жапырақ беті бойынша жұмыс сұйықтығының біркелкі таралуын жақсартуға бүріккіштің қозғалысы кезінде сұйықтықты алға және артқа беруге бағытталған екі саптамадан тұратын екі факельді инжекторлық бүріккіштердің конструкциялары мүмкіндік береді. Өсімдіктерге жұмыс сұйықтығын жағу сапасын жақсарту үшін екі бөлікті бүріккіштің алдыңғы және артқы саптамаларын бойлық тік жазықтықта бұру мүмкіндігімен орындау ұсынылады. Бүріккіштің өзгермелі жылдамдығында олардан ағып жатқан тамшылардың абсолютті жылдамдық векторларының тігінен көлбеу бұрыштарының теңдігін қамтамасыз ететін тәуелділіктерге негізделген. Микропроцессорлық құрылғы тірек доңғалақтарындағы датчик сигналдары арқылы бүріккіштің жылдамдығын үздіксіз бақылайды және саптамаларды автоматты түрде бұрады, бұл жұмыс сұйықтығының біркелкі таралуын және жоғары сабақты дақылдардың парақ бетін химиялық өңдеудің экологиялық қауіпсіздігін арттыруға көмектеседі. Инновациялық бүріккіштің қасиеттерін зертханалық жабдықтау және компьютерлік бағалау бағдарламасы мен әдістемесі жасалды.

**Кілт сөздер:** егіншілік, өсімдіктерді қорғау, бүріккіш, жұмыс ерітіндісі, тамшылар спектрі, қондырғының жылдамдығы, саптама, алау.

**I.I. Gureyev<sup>1</sup>, B.N. Nuralin<sup>2</sup>, A.Zh. Nuralin<sup>2</sup>, M.U. Mukhtarov<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup> Kursk Federal Agrarian Scientific Center (Russia), [gureev06@mail.ru](mailto:gureev06@mail.ru)

<sup>2</sup> ZKATU named after Zhangir Khan, Uralsk, (Kazakhstan), [bnuralin@mail.ru](mailto:bnuralin@mail.ru), [nuralin.76@mail.ru](mailto:nuralin.76@mail.ru), [murat.utembek@mail.ru](mailto:murat.utembek@mail.ru)\*

## **DEVELOPMENT OF A SPRAYER FOR SPRAYING HIGH-STEMMED CROPS**

### **Abstract**

During chemical treatment of crops of high-stemmed crops by spraying, the working fluid is applied to the leaves of plants from the oncoming side along the path of the sprayer with greater intensity compared to the back side, which is the reason for the uneven distribution of drugs, their increased consumption and a decrease in the level of environmental safety. The aim of the study is to find the design of the sprayer sprayer, which provides an increase in the uniformity of the coating with a working solution of high-stemmed crops. When using the traditionally known flat-pack slot sprayers, the quality of spraying is excessively dependent on wind speed and ambient temperature. Injection sprayers that form liquid-air droplets, less susceptible to evaporation and wind drift, are more adaptive to variable weather conditions. To improve the uniformity of the distribution of the working fluid over the leaf surface of high-stemmed crops, the designs of two-factor injection sprayers, which contain two nozzles oriented to the flow of liquid forward and backward along the movement of the sprayer, allow. To further improve the quality of application of working fluid to

plants, it is proposed to perform the front and rear nozzles of a two-factor sprayer with the possibility of rotation in a longitudinally vertical plane. The dependences are substantiated, according to which the microprocessor device continuously monitors the speed of the sprayer using sensor signals from the support wheels and automatically rotates the nozzles, ensuring that the angles of inclination to the vertical of the vectors of absolute velocities of the droplets flowing out of them at a variable speed of the sprayer are equal. This helps to increase the uniformity of the distribution of the working fluid and the environmental safety of the chemical treatment of the leaf surface of high-stemmed crops. A program and methodology for laboratory equipment and computer evaluation of the properties of an innovative sprayer have been developed.

**Key words:** agriculture, plant protection, sprayer, sprayer, working solution, droplet spectrum, unit speed, nozzles, torch.

FTAMP 68.85.29

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2023/39>

*Н.А.Умбаталиев, Р.Қ.Черикбаев, М.С.Тойлыбаев\*, К.К.Сансызбаев*

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,  
nuhtar.u@mail.ru, rahat\_03.1980@mail.ru, meiram\_61@mail.ru\*, kazybek\_skk@mail.ru*

## КҮРІШ ӨНДІРУ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

### *Аңдатпа*

Күріштің ауыспалы егісінде арамшөп қабатын өңдеудің оңтайлы технологиясын сақтау топырақтың құнарлылығын қалпына келтіреді және күріштен жоғары өнім алуға ықпал етеді. Тәжірибе көрсеткендей, егістікті чизельді культиватормен өңдеу уақыты егін түсімділігіне әсер етеді.

Чизельді культиваторының ауыстырылатын табандарының жинап салуы агротехникалық талаптарға сәйкес жасалынды. Чизельді культиватордың қайырмалы-қопсытқыш табандарының параметрлерін негіздеу үшін тәжірибе зерттеулері жүргізілді.

Зерттеулер культиватор табандарының жұмысы кезінде топырақты қопсыту жолағының ені жұмыс мүшелерінің әсерінен жер бетіндегі топырақ деформациясының таралу жолағының еніне сәйкес келетінін көрсетті және топырақтың бетін қопсыту енін анықтау үшін келесі келтірілген формуланы пайдаланамыз:  $A_n = 2a + b$ .

Топырақтың қопсу дәрежесі чизельді культиваторы табанының технологиялық және құрылымдық параметрлеріне тәуелді. Егер табанның топырақ бетінен көтерілу биіктігі 195 мм-ден аз болса, онда табан, топырақтың қопсытылған бөлігін көтеріп, технологиялық процесті аяқтамайды. Топырақ оның бетінен мерзімінен бұрын ығысып шығады, бұл оның шөгу және араласу сапасының төмендеуіне әкеледі.

Топырақты өңдеу технолиясын жетілдіру мақсатында жаңа пішіндегі чизельді культиватор ұсынылды және жаңа пішіндегі ұсынылған табанының пішінін және жұмыстық параметрлері негізделді.

Ұсынылған жаңа пішіндегі чизельді культиватор агротехникалық талаптарға сәйкес негізгі технологиялық үдерістерді орындауға бейімделген.

Жаңа пішіндегі чизель культиватордың ерекшелігі өсімдіктердің тамырын босатып оның тамырлануына, қатайуына және жақсы өсуіне ықпал жасайды. Негізгі нәтижесі күріштің өсімділін 15...20 пайызға артырады.

**Кілт сөздері:** күріш, технологиялық үдеріс, чизельді культиватор, топырақ, қопсытқыш табан, алым ені, деформация.