

## DEVELOPMENT AND JUSTIFICATION OF THE APPLICATION OF THE CLAMP OF ATOMIZER BODY CLAMP IN STRIP DIFFERENTIAL SPRAYING TECHNOLOGY

I. B. Borisenko, D. V. Skripkin, M. V. Meznikova, O. N. Romenskaya,  
A. N. Sidorov, E. V. Gagarina

*Volgograd State Agrarian University  
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: borisenivan@yandex.ru

Received 25.09.2023

Submitted 30.10.2023

*The work was carried out within the framework of the thematic research plan under grant No. 123032200089-2, “Development of technology for strip differentiated spraying of potatoes as a resource-saving element of an integrated system of protection against pests and diseases using digitalization” of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation*

### Summary

The article presents a new technology of plant protection and care of vegetable crops in relation to the spraying system. As a result of the conducted work the analysis of the conducted research of methods of chemical plant protection is presented. The obtained comparative results showed that the proposed method of plant treatment with the use of the developed sprayer body clamp allows to significantly increasing the quality indicators of spraying and at the same time reduce economic costs.

### Abstract

**Introduction.** Soil The development of vegetable crops production is a significant direction in the agro-industrial complex of our country. Increase of yield depends on the applied technologies of cultivation of agricultural crops. At the same time, the main criteria of efficiency of the used technologies are energy and resource intensity of the applied agricultural machinery. Increasing the productivity of machines used in technologies, it is necessary to take into account agrotechnical requirements to the conducted production operations. Thus, in the system of protection of agricultural plants from diseases and pests a big role is given to the operation of spraying. Improvement of methods of protection of cultivated crops from diseases and pests is included in the application of advanced methods and preparations for spraying. **Object.** The object of research are devices of fixation of nozzle bodies on sprayer booms. **Materials and methods.** Band differentiated spraying is economically advantageous when applying liquid fertilizers with high concentration or specific composition, including microelements or specialized fertilizers for specific crops, as well as protection products. In order to increase the quality indicators of drug distribution when spraying plants, it is proposed to carry out this treatment with nozzles set at an angle of 45 in the vertical plane in the direction towards each other installed above the centers of row spacing of row crops. The use of this scheme of installation of atomizers on spraying allows forming a powerful stable flow when combining two directed towards each other. This method is achieved by using clamps of atomizer bodies, which have the ability to move operatively along the sprayer boom to set the required band of treatment of the plant in accordance with the growing season. **Results and conclusions.** In the work the analysis of applied clamps of atomizer bodies for use in the technology of strip differentiated local application of working solution was carried out. Shortcomings in the use of used clamps were revealed and an improved design of the clamp was proposed, which provides practical and convenient use of the clamp and increases the speed of sprayer preparation for work. At the same time the increase of qualitative indicators with the reduction of economic costs of strip spraying is realized.

**Key words:** *spraying of row crops, strip treatment, sprayer body clamping, strip differentiated spraying, quality indicators of spraying, phases of potato development, distribution of working solution.*

**Citation.** Borisenko I. B., Skripkin D. V., Meznikova M. V., Romenskaya O. N., Sidorov A. N., Gagarina E. V. Development and justification of the application of the clamp of atomizer body clamp in strip differential spraying technology. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 4(72). 367-379 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-37.

**Author's contribution.** All authors of this article were actively involved in the preparation, planning, conducting and processing the results of field studies of quality indicators on potato plantings, as well as the justification of theoretical parameters that increase the environmental safety of spraying in the reduction of pesticide loads on the soil and the environment.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

УДК 632.08

## РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАЖИМА КОРПУСА РАСПЫЛИТЕЛЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛОСОВОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОПРЫСКИВАНИЯ

**И. Б. Борисенко**, доктор технических наук

**Д. В. Скрипкин**, кандидат технических наук

**М. В. Мезникова**, кандидат технических наук

**О. Н. Роменская**, кандидат сельскохозяйственных наук

**А. Н. Сидоров**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Е. В. Гагарина**, аспирант

*ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ  
г. Волгоград, Российская Федерация*

*Работа выполнена в рамках тематического плана исследований за счет гранта  
№ 123032200089-2, «Разработка технологии полосового дифференцированного  
опрыскивания картофеля, как ресурсосберегающего элемента интегрированной  
системы защиты от вредителей и болезней с использованием цифровизации»  
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации*

**Актуальность.** Развитие производства овощных культур является значимым направлением в агропромышленном комплексе нашей страны. Повышение урожайности зависит от применяемых технологий возделывания сельскохозяйственных культур. При этом основными критериями эффективности используемых технологий являются энерго- и ресурсоемкость применяемых сельскохозяйственных машин. Увеличивая производительность используемых в технологиях машин, необходимо учитывать агротехнические требования к проводимым производственным операциям. Таким образом, в системе защиты сельскохозяйственных растений от болезней и вредителей большая роль отводится операции опрыскивание. Совершенствование методов защиты возделываемых культур от воздействия болезней и вредителей заключается в применении передовых методов и препаратов при опрыскивании. **Объект.** Объектом исследований являются устройства фиксации корпусов форсунок на штангах опрыскивателя. **Материалы и методы.** Полосовое дифференцированное опрыскивание экономически выгодно при внесении жидких удобрений с высокой концентрацией или специфическим составом, включающим микроэлементы или специализированные удобрения для конкретных сельскохозяйственных культур, а также средств защиты. С целью улучшения качественных показателей распределения препаратов при опрыскивании растений предлагается осуществлять эту обработку форсунками, установленными под углом 45° в вертикальной плоскости в направлении друг к другу установленными над центрами междурядий пропашных культур. Использование данной схемы установки распылителей на опрыскивании позволяет сформировать мощный стабильный поток при объединении двух потоков направленных навстречу друг другу. Достигается этот метод применением зажимов корпусов распылителей, имеющих возможность оперативно-го перемещения вдоль штанги опрыскивателя для установки требуемой полосы обработки растения в соответствии с периодом вегетации. **Результаты и выводы.** В работе проведен анализ

применяемых зажимов корпусов распылителей для использования в технологии полосового дифференцированного локального внесения рабочего раствора. Выявлены недостатки в применении используемых зажимов и предложена усовершенствованная конструкция зажима, обеспечивающая практичное и удобное применение зажима и повышающая скорость подготовки опрыскивателя к работе. При этом выполняется увеличение качественных показателей со снижением экономических затрат на выполнение полосового опрыскивания.

**Ключевые слова:** *опрыскивание пропашных культур, полосовая обработка, зажим корпуса распылителя, полосовое дифференцированное опрыскивание, качественные показатели опрыскивания, фазы развития картофеля, распределение рабочего раствора.*

**Цитирование.** Борисенко И. Б., Скрипкин Д. В., Мезникова М. В., Роменская О. Н., Сидоров А. Н., Гагарина Е. В. Разработка и обоснование применения зажима корпуса распылителя в технологии полосового дифференцированного опрыскивания. *Известия НВ АУК*. 2023. 4(72). 367-379. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-37.

**Авторский вклад.** Все авторы представленного исследования принимали активное участие в проведении и обработке результатов исследований, а также обосновании теоретических параметров, повышающих экологическую безопасность опрыскивания в области сокращения пестицидной нагрузки на почву и окружающую среду. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Введение.** Увеличение показателей урожайности овощных культур зависит, прежде всего, от развития технологий механизированных процессов. При этом основным условием эффективности возделывания остается минимизация энергоемкости процессов производства продукции с одновременным повышением качественных показателей [2].

Одним из главных направлений в совершенствовании технологического и технического процесса защиты и ухода за овощными культурами принадлежит операции опрыскивания. Применяемые в настоящее время технологии опрыскивания имеют большие затраты, выраженные в перерасходе препаратов и уязвимости качественных показателей при определенных условиях работы опрыскивателя. Основной задачей совершенствования технологий обработки и ухода жидкими средствами за овощными культурами сводится к снижению норм расхода растворов без снижения качества обработки на единицу обрабатываемой площади растений, а также выполнение требований экологической безопасности [1, 8].

При выращивании овощных культур одним из решений поставленных задач является внедрение технологических процессов полосового воздействия и разработка машин, способных выполнять процесс полосового опрыскивания.

Приоритетным направлением при защите овощных культур от заболеваний и вредителей остается использование новых схем опрыскивания и препаратов, оказывающих влияние на снижение химического воздействия экосистемы растений. При этом высокая эффективность воздействия наносимого микробиологического удобрения на овощные культуры достигается за счет применения разнообразных способов и методов, достигая высоких показателей защиты растений даже при минимально допустимых агротехнологиями объемах растворов. Данные подходы можно реализовать при освоении ресурсосберегающей технологии полосового дифференцированного опрыскивания в рамках интегрированной системы защиты от вредителей и болезней [9]. В основе разработанной технологии лежит локальное внесение рабочего раствора и его перераспределение с межполосного пространства на полосу нахождения культурного растения.

Особую актуальность данный подход приобретает при уходе за пропашными культурами, выращиваемыми по полосовой технологии, особенно для овощных культур [5]. Локальное внесение жидких удобрений и средств защиты предполагает полосовое распределение непосредственно около корневой зоны или по абрису вегетативной наземной части с учетом фазы развития растений. Такой подход рассматривается как элемент точного земледелия, позволяющий сократить потери при распределении питательных веществ и средств защиты растений. Применение полосового дифференцированного опрыскивания экономически выгодно при внесении жидких удобрений с высокой концентрацией или специфическим составом, включающим микроэлементы или специализированные удобрения для конкретных культур, а также средств защиты растений [12].

**Материалы и методы.** Центральное место в новой технологии отводится точному воздействию на растение и среду его обитания. Для пропашных овощных культур рекомендуется к применению способ полосового опрыскивания, обеспечивающего перераспределение рабочего раствора с междурядья на культурное растение. Технический результат достигается применением предложенного (Патенты на изобретение РФ №2709762, 2769737, 2783606, 2785465) (рисунок 1) способа опрыскивания путём нанесения раствора полосой над рядом овощных растений, применяя распылители, имеющие факел распыла 6580 градусов и установленные под углом в 45° к вертикальной плоскости над серединой междурядья и ориентированы друг к другу в поперечной плоскости. При этом пересекающиеся верхние края факелов форсунок, направленных друг на друга, образуют угол в диапазоне 155-170 градусов, а направленные края факелов к почве имеют угол 77,5-85 градусов и лежат в контуре проекции ряда растений на почву.

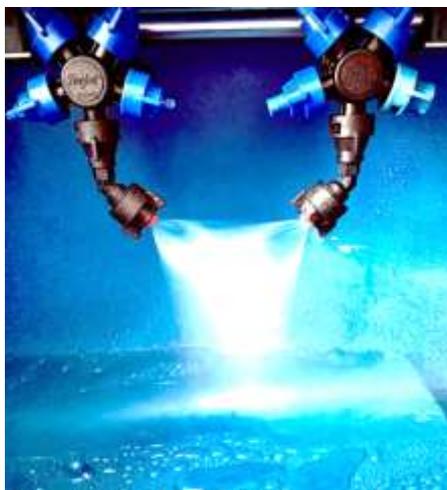


Рисунок 1 – Технологический процесс слияния факелов жидкости при полосовом способе дифференцированного опрыскивания

Figure 1 – Technological process of merging liquid torches with the strip method of differentiated spraying

С целью наилучшего перераспределения рабочего раствора в обрабатываемом ряду растений по всему их контуру и во всех плоскостях обработку осуществляют распылителями с углом опрыскивания 65 или 80° градусов с направленным вектором бокового распыла под углом 45° градусов и ориентированными навстречу друг к другу [3, 6].

При технологическом процессе способа бокового опрыскивания, при слиянии потоков от каждой форсунки, происходит преобразование в новый, более стабильный поток со стабильными геометрическими параметрами, начиная с высоты 0,5 м. Теоре-

тические и лабораторные исследования показали, что с учетом допустимых вертикальных и угловых перемещений штанги опрыскивателя изменение ширины пятна опрыскивания составляет: с 557 мм до 555 мм для распылителей имеющие угол распыла  $65^\circ$ , а для распылителей, имеющих угол распыла  $80^\circ$ , отклонение составляет от 593 мм до 589 мм (рисунок 2).

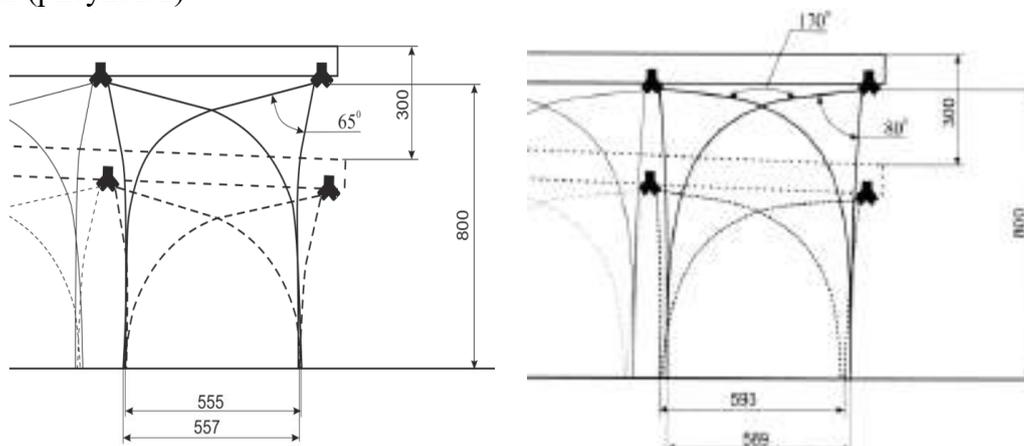


Рисунок 2 – Технологическая схема слияния потоков рабочей жидкости при полосовом опрыскивании для форсунок с углом распыления  $65^\circ$  и  $80^\circ$

Figure 2 – Flow diagram of the confluence of working fluid flows during strip spraying for nozzles with a spray angle of  $65^\circ$  and  $80^\circ$

На рисунке 3 представлена схема величины зоны распределения рабочего раствора для распылителей с углами распыла 65 и 80 градусов в зависимости от перемещений штанги опрыскивателя с вертикальным процессом опрыскивания [4, 6].

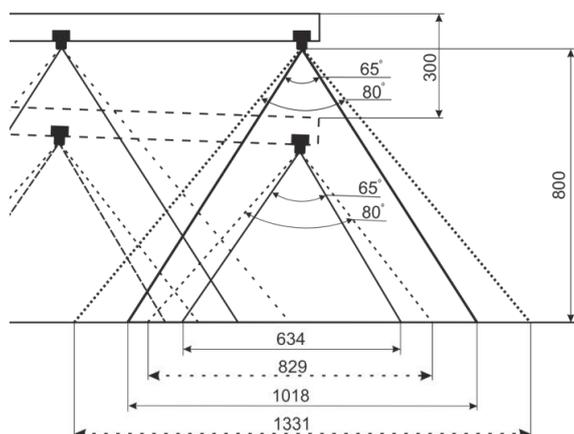


Рисунок 3 – Влияние перемещения штанги опрыскивателя с вертикальными распылителями на величину пятна распыла (форсунки с углом распыления  $65^\circ$  и  $80^\circ$ )

Figure 3 – The effect of moving the sprayer rod with vertical sprayers on the size of the spray spot (nozzles with a spray angle of  $65^\circ$  and  $80^\circ$ )

Для серийных опрыскивателей штангового типа перемещения штанги в вертикальной плоскости достигает значения в 300 мм, при этом для распылителей, имеющие угол  $65^\circ$ , зона полосы опрыскивания возрастает с 634 мм до 1018 мм, а для форсунок, имеющих угол распыления  $80^\circ$ , соответственно зона опрыскивания будет находиться в пределе от 829 мм до 1331 мм. Соответственно, возрастание величины обрабатываемой зоны опрыскивания будет составлять 38 %, что приводит к неэффективному расхода-

нию рабочего раствора, необоснованному загрязнению почвы и высокому риску механического повреждению растений. Технологическая особенность нового способа нанесения раствора на растение заключается в снижении линейного размера пятна распыла при вертикальном допустимом изменении положения штанги в пределах 1%. В то время, как неравномерность для распылителей, имеющих угол распыла 65°, составляет 45,5%. А неравномерность распылителей с углом распыла 80°, соответственно, равна 37,7%.

**Результаты и обсуждение.** Способ полосовой обработки овощных культур предусматривает изменение ширины обрабатываемой полосы, с учетом фазы развития растений, что достигается за счет применения зажимов различного размещения для использования на корпусах штанги с навесным шлангом Quick Teejet. Данные зажимы можно использовать с установленными корпусами насадок на различных профилях несущих конструкций штанг опрыскивателей. Для круглого профиля труб используют зажимы корпуса насадок, представленные рисунке 4. Для квадратного профиля труб используют зажимы корпуса насадок, представленных на рисунке 5. Квадратный профиль предпочтителен, так как установленный зажим будет ориентироваться в трех плоскостях, соответственно и устанавливаемый корпус насадки, что очень важно при регулировках ширины обрабатываемой полосы при полосовом опрыскивании. Зажимы изготавливают из толстолистовой анодированной или из нержавеющей стали.



Рисунок 4 – Зажим для размещения корпуса насадки на круглых трубах размерами от 1/2" до 1 1/16"  
Figure 4 – Clamp for placing the nozzle body on round pipes with sizes from 1/2" to 1 1/16"



Рисунок 5 – Зажим для размещения корпуса насадки на квадратных трубах  
размерами 3/4" до 1 1/2"

Figure 5 – Clamp for placing the nozzle body on square pipes with sizes 3/4" up to 1 1/2"

Применение зажимов в предложенной технологии позволяет осуществлять высокую точность и скорость настройки опрыскивателя на соответствующую ширину обработки полосы в соответствии с учетом периода вегетации обрабатываемого растения [10]. Такая работа осуществляется путем перемещения зажимов по направляющей штанги опрыскивателя в соответствующее место установки путем ослабления фикси-

рующего винта, в последующем полной фиксации после установки всех зажимов, в соответствии с выбранной схемой и размерам ширины полосы опрыскивания. Однако применение стандартных зажимов с навесным шлангом от производителя Quick Teejet имеет ряд недостатков. К недостаткам зажимов относится сложность изготовления профиля зажима и низкая надежность, обусловленная усложненной процедурой установки зажима на штангу опрыскивателя. Отсутствие надежной фиксации резьбового соединения зажима, влекущее самопроизвольное ослабление соединения в процессе работы от возникающих вибрационных воздействий на шланг опрыскивателя.

С целью снижения затрат на изготовление, повышения скорости монтажа на штанге и надежной фиксации нами предложена конструкция зажима под корпуса распылителя производства Teejet (рисунок 6). Зажим состоит из нижней фигурной планки (4) и верхней плоской пластины (3). Профиль  $\Gamma$  фигурной планки (4) с трех сторон копирует профиль штанги (2). На переднем конце нижней фигурной планки и верхней плоской пластины выполнены проточки (5, 10). На нижней фигурной планке проточка выполнена вдоль профиля штанги (2). С противоположной стороны выполнено резьбовое отверстие (6). На верхней плоской пластине проточки (10, 11) выполнены перпендикулярно профилю штанги (2). Верхняя пластина имеет изгиб в 4-6° со стороны крепления к профилю штанги (2).

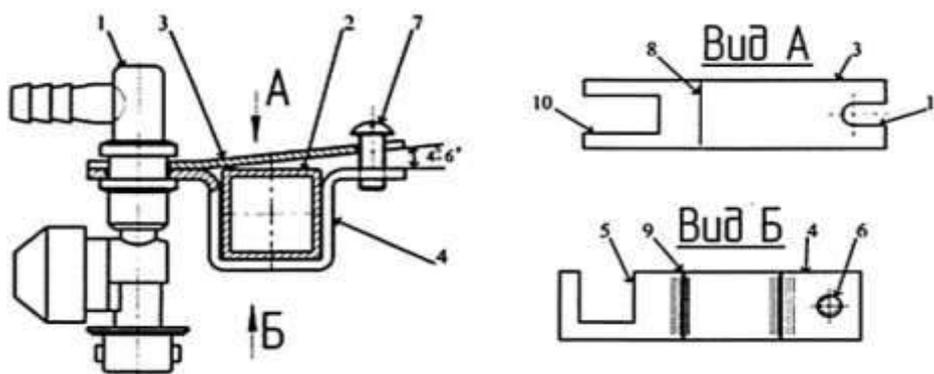


Рисунок 6 – Зажим для корпусов насадок с гибкими шлангами

1 – корпус насадки распылителя; 2 – профильная труба; 3, 4 – верхний и нижний зажим; 5 – проточка нижнего зажима; 6 – резьбовое отверстие; 7 – болт; 8 – линия сгиба верхнего зажима; 9 – линия изгиба отогнутого конца нижнего зажима; 10 – проточка; 11 – проточка соединительная

Figure 6 – Clamp for nozzle housings with flexible hoses

1 – spray nozzle body, 2 – profile pipe, 3, 4 – upper and lower clamp, 5 – groove of the lower clamp, 6 – threaded hole, 7 – bolt, 8 – bending line of the upper clamp, 9 – bending line of the bent end of the lower clamp, 10 – groove, 11 – connecting groove

Корпус насадки (1), установочным местом в виде квадрата, сторона которого равна ширине проточек (5, 10), вставляется в проточку (5) нижней фигурной планки ориентируя нужное направление вдоль профиля штанги (2). В такой сборке профилем  $\Gamma$  фигурная планка (4) устанавливается на штанге (2) и фиксируется верхней (3) плоской пластиной, вставляя проточкой (10) в корпус насадки (1). Зажим в собранном виде охватывают профиль штанги (2) опрыскивателя снизу фигурной планкой (4) и плоскостью верхней (3) пластины. Соединительным болтом (7) зажим стягивается, ориентируя корпус распылителя (1) вдоль штанги, и фиксирует расстояние между распылителями (1). Изгиб 4-6°, выполненный на верхней пластине, позволяет при стягивании соединительного болта (7) выбрать зазоры в квадратном установочном месте насадки (1) и сделать предварительный натяг в зажиме.

Разработанный зажим с корпусами насадок для гибких шлангов работает следующим образом. Для крепления насадки корпуса (1) к профильной трубе (2) с возможностью перемещения вдоль на штанге опрыскивателя, в проточку (5) фигурной планки (4) зажима устанавливается данный корпус. В размеченном месте на профиле трубы (2) штанги снизу устанавливается фигурная планка (4) и фиксируется верхней (3) плоской пластиной, вставив проточкой (10) в место крепления корпуса насадки (1), образуя замкнутый профиль. Далее, через проточку (11), вставляется болт (7) в резьбовое отверстие (6). Закручивая болт (7), стягиваются верхняя (3) пластина и фигурная планка (4) зажима. При стягивании зажима, концы проточек (10) и (5) будут разжиматься, фиксируя и ориентируя корпус насадки (1) вдоль профиля трубы штанги (2) опрыскивателя. В собранном виде зажим фиксирует корпус насадки (1) и охватывает профиль штанги опрыскивателя с возможностью перемещения вдоль штанги опрыскивателя регулируя ширину полосы обработки при ослаблении фиксирующего болта (7).

Использование полосового технологического процесса опрыскивания с применением предложенных зажимов для оперативного изменения полосы опрыскивания позволяет снизить гектарную норму рабочего раствора относительно традиционной технологии опрыскивания, не снижая нормы внесения по ширине обрабатываемой полосы, а процесс настройки оборудования сделать быстрым и технологичным [13, 14, 15].

Изменение расхода рабочей жидкости  $Q_{ж}$ , при полосовом опрыскивании, в процентах, относительно сплошного способа опрыскивания, определяется выражением:

$$Q_{ж} = 10^2 \frac{Q_{л} - Q_{с}}{Q_{с}}, \quad (1)$$

где:  $Q_{л}$  – расход рабочего раствора на гектар при полосовом способе опрыскивания,  $\text{дм}^3/\text{га}$ ;  
 $Q_{с}$  – расход рабочей жидкости на гектар при сплошном способе опрыскивания,  $\text{дм}^3/\text{га}$ .

Настройка опрыскивателя на норму расхода рабочего раствора по технологии сплошного опрыскивания выполнялась согласно ГОСТ 34630-2019 подбором распылителя на норму расхода жидкости согласно справочникам с учетом эксплуатационных параметров опрыскивателя по формуле:

$$q = \frac{Q_{с} M v_{р}}{600}, \quad (2)$$

где:  $q$  – норма вылива рабочего раствора,  $\text{дм}^3/\text{мин}$ ;  $Q_{с}$  – заданный расход рабочего раствора на гектар,  $\text{дм}^3/\text{га}$ ;  $M$  – расстояние между распылителями, м;  $v_{р}$  – рабочая скорость опрыскивателя,  $\text{км}/\text{ч}$ .

Соотношение величин обрабатываемой и необрабатываемой полос позволяет снизить гектарную норму раствора жидкости, не снижая нормы на объекте воздействуя. При полосовом внесении удобрений норму расхода жидкости  $q_{л}$ ,  $\text{дм}^3/\text{мин}$ , можно рассчитать по формуле:

$$q_{л} = q \frac{b_{л}}{b_{м}}, \quad (3)$$

где:  $b_{л}$  – ширина обрабатываемой полосы, м;  $b_{м}$  – ширина междурядья, м.

Отношение между шириной обрабатываемой полосы  $b_{л}$  и шириной принятого междурядья  $b_{м}$  показывает коэффициент распределения полосового опрыскивания  $K_{р} = \frac{b_{л}}{b_{м}}$ .

При переходе на полосовое опрыскивание для сохранения нормы внесения рабочего раствора на объекте обработки, как и при сплошном опрыскивании, расход распылителя  $q_{л}$  должен быть снижен на величину коэффициента распределения полосового опрыскивания на поверхности почвы:

$$K_p = \frac{b_l}{b_m}, \quad (4)$$

где:  $b_l$  – ширина обрабатываемой полосы, м;  $b_m$  – ширина междурядья, м.

При перенастройке технологического процесса со сплошного на полосовое опрыскивание, при равных эксплуатационных показателях работы опрыскивателя, изменится гектарная норма внесения рабочей жидкости.

При переводе опрыскивателя на технологический процесс полосового опрыскивания гектарная норма опрыскивания изменится с учетом величины коэффициента распределения полосового опрыскивания  $K_p$

$$Q_l = \frac{q K_p 600}{M v_p}, \quad (5)$$

Технологический процесс опрыскивания является одним из главных показателей эффективности производства пропашных культур, что подтверждается полевыми исследованиями при переводе с обычной технологии опрыскивания на технологический процесс полосовой обработки. Величина снижения гектарной нормы внесения СЗР (средства защиты растений) и ЖУ (жидкие удобрения) при условии, что норма внесения на объект обработки остается неизменной, определяется выражением (6) и графически представлено на рисунке 7:

$$Q_{ж} = 10^2 \frac{Q_c K_p - Q_c}{Q_c} = 10^2 \left( \frac{b_l}{b_m} - 1 \right). \quad (6)$$

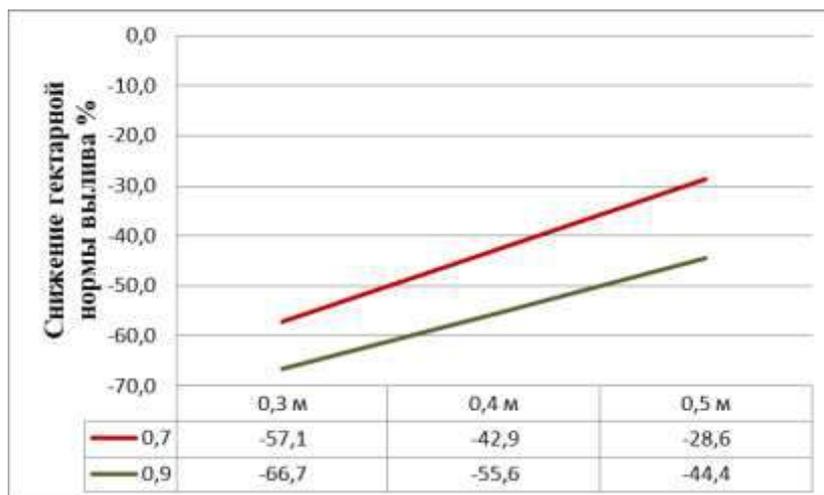


Рисунок 7 – Влияние ширины обрабатываемой полосы на гектарную норму расхода рабочего раствора при полосовом и сплошном способах опрыскивания

Figure 7 – Influence of the width of the treated strip on the hectare rate of consumption of the working solution for strip and continuous spraying methods

Из рисунка 7 видно, что уменьшение величины обрабатываемой полосы при технологии полосового опрыскивания позволяет значительно снизить гектарную норму внесения СЗР и внесение ЖУ относительно сплошного внесения при одинаковой норме воздействия на обрабатываемый объект [3, 6].

Зная динамику вегетативного развития наземной части обрабатываемой культуры, можно более точно запланировать расходы на приобретение средств защиты и питания растений с учетом применяемой технологии опрыскивания. На основе проведенного мониторинга развития картофеля сорта «Отолия», построена зависимость по дан-

ному показателю (рисунок 8). Полученная зависимость позволяет более точно составить дорожную карту использования опрыскивателя и необходимых средств по уходу за данной культурой.



Рисунок 8 – Динамика развития вегетативной наземной части картофеля  
Figure 8 – Dynamics of development of vegetative ground part of potatoes

Сопоставляя зависимости на рисунках 7 и 8, учитывая выражение 6, рассчитывается потребление (расход) средств защиты и питания для выращиваемой культуры [7, 11].

**Заключение.** Применение усовершенствованного технологического процесса полосового опрыскивания позволяет сократить гектарную норму внесения пестицидов, снизить затраты на обработку и повысить экологическую безопасность опрыскивания, повысить качественные показатели опрыскивания и оперативность настройки оборудования под конкретную фазу роста культуры с учетом ее архитектурных особенностей.

Предложенная конструкция зажима корпуса насадки распылителя позволяет снизить затраты на его производство, повысить надежность фиксации изделия на профиле штанги опрыскивателя, а также удобство выполнения настройки и регулировки агрегата под усовершенствованную технологию полосовой обработки овощных культур с учетом фазы развития выращиваемой культуры.

**Conclusions.** The use of an improved technological process of strip spraying makes it possible to reduce the hectare rate of pesticide application, reduce processing costs and improve the environmental safety of spraying, improve the quality of spraying and the efficiency of setting up equipment for a specific phase of crop growth, taking into account its architectural features.

The proposed design of the sprayer nozzle housing clamp allows to reduce the cost of its production, increase the reliability of fixing the product on the profile of the sprayer rod, as well as the convenience of setting up and adjusting the unit for the improved technology of strip processing of vegetable crops, taking into account the phase of development of the cultivated crop.

### Библиографический список

1. Белоусов С. В., Вчерашняя С. Н., Ханин Ю. В. Жидкие комплексные удобрения как основа стабильного урожая. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 186. С. 254-265.
2. Иванов А. Ю., Дурманов Н. Д., Орлов М. П., Пиксендеев К. В., Ровнов Ю. Е., Лукша П. О., Макаров И. А., Птичников А. В., Степанов И. А., Харченко М. М., Чертков Г. М. Битва за климат: Углеродное фермерство как ставка России. Москва, 2021. 120 с.
3. Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Улыбина Е. И. Теоретическое обоснование равномерности нанесения рабочего раствора на объект воздействия при обработке пропашных культур способом полосового опрыскивания. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 4 (64). С. 296–305.
4. Бородычев В. В., Новиков А. Е., Филимонов М. И., Ламскова М. И. Исследование насадки с малоэнергоемким искусственным дождем. Научная жизнь. 2016. № 2. С. 50-57.

5. Медведев Г. А., Екатериничева Н. Г., Ткаченко А. В. Эффективность инновационных систем возделывания подсолнечника на южных черноземах Волгоградской области. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 3 (59). С. 116–124.
6. Мезникова М. В. Влияние технологических параметров вертикального опрыскивания на обеспечение экологической безопасности при возделывании пропашных культур. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4 (68). С. 502–514.
7. Мезникова М. В. Методика оценки качественных показателей опрыскивания на основе анализа тонового изображения объекта в цветовом пространстве файла. Вестник аграрной науки Дона. 2022. Т. 15. № 3 (59). С. 61–71.
8. Мельник В. И. Эволюция систем земледелия - взгляд в будущее. Земледелие. 2015. № 1. С. 8-12.
9. Свиридов А. С., Катаев Ю. В., Загоруйко М. Г. Анализ типов распылителей сельскохозяйственных опрыскивателей. Аграрный научный журнал. 2021. № 6. С. 96-100.
10. Славкина В. Э., Свиридов А. С., Арумугам Г., Гончарова Ю. А., Касимов Р. М. Разработка конструкции щелевого сельскохозяйственного распылителя и исследование его выходных параметров. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16. № 4. С. 34-37.
11. Чамурлиев О. Г., Сидоров А. Н., Холод А. А., Чамурлиев Г. О. Изучение эффективности минеральных удобрений на подсолнечнике в открытом грунте при орошении в условиях Волгоградской области. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4 (68). С. 69-76.
12. Чурзин В. Н., Дубовченко А. О. Урожайность гибридов подсолнечника в зависимости от влагообеспеченности посевов на черноземах Волгоградской области. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1 (57). С. 158–167.
13. Bursić V., Stojanović T., Petrović A., Marinković D., Konstantinović B., Vuković G., Cara M., Kostić M., Puvača N. Plant protection products residues assessment in the organic and conventional agricultural production // Sustainability. 2021. V. 13. № 3.
14. Terra F. P., Nascimento G. H. D., Duarte G. A., Drews-jr P. L. J. Autonomous agricultural sprayer using machine vision and nozzle control. Journal of Intelligent and Ro-botic Systems. 2021. V. 102. № 2. Pp. 1-18.
15. Fabula J. V., Sharda A., Mishler B. Quantification of self-propelled sprayers turn compensation feature utilization and advantages during on-farm applications. Precision Agriculture. 2022. V. 23. № 5. Pp. 1675-1687.

### References

1. Belousov S. V., Vcherashniya S. N., Khanin Yu. V. Liquid complex fertilizers as the basis of a stable crop. Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2023. No 186. Pp. 254-265.
2. Ivanov A. Yu., Durmanov N. D., Orlov M. P., Piksendeev K. V., Rovnov Yu. E., Luksha P. O., Makarov I. A., Ptichnikov A. V., Stepanov I. A., Kharchenko M. M., Chertkov G. M. The battle for climate: Carbon farming as the stake of Russia. Publishing House of the Higher School of Economics. Moscow, 2021. 120 p.
3. Borisenko I. B., Meznikova M. V., Ulybina E. I. Theoretical justification of the uniformity of the application of the working solution to the object of influence during the processing of row crops by strip spraying. Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education. 2021. No. 4 (64). Pp. 296-305.
4. Borodychev V. V., Novikov A. E., Filimonov M. I., Lamskova M. I. Investigation of a nozzle with low-energy artificial rain. Scientific life. 2016. No. 2. Pp. 50-57.
5. Medvedev G. A., Yekaterinicheva N. G., Tkachenko A. V. Efficiency of innovative sunflower cultivation systems in the southern chernozems of the Volgograd region. Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education. 2020. No 3 (59). Pp. 116-124.

6. Meznikova M. V. The influence of technological parameters of vertical spraying on ensuring environmental safety in the cultivation of row crops. *Izvestiya Nizhnevolzhsky agrouniversitetskogo kompleks: science and higher professional education*. 2022. No 4 (68). Pp. 502-514.
7. Meznikova M. V. Methodology for assessing the qualitative indicators of spraying based on the analysis of the tone image of the object in the color space of the file. *Bulletin of Agrarian Science of the Don*. 2022. V. 15. No 3 (59). Pp. 61-71.
8. Melnik V. I. Evolution of farming systems - a look into the future. *Agriculture*. 2015. No 1. Pp. 8-12.
9. Sviridov A. S., Kataev Yu. V., Zagoruiko M. G. Analysis of types of sprayers of agricultural sprayers. *Agrarian scientific journal*. 2021. No 6. Pp. 96-100.
10. Slavkina V. E., Sviridov A. S., Arumugam G., Goncharova Yu. A., Kasimov R. M. Design development of a slot agricultural sprayer and investigation of its output parameters. *Agricultural machines and technologies*. 2022. Vol. 16. No 4. Pp. 34-37.
11. Chamurliiev O. G., Sidorov A. N., Kholod A. A., Chamurliiev G. O. The study of the effectiveness of mineral fertilizers on a subsalt in the open ground during irrigation in the conditions of the Volgograd region. *Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education*. 2022. No 4 (68). Pp. 69-76.
12. Churzyn V. N., Dubovchenko A. O. The yield of sunflower hybrids depending on the moisture availability of crops in the chernozems of the Volgograd region. *Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education*. 2020. No 1 (57). Pp. 158-167.
13. Bursich V., Stoyanovich T., Petrovich A., Marinkovich D., Konstantinovich B., Vukovich G., Kara M., Kostic M., Puvacha N. Evaluation of residues of plant protection products in organic and traditional agricultural production. *Sustainability*. 2021. V. 13. No 3.
14. Terra F. P., Nascimento G. H. D., Duarte G. A., Druce Jr. P. L. J. Autonomous agricultural sprayer using machine vision and nozzle control. *Journal of intelligent and robotic systems*. 2021. V. 102. No 2. Pp. 1-18.
15. Plot J. V., Sharda A., Mishler B. Quantitative assessment of the use of the rotation compensation function of self-propelled sprayers and advantages when used on farms. *Precision agriculture*. 2022. V. 23. No 5. Pp. 1675-1687.

#### **Информация об авторах**

**Борисенко Иван Борисович**, Заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, главный научный сотрудник, профессор, старший научный сотрудник кафедры "Земледелие и агрохимия", ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 26), e-mail: borisenivan@yandex.ru

**Скрипкин Дмитрий Владимирович**, научный сотрудник «НИИ фундаментальных и прикладных агробиотехнологий», кандидат технических наук, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 26), e-mail: umka525@mail.ru

**Мезникова Марина Викторовна**, старший научный сотрудник «НИИ фундаментальных и прикладных агробиотехнологий», кандидат технических наук, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 26).

**Роменская Ольга Николаевна**, научный сотрудник «НИИ фундаментальных и прикладных агробиотехнологий», кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 26).

**Сидоров Александр Николаевич**, старший научный сотрудник «НИИ фундаментальных и прикладных агробиотехнологий», кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 26).

**Гагарина Елена Викторовна**, аспирант кафедры "Земледелие и агрохимия", ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 26).

#### **Author's Information**

**Borisenko Ivan Borisovich**, Honored Inventor of the Russian Federation, Doctor of Engineering Sciences, Chief Researcher, Professor, Senior Researcher of the Department of Agriculture and Agrochemistry, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26), e-mail: borisenivan@yandex.ru.

**Skripkin Dmitry Vladimirovich**, Researcher at the Research Institute of Fundamental and Applied Agrobiotechnologies, Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26), e-mail: umka525@mail.ru.

**Meznikova Marina Viktorovna**, Senior Researcher at the Research Institute of Fundamental and Applied Agrobiotechnologies, Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26).

**Romenskaya Olga Nikolaevna**, Research Associate of the Research Institute of Fundamental and Applied Agrobiotechnologies, Candidate of Agricultural Sciences, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26).

**Sidorov Aleksander Nikolaevich**, Senior Researcher at the Research Institute of Fundamental and Applied Agrobiotechnologies, Candidate of Agricultural Sciences, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26).

**Gagarina Elena Viktorovna**, Graduate student of the Department of Agriculture and Agrochemistry, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26).

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-38

## IMPROVING THE QUALITY OF IRRIGATION WATER BY VACUUM TREATMENT

**E. P. Borovoy<sup>1</sup>, O. N. Volskaya<sup>2</sup>, S. M. Grigorov<sup>1</sup>, A. A. Churakov<sup>2</sup>, L. W. Kamyschanova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Volgograd State Agrarian University*

<sup>2</sup>*Volgograd State Technical University*

<sup>3</sup>*Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President  
of the Russian Federation  
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: borovoy.e.p@mail.ru

Received 01.08.2023

Submitted 20.11.2023

### Abstract

**Introduction.** The relevance is due to the maintenance of water-ecological balance on irrigation systems during operation. The water-ecological balance on irrigation systems takes place if the intake of water for irrigation from a water source during the acute arid periods of vegetation does not exceed the established sanitary norm. Currently, water sources, both surface and underground, due to man-made impacts on them, exceed the sanitary norm in various indicators, which leads to the development and implementation of new water purification technologies in irrigation systems. In the specific studies at the experimental production site of the Volgograd State Agrarian University "Innovative Village" presented in the article, water treatment, namely, groundwater was intended for drip irrigation systems, since this irrigation method is being introduced in steppe, semi-desert and desert areas suffering from water scarcity, which includes the Volgograd region.

The selected site for the drip irrigation system took into account the specific characteristics of the cultivated crops, the duration of vegetation, the spread of the root system, as well as the requirements for soil, climatic, hydrogeological and relief conditions and the qualitative composition of water. Having studied the composition of groundwater from a well located near the irrigated area, the authors proposed not only their patented method of groundwater purification, but also a method of its activation.

The simultaneous use of both methods in the installation scheme for the purification and activation of groundwater is the main advantage that distinguishes this technology from all existing ones. This scheme allows you to increase the yield and quality of tomatoes grown with minimal energy consumption, prostrate and maintenance safety, achieving high quality purification and activation of water for drip irrigation. **Object.** The research area is a drip irrigation system at the experimental production site of the Volgograd State Agrarian University "Innovative Village" **Materials and methods.** The bulk of the research work was carried out at the experimental production site of the Volgograd State Agrarian University "Innovative Village". The study is based on reagent-free purification from suspensions, iron and other impurities by vacuum-ejection method and activation of water by vacuum method using a vacuum