

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАЛООБЪЕМНОГО ОПРЫСКИВАНИЯ САДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСКО-ВЕНТИЛЯТОРНОГО ТРАКТОРНОГО ОПРЫСКИВАТЕЛЯ ОПВ-2000 «ШКВАЛ»

В. И. КЛИМЕНКО

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 17.07.2026)

В статье проведен анализ результатов экспериментальных исследований технологии малообъемного опрыскивания трех ярусов сада (верхнего, среднего и нижнего) с использованием инновационного диско-вентиляторного тракторного опрыскивателя ОПВ-2000 «Шквал». Исследованная технология позволила равномерно наносить рабочую жидкость на обрабатываемые поверхности ярусов сада, что является значительным отличием от традиционных технологий с использованием прессурного распыления рабочей жидкости, поскольку при традиционной обработке из-за низкого качества нанесения рабочей жидкости на поверхности наиболее облиственного нижнего яруса плодовых деревьев сада производственникам приходится удалять значительную часть длины веток нижнего яруса и создавать пальметные сады, что крайне затратно для садоводства.

Инновационной составляющей исследованной технологии является обработка сада сплошным направленным потоком распыленной рабочей жидкости, которая позволила наносить на 1 см² обрабатываемых объектов 46–56 капель с медианно-массовым диаметром, превышающим 30 мкм и значительно большее количество более мелких капель.

Тракторный опрыскиватель для осуществления технологии состоял из комбинированного многоуровневого диско-вентиляторного распылителя, системы гидрокommunikаций с двумя дроссельными устройствами, мембранно-поршневым насосом, регулятором давления рабочей жидкости, рамных конструкций и колесного хода. Тракторный опрыскиватель позволил обеспечить качественную обработку сада при минимальных значениях подачи рабочей жидкости в режиме малообъемной обработки.

Ключевые слова: диско-вентиляторный тракторный опрыскиватель, система гидрокommunikаций, дроссели, малообъемное опрыскивание.

This article analyzes the results of experimental studies of low-volume spraying technology for three garden tiers – the upper, middle, and lower – using the innovative OPV-2000 "Shkval" disc-fan tractor sprayer. The technology studied enabled uniform application of the working fluid to the treated surfaces of the orchard tiers. This is a significant improvement over traditional technologies using pressure spraying of the working fluid. Traditional spraying techniques, due to the poor quality of the working fluid application to the most leafy lower tiers of fruit trees, require growers to remove a significant portion of the lower tier branches and create palmetto orchards, which is extremely costly for horticulture.

The innovative component of the technology studied is the application of a continuous, directed stream of sprayed working fluid to the orchard. This enabled the application of 46–56 droplets with a median mass diameter exceeding 30 μm per 1 cm² of treated objects, along with a significantly larger number of smaller droplets.

The tractor-mounted sprayer used for this technology consisted of a combined multi-level disc-fan atomizer, a hydraulic system with two throttle devices, a diaphragm-piston pump, a working fluid pressure regulator, frame structures, and wheels. The tractor-mounted sprayer ensured high-quality garden treatment with minimal operating fluid flow rates in low-volume spraying mode.

Key words: disc-fan tractor-mounted sprayer, hydraulic communication system, throttles, low-volume spraying.

Введение

В современных направлениях защиты сада от болезней и вредителей значительное внимание уделяется технологиям малообъемного опрыскивания с нормами вылива рабочей жидкости в 90,0–450 л/га при обеспечении необходимого качества двухсторонней обработки листьев [1, 2], качественной обработки поверхностей веток и ствола плодовых деревьев, средневзвешенный медианно – массовый диаметр нанесенных капель должен составлять 25–250 мкм, а густота покрытия каплями обрабатываемых поверхностей составлять не менее 30 шт/см². При этом важна равномерность нанесения рабочей жидкости на обрабатываемые поверхности нижнего, среднего и верхнего ярусов деревьев, поскольку из-за низкого качества обработки наиболее облиственного нижнего яруса плодовых деревьев сада известными опрыскивателями, приходится удалять значительную длину веток нижнего яруса и создавать пальметные сады, что крайне затратно для садоводства.

Целью экспериментальных исследований являлось исследование возможностей уменьшения расхода препаратов [3, 4] с обеспечением качества обработки наиболее облиственного нижнего яруса плодовых деревьев сада, не уступающего качеству обработки среднего и верхнего ярусов [5, 6].

Основная часть

Исследования проведены посредством производственных экспериментов с участием ученых Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, ЗАО «Славянская технология» и специалистов ГУ «Белорусская МИС». Лабораторно-полевые исследования по определению средневзве-

шенного медианно-массового диаметра капель рабочей жидкости и их количества, наносимых на обрабатываемые поверхности сада комбинированным диско-вентиляторным распылителем тракторного опрыскивателя ОПВ-2000 «Шквал» были проведены на ГУ «Белорусская МИС» и в КСУП «Минская овощная фабрика» Минского района (табл. 1) 9–20 августа 2024 года. Исследования проводились по стандартным методикам, согласно проекту ТУ ВУ 400450339.018-2024 и руководству по эксплуатации диско-вентиляторного тракторного полуприцепного опрыскивателя ОПВ-2000 «Шквал».

Таблица 1. Условия проведения исследований

Наименование показателя	Значение показателя по проекту ТУ	Обозначение ТНПА устанавливающего требования к методам исследований	Значение показателя при исследованиях функциональных и эксплуатационно-технологических	
			4	5
1	2	3	4	5
Состав агрегата, марка: - опрыскивателя - трактора	ОПВ-2000 «Шквал»		ОПВ-2000 «Шквал»	
	Тракторы тягового кл. 1,4		«Беларус – 82.1»	
Место проведения исследований	–	–	ГУ «Белорусская МИС»	КСУП «Минская овощная фабрика»
Вид работы	Химическая защита многолетних насаждений в садах, а также обработка пальметных садов и виноградников от болезней и вредителей	–	Вылив воды	Обработка пестицидами яблоневого сада
Срок проведения исследования	–	–	09.08.2024	09-20.08.2024
Условия исследований:				
Вид технологического материала	Нет данных	ГОСТ 34630-2019 (п. 7.4.1.10)	Вода техническая	Водный раствор фунгицида
Наименование препарата	Нет данных	ГОСТ 34630-2019 (п. 7.4.1.10) СТБ 1926-2008 (п. 4.1)	–	Скор
Норма расхода препарата, л/га	Согласно инструкции по применению	ГОСТ 34630-2019 (пп. 7.3.1; 7.4.1.10)	–	0,1
Температура атмосферного воздуха, °С - на высоте 0,5 м - на высоте 2,0 м	5,0, не менее	ГОСТ 34630-2019 (п. 7.4.1.9) ГОСТ 20915-2011 (пп. 4.1 – 4.2)	26,2	20,5
			26,2	22,5
Относительная влажность воздуха, %: - на высоте 0,5 м - на высоте 2,0 м	90,0, не более		47,9	82,3
			47,9	84,2
Скорость ветра, м/с - на высоте 0,5 м - на высоте 2,0 м	3,0, не более		2,9	2,6
			2,9	2,9
Тип почвы и назначение по механическому составу	Нет данных	ГОСТ 34630-2019 (п. 7.4.1.9) ГОСТ 20915-2011 (п. 6.1)	–	Дерново-подзолистая, средний и легкий суглинки
Рельеф поля (уклон), град	Равнинный, 5, не более	ГОСТ 34630-2019 (п. 7.4.1.9) ГОСТ 20915-2011 (п. 5.1)	–	Равнинный
Влажность почвы в слое 0–10 см, %	Нет данных	ГОСТ 34630-2019 (п. 7.4.1.9) ГОСТ 20915-2011 (п. 6.3)	–	18,3
Твердость почвы в слое 0-10 см, МПа	Нет данных	ГОСТ 34630-2019 (п. 7.4.1.9) ГОСТ 20915-2011 (п. 6.4)	–	3,1
Тип насаждений	Нет данных	ГОСТ 34630-2019 (п. 7.4.1.1)	–	Яблоневый сад
Высота садовых насаждений, м	До 6,0	ГОСТ 34630-2019 (п. 7.4.1.3)	–	3,6
Ширина кроны, м	Нет данных		–	1,87
Расстояние между деревьями, см	Нет данных	ГОСТ 34630-2019 (п. 7.4.1.4)	–	223
Ширина междурядий, м	До 8,0	ГОСТ 34630-2019, (п. 7.4.1.5)	–	4,0

Опрыскиватель диско-вентиляторный тракторный полуприцепной ОПВ-2000 «Шквал» (далее опрыскиватель) является центральной частью универсальной модульной конструкции, предназначен для химической защиты высокорослых многолетних насаждений в садах и виноградниках от болезней и вредителей, может производить обеззараживание животноводческих помещений и прилегающих территорий, обработки складов, зернотоков и мест временного хранения зерна от вредителей [7].

Опрыскиватель агрегируется с тракторами тягового класса 1,4.

Опрыскиватель (рис. 1) состоит из рамы, бака, системы подачи рабочей жидкости к двум дросселям, комбинированного многоступенчатого дискового распылителя и вентилятора, установленного на одной оси с распылителем, а также напорной распределительной ветви для двухстороннего диспергирования воздушно-капельных потоков в двух направлениях.



Рис. 1. Опрыскиватель диско-вентиляторный тракторный полуприцепной ОПВ-2000 «Шквал»

Технологический процесс выполняется следующим образом: при подъезде опрыскивателя к обрабатываемым объектам, включается ВОМ трактора, поток мощности через систему гидрокommunikаций доставляет рабочую жидкость из бака к двум дросселям, через которые рабочая жидкость подается в многоступенчатое дисковое устройство. Вращающимся дисковым устройством рабочая жидкость дробится механическим способом, а на выходе из дискового устройства подвергается воздействию воздушного потока, создаваемого вентилятором, и дополнительно дробится. Далее воздушный поток транспортирует распыленные капли на объекты обработки – листовые поверхности, ветви и стволы плодовых деревьев.

Исследованиями установлено (табл. 2), что густота покрытия обрабатываемых поверхностей каплями диаметром более 30 мкм на нижнем ярусе плодовых деревьев на 7,7 % больше, чем на среднем ярусе и на 21,7 % больше, чем на верхнем ярусе, что обеспечивает гарантию качественной обработки наиболее облиственного нижнего яруса плодовых деревьев сада.

Таблица 2. Функциональные показатели исследований опрыскивателя с отверстиями дросселей диаметром 2 мм

Наименование показателя	Значение		
	по проекту ТУ	по результатам лабораторных и лабораторно-полевых исследований	
1	2	3	4
Состав агрегата, марка: - опрыскивателя - трактора	ОПВ-2000 «Шквал» Тракторы тягового класса 1,4	ОПВ-2000 «Шквал» «Беларус – 82.1»	
Вид работы	Химическая защита высокорослых много- летних насаждений в садах	Вылив воды	
Сроки проведения исследований	–	09-20.08.2024	
Режим работы:			
Тип дросселя	–	Дроссель с диаметром отверстия 2 мм	
Количество дросселей, шт.	2	2	
Давление в напорной коммуника- ции, МПа	0,2–0,4	0,3	0,4
Заданная норма расхода через 1 дроссель, л/мин	По настроечным таблицам, согласно руко- водству по эксплуатации	4,50	5,00
Функциональные показатели:			
Фактический расход жидкости че- рез 1 дроссель, л/мин	Нет данных	4,73	5,21
Фактический расход жидкости че- рез 2 дросселя, л/мин	Нет данных	9,46	10,42
Диапазон норм вылива рабочей жидкости (на рабочих скоростях движения 4,0-10,0 км/ч), л/га	90,0–450,0	141,9-354,8	156,3-390,8
Средневзвешенный медианно- мас- совый диаметра капель, мкм:	25–250	66*	

- верхний ярус		84*	
- средний ярус		94*	
- нижний ярус		46*	
Густота покрытия обрабатываемой поверхности каплями, шт/см ² :	30, не менее	52*	
- верхний ярус		56*	
- средний ярус			
- нижний ярус			
Ширина зоны обработки (количество полурядов)	1 или 2	2	
*Значение показателя определено при рабочей скорости движения 6,0 км/ч. Капли размером менее 30 мкм не учтены, т.к. контуры следов отложения капель обозначены нечетко, что не позволяет определить их размер и количество при микро-скопировании			

Дополнительными лабораторными исследованиями, проведенными 28 августа 2024 года на ГУ «Белорусская МИС», установлено, что количество высокодисперсных капель жидкости диаметром до 5 мкм, диспергируемых опрыскивателем, на порядок превышает количество диспергируемых капель диаметром более 30 мкм, что позволяет значительно уменьшать нормы расхода препарата.

Заключение

1. Исследованиями установлено, что комбинированный диско-вентиляторный распылитель рабочей жидкости тракторного опрыскивателя ОПВ-2000 «Шквал» обеспечивает нанесение на поверхности плодовых деревьев сада капель рабочей жидкости, средневзвешенный медианно-массовый диаметр которых определен с помощью стандартных методик и превышает 30 мкм, в том числе по ярусам деревьев:

- нижний ярус – 56 шт.;
- средний ярус – 52 шт.;
- верхний ярус – 46 шт.

Наиболее высокое качество обработки нижнего яруса плодовых деревьев исследованным опрыскивателем ОПВ-2000 «Шквал» позволяет исключить необходимость трудозатратного создания пальметных садов.

2. Исследованиями установлено, что кроме диспергирования капель рабочей жидкости диаметром более 30 мкм комбинированный диско-вентиляторный распылитель тракторного опрыскивателя ОПВ-2000 «Шквал» одновременно диспергирует капли размером менее 30 мкм.

3. Дополнительными лабораторными исследованиями в 2024 году на ГУ «Белорусская МИС» установлено, что количество высокодисперсных капель, диспергируемых комбинированным диско-вентиляторным распылителем тракторного опрыскивателя ОПВ-2000 «Шквал» значительно превышает количество капель диаметром более 30 мкм, диспергируемых этим же распылителем. Высокодисперсные капли обеспечивают повышение активности препаратов в расчете на единицу массы, норма расхода препарата может быть уменьшена в 2–3 раза и более при этом за счет увеличения поверхности соприкосновения распыленного высокодисперсного вещества обеспечивается более равномерное распределение препарата по всему объекту обработки.

4. Учеными Белорусской государственной сельскохозяйственной академии предложена технологическая схема опрыскивания полевых и овощных культур с использованием исследованного тракторного опрыскивателя ОПВ-2000 «Шквал» в качестве центрального модуля и с установкой на него боковых модулей общей ширины захвата опрыскивателя 24 и 12 метров. Такая отечественная технология высокодисперсной обработки сможет обеспечить экономическую эффективность от сокращения в 2–3 раза применения пестицидов по Республике Беларусь на сумму более, чем в 300 000 000 (триста миллионов) белорусских рублей и уменьшить экологическую нагрузку на природные экосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дезинфекция: учебно-методическое пособие / П. А. Красочко, А. А. Гаранчук, И. М. Кутилев [и др.]. – Смоленск: Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 19–20.
2. Пат. 2131783 Российская Федерация, МПК⁶ B05B3/02. Устройство для распыления жидкого вещества / Клименко В. И.; заявитель и патентообладатель Клименко В. И. – №97117237; заявл. 24.10.97; опубл. 20.06.99. Бюл. №17 / Гос. пат. ком. Российской Федерации. – 5 с.: ил.
3. Пат. 4084 Республика Беларусь, МПК⁷ B05B3/02 Устройство для распыления жидкого вещества / Клименко В. И. – №a970589; заявл. 31.10.97; опубл. 30.09.01, Афц. бюл. №3/ Дзярж. пат. кам. Рэсп. Беларусь. – 4 с.: ил.
4. Ван Сю. Прогресс в исследовании технологий измерения размеров капель сельскохозяйственных аэросистем / Ван Сю // Журнал сельскохозяйственной инженерии. – 2018. – Т. 34, № 15. – С. 1–8.
5. Чжао Чэнь. Метод измерения размеров капель распыления на основе машинного зрения / Чжао Чэнь // Журнал сельскохозяйственных машин. – 2020. – Т. 51, № 4. – С. 389–396.
6. Отчет об исследованиях характеристик осаждения капель ветрообеспеченных распыляющих машин / Южно-Китайский сельскохозяйственный университет. – Нанькин : Южно-Китайский сельскохозяйственный университет, 2019. – С. 12–16.
7. ISO 16368:2017 Оборудование для защиты растений – Определение распределения размеров капель распыления. Женева: ISO, 2017, с. 45–49.