

АНАЛИЗ ТИПОВ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

СВИРИДОВ Алексей Сергеевич, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

КАТАЕВ Юрий Владимирович, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

ЗАГОРУЙКО Михаил Геннадьевич, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

В статье приведен анализ современных типов распылителей опрыскивателей, а также подобран наиболее востребованный и универсальный тип распылителей, пригодных для большинства различных видов сельскохозяйственных культур. Отражены характеристики объемного расхода рабочей жидкости распылителями согласно мировому стандарту – ISO 10625. Даны рекомендации по установке штанги опрыскивателя в зависимости от угла распыла и периодичности установки распылителей. Проанализированы различные материалы изготовления распылителей и их средний ресурс наработки выраженный в тыс. га. В результатах исследования отражено сравнение двух основных типов распылителей – это щелевой и инжекторный, применяемые для большинства гербицидов, системных фенгицидов, пестицидов, инсектицидов и т.д. В выводах даны рекомендации по оптимальному выбору типа распылителя для внесения средств химической защиты растений и для внесения жидких минеральных удобрений.

96

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

6
2021

Введение. Высокорентабельное ведение сельского хозяйства на основе современных технологий недопустимо без комплексной защиты сельскохозяйственных культур от сорняков, вредителей и болезней. К наиболее распространенному и универсальному методу внесения препаратов можно отнести опрыскивание. Сущность опрыскивания заключается в нанесении раствора препарата, эмульсии или суспензии в капельно-ножиком состоянии на обрабатываемую поверхность за счет применения опрыскивателей различных типов [1, 8].

По сравнению с другими способами обработки (опыливание, фумигация, применение аэрозоли и т.д.) опрыскивание отличается малым расходом рабочей жидкости на единицу площади при равномерном распределении и покрытии всех обрабатываемых поверхностей, а также хорошей проникающей способностью во весь стеблестой. Также при опрыскивании наблюдается значительно меньший снос препарата за пределы обрабатываемых площадей по сравнению с опыливанием. При опрыскивании появляется возможность использовать комбинированные составы различных препаратов.

При применении опрыскивания как способа защиты растений необходимо учитывать два основных аспекта: биологический и физико-химический.

Биологический аспект заключается в проведении опрыскивания в определенные агротехнические сроки. Изначально это связано с объективной оценкой состояния растения, и при необходимости агроном принимает решение, в какой стадии и в каком объеме необходимо внести препарат для борьбы с вредителями, сорняками и болезнями. Кроме того, оптимальные сроки связаны и с продолжительностью внесения препарата. К примеру, внесение некоторых

видов гербицидов, при фазе выхода в трубку у озимых колосовых культур, могут негативно сказаться на урожайности [6].

При физико-химическом аспекте необходимо принимать во внимание свойства применяемых препаратов, размер капель, степень покрытия обрабатываемых площадей, а также нормы расхода рабочей жидкости. Внесение препаратов необходимо регламентировать, соблюдая все агротехнические нормы, при этом принимать в расчет температуру воздуха, скорость ветра и стадию вегетации растения. Важно отметить, что при комбинированном внесении препаратов обязательно учитывать их совместимость составов друг с другом.

Немаловажным фактором является и размер капель. Этот параметр определяет оседание рабочей жидкости на листья и проникновение вглубь стеблестоя. При меньшем размере капель возникает большая вероятность, что при продвижении с воздухом они будут обтекать обрабатываемое растение и не попадут на него. К наилучшему размеру капель можно отнести диапазон от 150 до 300 мкм.

Цель исследования – проанализировать типы современных распылителей и выделить наиболее универсальный для большинства сельскохозяйственных культур.

Методика исследований. При анализе использования распылителей, применяемых на сельскохозяйственных опрыскивателях, использовались материалы маркетинговых исследований и дилерских служб. При сборе информации и последующей обработке полученных результатов в работе были применены классические методы статистики.

Результаты исследований. Анализируя отечественный и зарубежный рынки можно сделать вывод, что номенклатура выпускаемых распылителей достаточно широка, основными

производителями являются компании Lechler GmbH, TeeJet Technologies, Agroplast Marcin. Разнообразие типов распылителей обусловлено тем, что в ходе совершенствования техники были доработаны и создавались все новые и новые виды форсунок с устранением недостатков предыдущих. Кроме того, для некоторых сельскохозяйственных культур, и в зависимости от климатических условий, предыдущие не утеряли своей актуальности и остались востребованными.

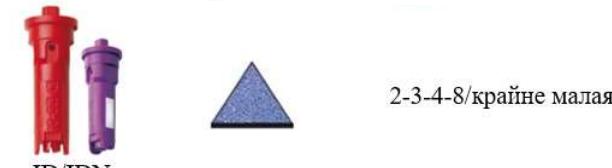
На рис. 1 представлены основные типы применяемых распылителей в сельском хозяйстве согласно стандарту ISO 10625.

ID/IDN – инжекторный распылитель / инжекторный распылитель нового поколения. Объемная смесительная камера позволяет получать равномерный спектр крупных капель (150-250 мкм) с достаточно высокой скоростью испарения, что в свою очередь, уменьшает вероятность сноса. Также некоторое количество капель в спектре обладает пузырьками воздуха, которые при попадании на лист лопаются и распределяют рабочую жидкость по всей поверхности растения. К наиболее явным недостаткам данных типов распылителей можно отнести их стоимость, порядка 600–700 руб. за 1 шт. – и особые требования к давлению нагнетательной системы опрыскивателя: оно должно составлять 5–7 атм. Данный вид распылителей отлично зарекомендовал себя для пробития стеблей, а также он обладает максимально низкими потерями рабочей жидкости при порывах ветра и высокой температуре.

IDK/IDKN – компактный инжекторный распылитель / компактный инжекторный распылитель нового поколения. Это аналог инжекторного распылителя, только с уменьшенной рабочей камерой и работающего при меньшем давлении (2,5–3,0 атм). Отлично зарекомендовал себя при внесении средств химической защиты растений и регуляторов роста. Наилучшим образом проявляют себя при внесении жидких минеральных удобрений (ЖМУ). Большинство современных опрыскивателей с завода комплектуются именно такими распылителями. Стоимость на рынке варьируется от 150 до 300 руб.

IDKT – двухфакельный инжекторный распылитель. Является наиболее универсальным, так как с его помощью можно вносить практически любой препарат. Исключение составляют лишь ЖМУ (жидкие минеральные удобрения). Однако конструктивно два факела распыла не могут обеспечить размер капель, аналогичный распылителям ID, в результате чего повышаются потери при сносе и испарении. Рабочее давление для такого типа распылителя составляет 2,5–3,0 атм. Лучше всего IDKT подходят для обработки растений, имеющих большую листовую поверхность. Наибольший эффект достигается при рабочей скорости опрыскивателя до 8–9 км/ч.

Форма факела распыла	Рекомендуемое давление (атм)/Степень сноса
----------------------	--



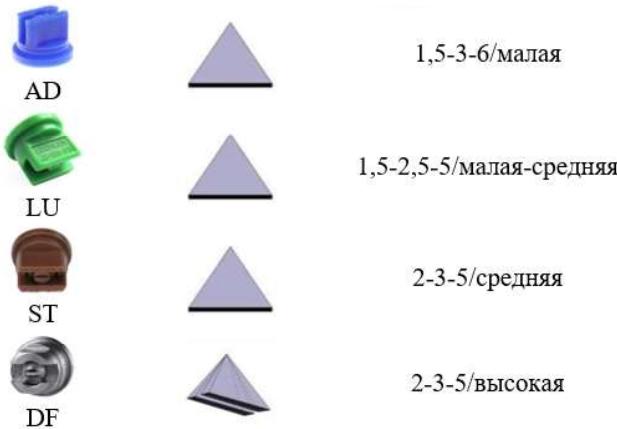
2-3-4-8/крайне малая

1,5-3-6/очень малая

1,5-3-6/очень малая

a

Форма факела распыла	Рекомендуемое давление (атм)/Степень сноса
----------------------	--



1,5-3-6/малая

1,5-2,5-5/малая-средняя

2-3-5/средняя

2-3-5/высокая

b

Форма факела распыла	Рекомендуемое давление (атм)/Степень сноса
----------------------	--



1-2-6/высокая

3-8/высокая

1,5-4/крайне малая

1-5/очень малая

c

Рис. 1. Различные типы сельскохозяйственных распылителей: а – инжекторные, б – щелевые, в – другие (дефлекторные, конусные, для внесения ЖМУ)



LU, ST – щелевые плоскотсруйные однофакельные распылители. Допустимо их применение при скорости ветра в диапазоне от 3 до 4–5 м/с. Однако наилучший эффект достигается при температуре 23–25 °С и ветре 2–3 м/с. Размер капель составляет порядка 50–100 мкм, необходимое рабочее давление 2–3 атм. Используются для внесения средств химической защиты растений и регуляторов роста.

DF – двухфакельный щелевой распылитель. Среди рассматриваемых распылителей позволяет получать наименьший размер капель (30–50 мкм). К преимуществам можно отнести невысокую стоимость порядка 80–120 руб. Его использование наиболее эффективное только при благоприятных условиях окружающей среды – температура около 22 °С, влажность не более 60 %. Областью применения такого типа распылителя является обработка колоса и ботвы.

FT – дефлекторные распылители. Угол распыла порядка 140°, необходимое рабочее давление в системе от 1 до 4 атм. В большинстве случаев используются для внесения ЖМУ, почвенных гербицидов и орошения. Находят применение на небольшой технике, например, ранцевых опрыскивателях.

TR – распылители с полным конусом. Диапазон рабочих давлений от 3 до 20 атм. Угол факела распыла составляет 80°. Нашли применение при внесении фунгицидов и инсектицидов в садах. Практически не применимы для полевых культур, так как в местах перекрытия факелов распыла образуется зона с повышенной концентрацией рабочей жидкости.

В качестве отдельной группы распылителей можно выделить такие, которые применяются для внесения карбамидо-аммиачных смесей (КАС). КАС получают путем добавления аммиачной селитры в растворенную смесь водных карбамидов. Для большинства регионов РФ оптимальным считается использование КАС 28. Этот состав наиболее актуален для использования в Центральном, Центрально-Черноземном, Восточно-Сибирском, Северо-Западном, Волго-Вятском районах страны. Однако для более южных районов, таких как Северо-Кавказский, Поволжский, и Уральский существует КАС 32 [3, 12, 13]. К наиболее подходящим типам распылителей для внесения такого типа удобрений относятся FL и FD.

FL – распылитель для внесения жидких минеральных удобрений (ЖМУ). Осуществляет многоструйное распыление рабочей жидкости, щадящее внесение удобрений обусловлено экстремально крупными каплями.

FD – распылитель для внесения жидких минеральных удобрений (ЖМУ). Диапазон рабочего давления находится в пределах от 1,5 до 4 атм. Риск получения ожога растением сведен к минимуму за счет применения экстремально крупных капель. К преимуществам такого типа распылителей можно отнести наименьшую склонность к засорам.

К наиболее часто применяемым для опрыскивателей в Российской Федерации относятся семейство инжекторных распылителей (ID, IDK, IDKT). Они занимают порядка 60–65 % отечественного рынка и являются наиболее универсальными. Ко вторым по значимости можно отнести простые щелевые (AD, LU, ST, DF) с долей рынка 30–35 %, остаток делят между собой дефлекторные, двухфакельные, турбо и др. (рис. 2) [4].

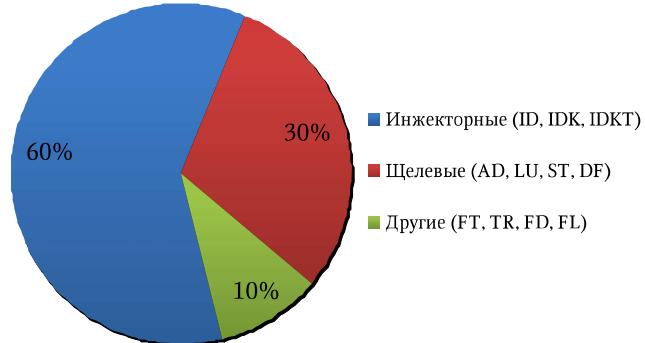


Рис. 2. Статистика сельскохозяйственных распылителей, применяемых в РФ

Следует отметить, что при внесении средств химической защиты растений или ЖМУ на всем опрыскиватели должны быть установлены одинаковые распылители. Это необходимо для равномерного дозирования препарата на всю обрабатываемую площадь. Размер распылителя зависит от его калибра. В таблице представлены характеристики объемного расхода рабочей жидкости в соответствии с нормами ISO 10625 для инжекторных и щелевых распылителей при рабочем давлении 3 атм.

Характеристики распылителей

Цвет	Калибр	Расход (л/мин) при 3 атм
Оранжевый	01	0,39
Зеленый	015	0,59
Желтый	02	0,80
Фиолетовый	025	0,99
Синий	03	1,19
Красный	04	1,58
Коричневый	05	1,97
Серый	06	2,36
Белый	08	3,16
Голубой	10	3,86
Салатовый	15	6,12
Черный	20	7,72

На опрыскивателях, работающих со скоростью 6–12 км/ч [2], для большинства сельскохозяйственных культур, выращиваемых в РФ, применяют следующие калибры распылителей:

025 (фиолетовый): средний расход составляет 90–210 л/га, наилучший эффект достигается при температуре воздуха 12–20 °С, влажности 65–90 % и скорости ветра менее 2–2,5 м/с;

03 (синий): расход порядка 120–240 л/га, обработка рекомендуется при температуре 20–25 °С и влажности более 60 %, скорость ветра не более 3 м/с;





04 (красный): является наиболее популярным в центральной части России, расход находится на уровне 150–350 л/га, обработка идет в сухую, жаркую и ветреную погоду, за счет регулирования давления нагнетательной системы опрыскивателя можно регулировать размер капель для данного распылителя;

05 (коричневый): расход в пределах 200–400 л/га, в основном данный тип распылителей применяют для внесения фунгицидов и инсектицидов на овощных и некоторых технических культурах.

Кроме правильно подобранного распылителя для конкретной обрабатываемой сельскохозяйственной культуры, также необходимо установить высоту штанги опрыскивателя. Этот параметр влияет на равномерность нанесения рабочей жидкости и величину сноса капель ветром. Его определяют в зависимости от угла факела распыла и шага расположения распылителей на штанге опрыскивателя. Чаще используемыми параметрами можно выделить 80–90° угол распыла при высоте штанги 0,6–0,9 м, а также 110° – 0,4–0,6 м и 120° – 0,4–0,7 м. Разброс высоты в 0,2–0,3 м обусловлен тем, что рельеф сельскохозяйственных угодий в РФ имеет средний уклон 2–3° [10, 11].

Распылители помимо калибра отличаются еще и материалом исполнения. Наибольшую популярность нашли цельнополимерные, изготовленные из таких материалов, как РОМ (полиформальдегид) и PVDF (поливинилиденфторид). Данные материалы имеют химическую стойкость ко многим агрессивным средам [5]. Кроме распылителей, выполненных из полимерных материалов, на рынке встречаются также керамические, латунные распылители и изготовленные из нержавеющей стали. Ресурс всех типов распылителей зависит от соблюдения норм ежесменного обслуживания опрыскивателя, главной из которых является тщательная промывка щелочным раствором. На рис. 3 приведены средние значения срока жизни распылителей, изготовленных из разных материалов [7, 9].

Основными причинами выхода из строя распылителей является образование налета, кото-

рый разъедает материал и изменяет геометрию камеры распыла, а также высокая абразивность рабочего раствора. Стоит отметить, что скорость образования налета никак не зависит от материала изготовления распылителя.

Заключение. Для равномерного внесения гербицидов, системных фунгицидов, пестицидов и инсектицидов в хозяйствах должен иметься комплект из не менее 2–3 наборов различных типов распылителей (инжекторные, щелевые и распылители для внесения КАС). Однако на практике, опрыскиватели в основном укомплектованы одним или в лучшем случае двумя разными комплектами распылителей, как правило, компактными инжекторными и щелевыми. Принципиальное отличие этих типов заключается в том, что в щелевом распылителе поток жидкости разделяется на капли после того, как вышел из сопла, а в инжекторном это происходит в корпусе самого распылителя. Спектр полученных капель при использовании щелевых распылителей существенно зависит от рабочего давления нагнетательной системы. По сравнению с инжекторным типом он менее однороден и имеет равную часть как крупных, так и очень мелких капель. При повышении давления в системе спектр размеров начинает смещаться в сторону уменьшения капли. Данное обстоятельство бывает выгодным при работе в благоприятных условиях окружающей среды, так как мелкая капля покрывает всю поверхность обрабатываемого растения. При неблагоприятных погодных условиях применение данного типа распылителей повышает расход рабочей жидкости, а также происходит снос капель.

В инжекторных распылителях перемешивание рабочей жидкости происходит внутри и полученный состав отличается стабильной размерностью капель. Скорость внесения препаратов при использовании таких распылителей в 1,5–2,0 раза выше, чем при использовании щелевых, что способствует увеличению степени проникновения внутрь стеблевого среза и снижает потери. К существенным недостаткам можно отнести стоимость, такие распылители в 3–5 раз дороже щелевых. Для удовлетворения большинства потребностей при внесении средств

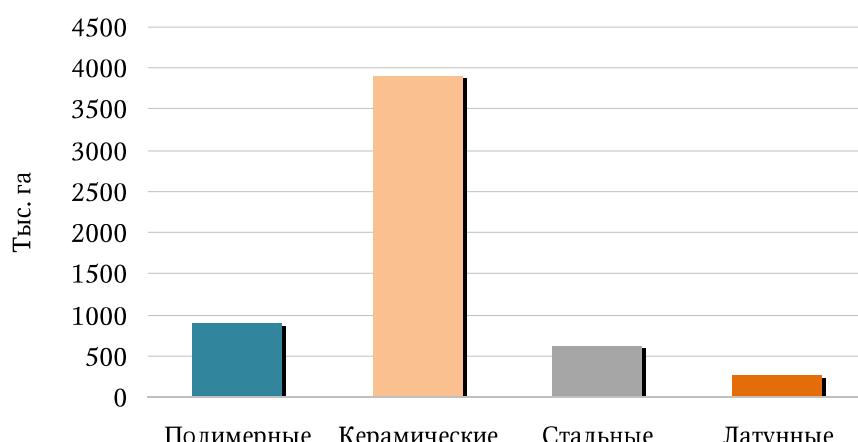


Рис. 3. Средний срок жизни сельскохозяйственных распылителей

химической защиты растений наиболее актуальным будет компактный инжекторный распылитель нового поколения (IDKN). Использование такого типа распылителя позволяет сократить расход рабочей жидкости, по сравнению с щелевым. Также за счет размера каплей в диапазоне 100–150 мкм проникновение препарата происходит по всей поверхности обрабатываемого растения. По стоимости, он в 1,5–2,0 раза дороже щелевого, но за счет вышеперечисленных достоинств его применение на опрыскивателях является более целесообразным с точки зрения агротехнических норм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башкиров А.П., Шварц А.А., Шкабенко А.Ю. Анализ работы полевых опрыскивателей // Наука в центральной России – 2019. – № 6. – С. 50–58.

2. Гуреев И.И., Климов Н.С. Оптимизация рабочей скорости полевых опрыскивателей // Вестник Сумского национального аграрного университета. – 2012. – № 6. – С. 64–67.

3. Дорохов А.С., Бельшикова М.Е., Больщева К.К. Производство ои в Российской Федерации: основные тенденции и перспективы развития // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3(47). – С. 25–33.

4. Киреев И.М., Коваль З.М. Измерительно-расчетные показатели моделирования технологий распылителей опрыскивателей на стендовом оборудовании // Агрохимия – 2019. – № 5. – С. 83–88.

5. Колодяжная И.Н. Высокоэффективные материалы для инновационных применений в сельскохозяйственной технике // Ремонт. Восстановление. Модернизация – 2011. – № 2. – С. 8–10.

6. Лысов А.К., Корнилов Т.В. Сравнительные испытания применения средств защиты растений различными способами опрыскивания // Защита растений от вредных организмов: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 147–148.

7. Полухин А.А., Алексеев К.И., Илюшина Л.Н. Стратегические направления импортозамещения на российском рынке оборудования для защиты растений и внесения удобрений // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 2. – С. 30–39.

8. Редкозубов И.А. Теория и практика опрыскивания: метод. рекомендации / Сост. Редкозубов И.А.

Ротенберг Ю.Ю., Раскатова Т.В., Хайнкель Р. – М.: ООО «Дюпон Наука и Технологии». – 2010. – С. 46.

9. Ротенберг Ю.Ю., Раскатова Т.В., Редкозубов И.А. Правильно выбрать распылитель для полевых опрыскивателей // Защита и карантин растений – 2011. – № 2. – С. 37–40.

10. Семейкин В.А., Дорохов А.С. Методика моделирования оценки эффективности входного контроля качества техники // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агронженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2009. – № 8–1 – (39). – С. 30–33.

11. Санжаровская М.И. Настройка и использование штанговых опрыскивателей // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2009. – № 1. – С. 244.

12. Фомин А. Об оценке потребности растениеводческих хозяйств страны в растение-питателях-аппликаторах на основании роста востребованности жидких минеральных удобрений типа КАС в разрезе почвенно-климатических условий России // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. – № 3. – С. 60–63.

13. Aksenov A.G., A Izmailov.Yu., Dorokhov A.S., Sibirev A.V. Onion bulbs orientation during aligned planting of seed-onion using vibration-pneumatic planting device // INMATEH – Agricultural Engineering, 2018, Vol. 55, No. 2, P. 63–69.

Свиридов Алексей Сергеевич, младший научный сотрудник, Федеральный научный агронженерный центр ВИМ. Россия.

109428, г. Москва, 1-й Институтский пр., 5.

Тел.: +7(926) 726-25-40.

Катаев Юрий Владимирович, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Россия.

Загоруйко Михаил Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Россия.

127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.

Тел.: +7(915) 319-21-69.

Ключевые слова: инжекторный распылитель; щелевой распылитель; опрыскивание; нормы внесения препаратов; жидкие минеральные удобрения; химическая защита растений.

ANALYSIS OF THE TYPES OF AGRICULTURAL SPRAYERS' NOZZLES

Sviridov Alexey Sergeevich, Junior Researcher, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Russia.

Kataev Yuriy Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow State Agricultural Academy, Russia.

Zagorukko Mikhail Gennadyevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow State Agricultural Academy, Russia.

Keywords: injection sprayer; slot sprayer; spraying; application rates of preparations; liquid mineral fertilizers; chemical plant protection.

The article provides an analysis of modern types of sprayer sprayers, as well as the most popular and versatile

type of sprayers suitable for most different types of agricultural crops. The characteristics of the volumetric flow rate of the working fluid by sprayers according to the world standard - ISO 10625 are reflected. Recommendations are given for installing the sprayer rod, depending on the angle of spray and the frequency of installation of sprayers. Various materials for the manufacture of sprayers and their average operating life expressed in thousand hectares are analyzed. The results of the study show a comparison of the two main types of sprayers – slot and injection, used for most herbicides, systemic phengicides, pesticides, insecticides, etc. The conclusions provide recommendations on the optimal choice of the type of sprayer for applying chemical plant protection products and for applying liquid mineral fertilizers.

