

УДК 631.348.45

**НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ
ПЕСТИЦИДОВ ПРИ ШТАНГОВОМ ВНЕСЕНИИ ПОЛЕВЫМИ
ОПРЫСКИВАТЕЛЯМИ**

Крук И.С.¹, Зайцев А.М.², Гантулга Г.³, Гордеенко О.В.⁴, Лхагвасурэн Л.⁴, Анищенко А.А.¹

¹УОБелорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь

²ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет»,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

³Монгольская академия аграрных наук, Монголия

⁴УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

⁵Монгольский государственный аграрный университет, Улан-Батор, Монголия

Внесение рабочих растворов пестицидов в полевых условиях неизбежно сопровождается потерями, полностью исключить которые на данном этапе не представляется возможным. На качество внесения и величину потерь пестицидов оказывают влияние: физико-механические свойства рабочей жидкости, техническое состояние и технологический уровень применяемой техники, метеорологические условия во время проведения опрыскивания, состояние и уровень профессионализма механизатора. В данной статье обоснованы направления, позволяющие снизить потери пестицидов при внесении штанговыми опрыскивателями и повысить качество химической защиты растений, а также более эффективно использовать элементы «точного земледелия».

Ключевые слова: опрыскивание, пестициды, потери, качество, опрыскиватель, капля пестицида.

**DIRECTIONS FOR REDUCING LOSSES OF PESTICIDE WORKING
SOLUTIONS DURING BOOM APPLICATION BY FIELD SPRAYERS**

**Kruk I.S.¹, Zaitsev A.M.², Gantulga G.³, Gordeenko O.V.⁴, Lhagvasuren L.⁴,
Anishchenko A.A.¹**

¹Belorussian State Agrarian Technical University? Minsk, Republic of Belarus

²Irkutsk State Agrarian University, Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

³Mongolian Academy of Agrarian Sciences, Mongolia

⁴Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus

⁵Mongolian State Agrarian University, Ulaanbaatar, Mongolia

Application of pesticide working solutions in field conditions is inevitably accompanied by losses, which cannot be completely excluded at this stage. The quality of application and the amount of pesticide losses are influenced by: physical and mechanical properties of the working fluid, technical condition and technological level of the applied equipment, meteorological conditions during spraying, condition and level of professionalism of the mechanizer. This article substantiates the directions that allow to reduce pesticide losses during application by boom sprayers and improve the quality of chemical plant protection, as well as more effectively use the elements of "precision farming".

Key words: spraying, pesticides, losses, quality, sprayer, pesticide drop.

Рациональное и экологически безопасное применение средств защиты

растений состоит в соблюдении научно обоснованных регламентов выполнения работ, содержащих комплекс технологических, технико-экономических, качественных и других требований. Это в первую очередь обеспечивается качеством распределения средств химизации и полным исключением потерь, что позволяет получить экономический эффект не только от количества полученного высокого урожая, но и от сэкономленных дорогостоящих препаратов. Качество защиты растений определяется сроками проведения технологических операций, нормой расхода рабочей жидкости, ее распределением по обрабатываемым поверхностям, степенью и густотой их покрытия, размером капель и степенью дисперсности факела распыла, состоянием окружающей среды во время и после проведения технологической операции.

В процессе работы штангового опрыскивателя могут возникать потери пестицидов, связанные с неравномерностью распределения рабочей жидкости вдоль линии движения и по ширине штанги, со сносом препаратов ветром, испарением мелких капель, со скатыванием с обрабатываемой поверхности крупных капель, с наличием необработанных участков поля и перекрытий соседних проходов [1]. Равномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата обеспечивается уровнем автоматизации рабочих систем опрыскивателя (обеспечение заданной нормы внесения при изменении рабочей скорости движения, своевременное отключение подачи рабочей жидкости в штангу (секции) при выезде опрыскивателя на разворотную полосу или на ранее обработанные участки, соблюдение требуемой концентрации действующего вещества в процессе внесения, наличие средств навигации), правильным подбором, установкой распылителей, качественной их работой, соблюдением постоянства технологических параметров в процессе работы агрегата.

Для штанговых опрыскивателей неравномерность распределения рабочей жидкости определяется вдоль штанги опрыскивателя (поперечная) и по ходу движения опрыскивателя (продольная). Неравномерность продольного распределения зависит от постоянства оборотов двигателя и постоянства скорости движения опрыскивателя по полю, наличия и конструкции системы стабилизации штанги в горизонтальной плоскости. При этом важное значение имеет выровненность поверхности поля. Поперечная неравномерность определяется параметрами установки штанги (высота, угол наклона) относительно обрабатываемой поверхности и соблюдения их постоянства в процессе работы. Следует отметить, что при изменении высоты штанги относительно оптимального значения всего на 10 см, расход рабочей жидкости в зоне перекрытия увеличивается на 40 %, а в остальной зоне снижается на 30 % [1].

При движении по полю, колеса опрыскивателя копируют микронеровности его поверхности, в результате чего возникают возмущения, передаваемые всем узлам и деталям, вызывая колебания штанги. В результате чего неравномерность распределения рабочего раствора по ширине захвата агрегата достигать 30...135% [2–4]. Исполнение несущей конструкции штанги и

способ ее крепления к раме опрыскивателя определяют надежность и технологические режимы работы агрегата, а также качество выполняемого процесса. Жесткий тип крепления штанги не позволяет производить качественную обработку на высоких, даже агротехнически допустимых, рабочих скоростях движения или требует уменьшения ширины захвата агрегата, что влечет снижение его производительности, а при превышении допустимого скоростного режима может привести к поломке несущей конструкции штанги. Поэтому в современных опрыскивателях применяют различные варианты независимой подвески штанг и системы гашения их колебаний (рис. 1).

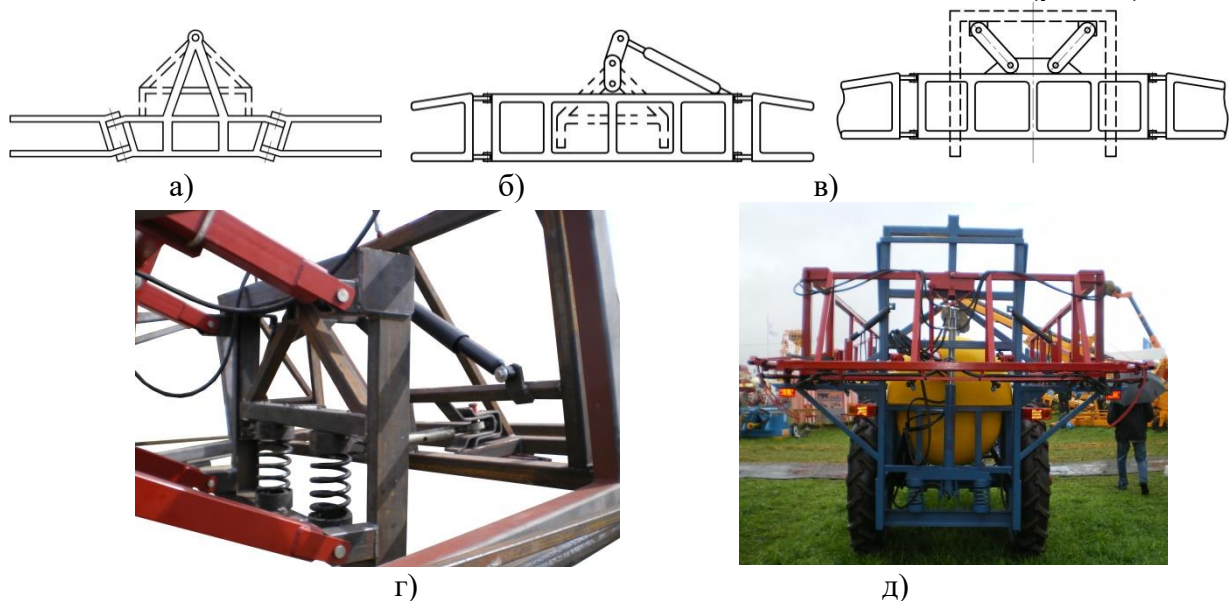


Рис. 1. – Схемы независимых навесок (а–в) и системы стабилизации (г–д) штанг сельскохозяйственных опрыскивателей [7]

Важным показателем обработки является степень покрытия обрабатываемого объекта отдельными каплями распыла. Она определяется процессами соударения капель с поверхностью листьев растений, их скатывания, смывания и испарения. Закономерности протекания данных процессов обусловлены размерами капель в факеле распыла и степенью его монодисперсности. Необходимо отметить, что для каждого конкретного случая обработки существует свой оптимальный размер капель, зависящий от многих факторов: вида растения, его состояния, применяемого препарата, интенсивности сноса частиц ветром, рассеивания их в приземном слое атмосферы, испаряемости рабочей жидкости, смачиваемости листовой поверхности, размеров обрабатываемого участка. На процесс внесения капель существенное влияние оказывает состояние окружающей среды: температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра, восходящие потоки воздуха. При этом могут возникать существенные потери вследствие испарения мелких капель или их сноса за пределы обрабатываемого участка.

Поэтому все работы с пестицидами должны проводиться в ранние утренние часы и вечером при температуре воздуха не выше $+27\text{ }^{\circ}\text{C}$, отсутствии восходящих потоков воздуха и скорости ветра, не превышающей 4 м/с .

Важно отметить, что при движении по полю тракторного агрегата в

безветренную погоду со скоростью 10 км/ч за ним создается турбулентный след возмущенных воздушных масс, движущихся в поперечном направлении со скоростью до 0,4 м/с [1,2,3]. При скорости ветра 2 м/с, высоте установки штанги 0,5 м, относительной влажности воздуха 65 % и температуре воздуха +20 °С до 30...40 % капель испаряются в воздухе и не достигают объекта обработки [8].

Снос капель рабочего раствора из зоны обработки зависит от способов и средств внесения пестицидов. При работе опрыскивателей величина сноса определяется не только размером капель, но и скоростью и направлением ветра, высотой установки распылителей над обрабатываемым объектом. Действие ветра сопровождается на протяжении всего полета капли – от ее вылета из сопла распылителя до момента оседания на поверхность обрабатываемого объект, поэтому необходимо оградить факел распыла от прямого воздействия ветра. Для этого используются различные конструкции ветрозащитных устройств [2]. К ветрозащитным устройствам пассивного действия (рис. 2,а) относятся различные конструкции козырьков или щитков [3,4], которые полностью или частично на стадии формирования факела исключают воздействие на него ветра.

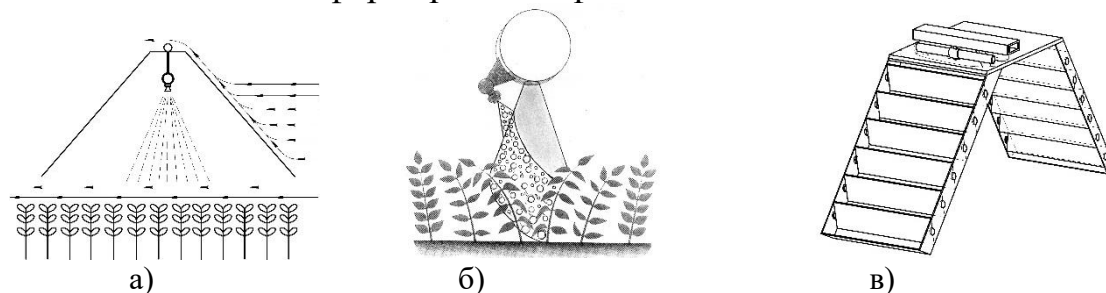


Рис. 2. – Конструкции ветрозащитных устройств:

а – пассивного действия; б – активного действия; в – комбинированного действия

Недостатком конструкций данных конструкций является повышенные аэродинамическая и весовая нагрузка на штангу, что приводит к ее колебаниям в вертикальной и горизонтальной (поперечной) плоскостях.

Ветрозащитные устройства активного действия (рис. 2,б) основаны на использовании воздушного потока для транспортировки капель. Образующийся при распыливании воздушно-капельный поток, обладает высокой кинетической энергией и позволяет проводить обработки при скорости ветра до 8 м/с [2].

В результате проведенных полевых экспериментов было установлено, что использование данных опрыскивателей в сухую погоду, направленный воздушный поток подхватывает с поверхности почвы пыль, создавая пылевую завесу [1]. При взаимодействии с ней, капли жидкости превращаются в комочки грязи, которые оседают на поверхность листьев, также покрытых слоем пыли. В результате чего существенно снижается эффективность проводимой технологической операции.

Конструкции ветрозащитных устройств комбинированного действия (рис. 2,в) подобраны так, что обеспечивают перенаправление потока ветра, который не только транспортирует капли к обрабатываемому объекту, но и, взаимодействуя с основным воздушным потоком, защищает факел распыла от его прямого воздействия. Условиями правильной работы таких ветрозащитных

устройств являются рациональное использование энергии ветра, наименьшее аэродинамическое сопротивление движению агрегата и недопущение оседания капель рабочего раствора на их рабочие элементы. Рациональное соотношение конструктивных параметров позволяет перенаправить потоки воздуха в направлении обрабатываемого объекта и снизить снос на 50–70 %. Использование данных ветрозащитных устройств в конструкциях широкозахватных штанговых опрыскивателей приводит к увеличению массы штанги, а следовательно изменению ее несущей конструкции, схемы ее подвески и системы стабилизации. Поэтому они нашли применение в комбинированных агрегатах, предназначенных для ленточного внесения гербицидов при уходе за посадками пропашных культур.

Сегодня современный опрыскиватель невозможно представить без систем автоматизированного управления и контроля выполнения технологического процесса (рис. 3), которые позволяют исключить влияние человека на закономерности выполняемого технологического процесса и облегчить его работу.

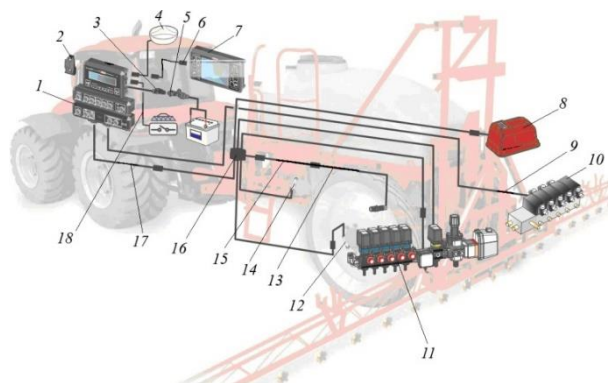


Рис. 3. Схема системы автоматизированного управления и контроля выполнения технологического процесса внесения средств защиты растений: 1 – блок автоматизированного управления (компьютер); 2 – кронштейн крепления блока управления; 3 – кабель питания; 4 – антенна GPS/DGPS; 5 – розетка питания от аккумулятора; 6 – кабель соединительный; 7 – навигатор-курсоуказатель; 8 – пенный маркер; 9 – кабель управления гидрораспределителем штанги; 10 – гидрораспределитель штанги; 11 – исполнительные устройства (клапана управления процессом); 12 – датчик давления; 13 – датчик скорости; 14 – датчик оборотов насоса (ВОМ); 15 – удлинитель кабеля датчика скорости; 16 – кабель управления; 17 – удлинитель кабеля управления; 18 – педаль

Важным элементом данной системы является система микропроцессорного автоматизированного регулирования положения штанги [7]. Она основана на использовании ультразвуковых датчиков и позволяет обеспечивать постоянство высоты установки штанги и параллельность ее расположения относительно обрабатываемой поверхности в процессе движения опрыскивателя. В качестве управляющих механизмов могут использоваться системы как электрического (рис. 4,б), так и гидравлического принципов действия (рис. 4,а).



а) б)
Рис. 4. Система автоматизированного управления штангой

Важным условием обеспечения качества выполнения технологических операций внесения средств защиты растений является техническое состояние опрыскивателей. Штанговые опрыскиватели должны подвергаться диагностике, профессиональным настройкам и регулировкам с использованием необходимой материально-технической базы [9, 10, 11]. Для решения данных задач целесообразно на базе предприятий сельскохозяйственного машиностроения создать специализированные центры для диагностики и оценки технического состояния опрыскивателей, проведения необходимого их технического обслуживания и ремонта с выдачей документа, дающего право на использование машины для выполнения технологических операций внесения средств химизации в растениеводстве.

На основе результатов многолетних исследований разработана методика оценки технического состояния полевых штанговых опрыскивателей и технологических требований к ним [10], содержащая последовательность проведения операций диагностики штанговых опрыскивателей и перечень используемого оборудования. Процесс оценки технического состояния опрыскивателей можно условно разделить на две стадии: оценка состояния узлов без заправки и с заправкой основной емкости рабочей жидкостью (водой). Первая стадия может проводиться на ровной площадке, как правило, под открытым небом, вторая – на ровной площадке под открытым небом при идеальных погодных условиях или в закрытом помещении для исключения влияния на результаты оценки факторов окружающей среды. Завершающими стадиями являются обработка результатов проверки технического состояния полевых штанговых опрыскивателей и составление протокола оценки технического состояния.

Работа выполняется в соответствии с грантом Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований Т24МН-005.

Список литературы

1. Lechler. Теория и практика опрыскивания 2010. – Lechler, 2010. – 19 с.
2. Крук, И. С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей: монография / И. С. Крук, Т. П. Кот, О. В. Гордеенко. – Минск : БГАТУ, 2015. – 284 с.
3. Ключков, А. В. Снижение потерь пестицидов при опрыскивании: монография / А. В. Ключков, П. М. Новицкий, А. Е. Маркевич. – Горки: БГСХА, 2017. – 230 с.
4. Защита растений в устойчивых системах землепользования (в 4-х книгах) / Под общей ред. Д. Шпаара. – Торжок : ООО «Вариант», 2004. – кн. 4. – 345 с.
5. Droplet size and velocity characteristics of agricultural sprays / D. Nyuttens [and oth.] // American Society of Agricultural Engineers. – 52 (5). – p. 1471–1480.
6. Никитин, Н.В., Спиридонов, Ю.Я., Шестаков, В.Г. Научно-практические аспекты технологии применения современных гербицидов в растениеводстве. / Под общей редакцией

Ю.Я. Спиридонова и В.Г. Шестакова. – М.: Печатный Город, 2010. – 200 стр.

7. Крук, И. С. Научно-технические основы проектирования рабочих органов штанговых опрыскивателей / И. С. Крук. – Минск : БГАТУ, 2018. – 272 с.

8. Ревякин Е.Л., Краховецкий Н.Н. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях: науч. анализ. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 124 с.

9. Механизация, экологизация и экономика сферы химизации земледелия Беларуси: проблемы и пути решения / Л.Я. Степук, В.Р. Петровец // Вестник БГСХА, 2020. – № 2. – С.198 – 204.

10. Методика оценки технического состояния полевых штанговых опрыскивателей и технологические требования к ним / С. К. Карпович, Л. А. Маринич, И. С. Крук [и др.] ; под общ. ред. И. С. Крука. – Минск : БГАТУ, 2016. – 140 с.

11. Пунцулис, П., Закис И. Аспекты оценки экологического риска при эксплуатации полевых опрыскивателей / П. Пунцулис, И. Закис. // Environment. Technology. Resources. – 2003. – с. 225–231.