

СНОС КАПЕЛЬ ПРИ ЛЕНТОЧНОМ ВНЕСЕНИИ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ ПЕСТИЦИДОВ

В. А. МЕЛЬНИКОВ¹, магистрант

А. А. АНИЩЕНКО², аспирант

О. В. ГОРДЕЕНКО¹, канд. техн. наук, доцент

И. С. КРУК², канд. техн. наук, доцент

Ф. И. НАЗАРОВ², канд. техн. наук, доцент

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Защита растений в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур основывается на профилактических и истребительных мерах. Первые направлены на недопущение их появления, вторые – на уничтожение уже появившихся вредителей, возбудителей болезней и сорной растительности. Технология возделывания культур при широкорядном посеве предполагает междурядные обработки. Как правило, эффективность механической борьбы с сорняками с помощью культиваторов составляет 70–75 % [1], а в защитной зоне ряда культуры сорняки продолжают расти и составлять острую конкуренцию культурным растениям. С помощью ленточного внесения гербицидов можно уничтожить эти сорняки и доказать эффективность от сочетания двух мероприятий.

Основная часть. Для ленточного внесения пестицидов нужно специальное оборудование, которое устанавливают на сеялки (рис. 1, *а*), культиваторы (рис. 1, *б*), или соответствующая техника (рис. 1, *в*), что требует дополнительных капиталовложений.



Рис. 1. Оборудование для внесения рабочих растворов ленточным способом:
а – на сеялке; *б* – на культиваторе; *в* – опрыскиватель со специальной штангой

Из анализа современных технологий ухода за посевами сельскохозяйственных культур при широкорядном посеве можно говорить о необходимости проведения трех-четырех междурядных обработках, в зависимости от периода вегетации, погодных условий, наличия сорняков. Использование комбинированных агрегатов, совмещающих междурядную обработку с ленточным внесением рабочих растворов, ведет к значительному повышению производительности, снижению затрат труда, топливно-смазочных материалов и растворов рабочих жидкостей пестицидов по сравнению с однооперационными машинами [1].

Однако, с установкой на культиватор или сеялку дополнительного оборудования для ленточного внесения пестицидов, появляется возможная проблема сноса капель. Снос пестицидов определяется как физическое перемещение капель рабочего раствора воздухом во время опрыскивания от объекта обработки в сторону [2, 3]. При работе оборудования для ленточного внесения пестицидов имеется возможность регулировки высоты установки распылителя над обрабатываемой полосой. Как правило, максимальная высота не превышает 50 см. В факеле распыленной жидкости всегда присутствуют от 7,5 до 15,0 % капель диаметром менее 80 мкм. Капли данного класса легко сносятся из зоны обработки даже при скорости ветра менее 1 м/с [2–9].

В УО БГСХА выполнены лабораторные опыты по изучению влияния направленного воздушного потока на распределение жидкости по обрабатываемой зоне (для ленточного внесения пестицидов полосой 20 см) и количественной оценке сноса капель за пределы зоны обработки. Направленный воздушный поток создавался центробежным вентилятором с приводом от электродвигателя мощностью 1,5 кВт. Скорость воздушного потока регулировалась дроссельным устройством, состоящим из заслонки и регулятора с ручным приводом. Данное устройство позволяет точно и плавно регулировать скорость выходящего воздушного потока от 0,5 до 10 м/с. Скорость воздуха измерялась чашечным анемометром АРИ-49 ГОСТ 7193-54. Для количественной оценки параметров сноса жидкости лабораторная установка оборудована дополнительной приемной поверхностью, которая установлена на одном уровне с приемной поверхностью обрабатываемой полосы. Дополнительная приемная поверхность набрана из желобков длиной 1,2 м. Желобки в поперечном сечении представляют собой равносторонние треугольники со стороной 50 мм, изготовленные из оцинкованной стали. Ширину приемной поверхности изменяли до 3,5 м путем установки дополнительных желобков.

В опытах границы оседания капель различного класса дисперсности определялись с помощью индикаторных карточек фирмы Novartis, разложенных вдоль почвенного канала с интервалом в 1 м и на выступах приемной поверхности. Класс дисперсности определялся сравнением следов капель на индикаторных карточках с шаблонами. Объем жидкости, образовавшейся из капель данного класса дисперсности, определялся по показаниям мерных цилиндров, установленных вдоль желобчатой поверхности. Объем жидкости, унесенный воздушным потоком за зону контроля, определялся как разность между объемом жидкости, пролитой через распылитель и суммарным объемом, зарегистрированным в мерных цилиндрах обрабатываемой полосы и дополнительной приемной поверхности.

Оценка влияния направленного воздушного потока на распределение жидкости по обрабатываемой поверхности выполнена путем сравнения показаний мерных цилиндров в неподвижной и подвижной окружающей среде.

Дальность сноса капель из зоны обработки определена измерениями расстояния от центра установки распылителя до границ оседания капель, рассматриваемого класса дисперсности.

Опыты проведены с распылителями TP40015E «Teejet», 30HCX3 «Lurmark», как наиболее полно удовлетворяющими требованиям ленточной обработки. Продолжительность опытов определялась достаточностью объема жидкости, собранной в мерные цилиндры с исследуемой зоны приемной поверхности.

Количественная оценка распределения жидкости за пределами зоны обработки представлена на рис. 2.

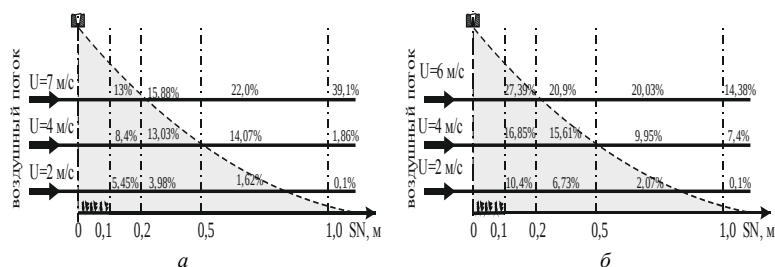


Рис. 2. Снос жидкости воздушным потоком:

а – распылитель TP40015E «Teejet», высота установки $H=0,4$ м; давление $P=0,3$ Мпа;
 б – распылитель 30HCX3 «Lurmark», высота установки $H=0,3$ м; давление $P=0,3$ Мпа.

Анализ данных, представленных на рис. 2, показывает, что при воздействии направленного воздушного потока происходит перераспределение жидкости по объекту обработки. В опытах отмечено, что при номинальных условиях опрыскивания и скорости направленного воздушного потока 2 м/с, свыше 10 % и 19 % жидкости, распыленной соответственно распылителями ТР4005Е и 30НСХ3, сносятся из зоны обработки на расстояние до 0,5 м и около 0,1 % – на расстояние более 1 м. Свыше 5 % жидкости, прошедшей через щелевой распылитель ТР4005Е, оседает за пределами обрабатываемой полосы, т. е. в междурядьях. Около 4 % распыленной жидкости оседает на расстоянии 0,2...0,5 м и около 2 % распыленной жидкости сносится на расстояние более 0,5 м.

Дальнейшее увеличение скорости воздушного потока приводит к резкому увеличению объема жидкости, сносимой за пределы зоны, контролируемой по объему. Например, при скорости воздушного потока $U = 7$ м/с, из зоны обработки сносится до 76 % капель жидкости, генерируемых распылителем ТР40015Е. При этом снос за пределы контролируемой зоны (далее 1 метра от оси распылителя) возрастает с 0,2 % (при $U = 2$ м/с) до 13,1 % (при $U = 7$ м/с).

Объем жидкости, прошедший через распылитель 30НСХ3 и снесенный воздушным потоком ($U = 2$ м/с) на расстояние 0,1...0,2 и 0,2...0,5 м от центра установки распылителя, соответственно составляет 5,45 % и 4,95 %. Снос жидкости на расстояние более 0,5 м, составляет около 0,1 %. С увеличением скорости воздушного потока до 2...6 м/с снос капель жидкости возрастает до 80...83 %. При этом около 18 % жидкости сносится на расстояние более 1 метра. Это примерно в 2 раза меньше объема жидкости, снесенного воздушным потоком с аналогичными параметрами, воздействующим на факел распылителя ТР40015Е.

Данное явление объясняется двумя причинами:

- различием высоты установки распылителей над обрабатываемой поверхностью;

- различием в форме факела распыла; плоский факел распылителя ТР4005Е менее устойчив к воздействию воздушного потока, чем конусообразный факел распылителя 30НСХ3.

Общей закономерностью сноса капель направленным воздушным потоком из зоны обработки является непрерывная последовательность распределения следов капель на индикаторных карточках. При любой скорости потока воздуха дальше сносятся мелкие капли, ближе к рас-

пылителю оседают крупные капли. Это легко понять и объяснить. Снос капель из факела распылы является функцией баланса двух видов энергии. Первый, энергия капли, представляет собой произведение диаметра капли и скорости. Чем больше энергии в каплях, тем труднее их сместить, и именно поэтому более крупные и тяжелые капли меньше подвергаются сносу и быстрее оседают на целевом объекте. Вторая – энергия смещения, возникает из-за относительного движения воздуха. Больше скорость ветра означает больше мощности для сноса капель.

При боковом ветре смещение факела за пределы обрабатываемой полосы в междурядье оказывает существенное влияние на эффективность проводимых мероприятий.

Один из путей снижающий снос при работе оборудования для точного внесения пестицидов – использование ветрозащитных устройств (рис. 3).



Рис. 3. Устройства, снижающие снос рабочих растворов при опрыскивании ленточным способом

Заключение. Переменные, влияющие на снос распыления, представляют собой комбинацию факторов: погодные условия, физические свойства рабочего раствора, тип распылителя и его рабочие параметры. Практически во всех ситуациях, самый важный фактор, влияющий на снос – размер капли. Мелкие капли (<150 мкм), как правило, обеспечивают более равномерное покрытие, однако имеют тенденцию сноситься, поскольку они падают медленно, испаряются и уносятся легче даже при слабом ветре. Поэтому необходимо оградить факел распыла от прямого воздействия ветра применением ветрозащитных устройств. Работа выполнена в рамках международного проекта T24MH-005 при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеенко, О. В. Повышение эффективности ухода за посевами овощных культур на гребнях совершенствованием оборудования для ленточного внесения гербицидов: дис. ... канд. техн. наук / О. В. Гордеенко; БГСХА. – Горки, 2004. – 218 с.
2. Ключков, А. В. Снижение потерь пестицидов при опрыскивании / А. В. Ключков, П. М. Новицкий, А. Е. Маркевич. – Горки: БГСХА, 2017. – 230 с.
3. Крук, И. С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей / И. С. Крук, Т. П. Кот, О. В. Гордеенко. – Минск: БГАТУ, 2015. – 284 с.
4. Spray drift and pest control from aerial applications on soybeans [Электронный ресурс] // <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v37n3p493-501/2017>. – Дата обращения: 10.09.2024.
5. Evaluation of Drift-Reducing Nozzles for Pesticide Application in Hazelnut (*Corylus avellana* L.) [Электронный ресурс] // <https://www.mdpi.com/journal/agriengineering>. – Дата обращения: 02.09.2024.
6. Проблема сноса пестицидов, ее причина и решение [Электронный ресурс] // <https://t-i-t.com.ua/problema-znesennya-pestitsidiv-yiyi-prichini-ta-rshennya/>. – Дата обращения: 03.09.2024.
7. Крук, И. С. Стенды и установки для исследований гидравлических распылителей полевых опрыскивателей / И. С. Крук, О. В. Гордеенко, А. А. Анищенко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2023. – С. 121–124.
8. Инновационные методы исследования дисперсных характеристик распылителей машин для химической защиты растений / В. Ф. Федоренко, Э. Г. Аристов, Н. Н. Краховецкий [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 120 с.
9. Маркевич, А. Е. Основы эффективного применения пестицидов: Справочник в вопросах и ответах по механизации и контролю качества применения пестицидов в сельском хозяйстве / А. Е. Маркевич, Ю. Г. Немировец. – Горки: Могилевский гос. учеб. центр подготовки, повышения квалификации, переподготовки кадров, консультирования аграрной реформы, 2004. – 60 с.

Аннотация: Движение капель рабочего раствора пестицидов по воздуху за пределы обрабатываемой площади определяется как снос. Независимо от применяемых в мире методов, способов и агротехнологий, потери пестицидов из-за сноса ветром и стекания их на почву в реальном сельскохозяйственном производстве могут достигать 70–90 %, а пищевые продукты и корма содержать микроостатки ядов в достаточно опасных концентрациях. Снос нежелателен по экономическим причинам, охраны окружающей среды и безопасности. По этой причине применение пестицидов должно производиться очень осторожно, используя современные методы и технические средства.

Ключевые слова: рабочий раствор пестицида, капли, ветер, снос, ветрозащитное устройство.