

**И. С. Крук<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доцент, **Ф. И. Назаров<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доцент,  
**О. В. Гордеенко<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, доцент, **А. А. Анищенко<sup>1</sup>**, **Г. Ф. Назарова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: kruk\_igar@mail.ru, windor1989@gmail.com

<sup>2</sup> УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ В КОНСТРУКЦИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

*Аннотация.* Внесение пестицидов, минеральных удобрений и мелиорантов в ветреную погоду неизменно сопровождается их сносом. В результате возникает неравномерность распределения средств по обрабатываемой поверхности и увеличение нагрузки на экологию. При этом величину неравномерности во многом определяют направление и скорость ветра. Для снижения потерь из-за сноса при обработках в ветреную погоду в конструкциях сельскохозяйственных машин применяются различные устройства для снижения или исключения прямого воздействия ветра на гранулы или капли средств химизации. В статье приведен обзорный материал по конструкциям данных ветрозащитных устройств и обоснованы области их использования. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании и эксплуатации машин для внесения средств химизации в растениеводстве.

*Ключевые слова:* опрыскивание, снос, ветрозащитные устройства, пестициды.

**I. S. Kruk<sup>1</sup>**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof., **F. I. Nazarov<sup>1</sup>**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof.,  
**O. V. Gardeenka<sup>2</sup>**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof., **A. A. Anishchanka<sup>1</sup>**, **G. F. Nazarava<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> EI “Belarusian State Agrarian Technical University”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: kruk\_igar@mail.ru, windor1989@gmail.com

<sup>2</sup> EI “Belarusian State Agricultural Academy”  
Gorki, Republic of Belarus

## **USE OF WIND PROTECTION DEVICES IN DESIGNS OF AGRICULTURAL MACHINES FOR APPLICATION OF CHEMICALIZATION AGENTS IN CROP PRODUCTION**

*Abstract.* Application of pesticides, mineral fertilizers and ameliorants in windy weather is invariably accompanied by their drift. As a result, there is an uneven distribution of means on the treated surface and an increase in the load on the ecology. At the same time, the wind direction and speed largely determine the amount of unevenness. In order to reduce losses due to drift during treatments in windy weather, various devices are used in the designs of agricultural machinery to reduce or eliminate the direct impact of wind on granules or drops of chemicalization agents. In the article the review material on constructions of these wind protection devices is given and areas of their use are justified. The obtained results can be used in designing and operation of machines for application of chemicalization agents in crop production.

*Keywords:* spraying, drift, windshield devices, pesticides.

### **Введение**

Погодные условия (температура и влажность воздуха, время до выпадения осадков, ветер) оказывают существенное влияние на распределение средств химизации (минеральных удобрений, мелиорантов, средств защиты растений и других) по поверхности поля или обрабатываемому объекту. Ветер может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на выполнение технологических операций в сельском хозяйстве. К положительным характеристикам можно отнести обеспечение проникновения капель рабочих растворов пестицидов в рас-

тительные покровы (объемная обработка) вследствие шевеления листьев и транспортировки капель, а также транспортировку капель при дистанционном внесении пестицидов в садоводстве и растениеводстве. Вследствие неконтролируемых и непрогнозируемых изменений скорости и направления ветра приводит к негативным явлениям в растениеводстве, таким как неравномерность распределения химикатов по поверхности, их снос на большие расстояния, вынос препаратов и их осаждение на участках под культурами, не нуждающимися в проводимых обработках [1]. Это влечет снижение качества выполняемых технологических операций, увеличение экономических затрат, повышенную нагрузку на экологию, повреждение сельскохозяйственных культур. Поэтому защита факелов распыла пестицидов, минеральных удобрений и мелиорантов рабочих жидкостей от прямого воздействия ветра является актуальной задачей, а ее решение – важной для сельскохозяйственной отрасли республики.

Вопросы равномерности внесения рабочих растворов пестицидов в различных метеорологических условиях рассматривались в работах отечественных и зарубежных ученых и практиков: Боума Эрно, В. П. Дмитрачкова, А. В. Клочкова, Т. П. Кот (Литвиновой), З. В. Ловкиса, А. Е. Маркевича, И. С. Нагорского, Н. В. Никитина, Ю. Ю. Ротенберга, Ю. Я. Спиридонова, Л. Я. Степука, В. Г. Шестакова, Д. Шпаара и других.

Вопросы равномерности распределения твердых минеральных удобрений и пылевидных мелиорантов рассматривались в работах П. П. Бегуна, В. В. Голдыбана, С. И. Назарова, Ф. Д. Сапожникова, Л. Я. Степука, Д. Шпаара и других.

*Цель работы* – выполнить анализ использования ветрозащитных устройств в конструкциях сельскохозяйственных машин, применяемых для внесения минеральных удобрений, мелиорантов и рабочих растворов пестицидов.

### Основная часть

Одним из способов эффективного использования энергии ветра при внесении средств защиты растений является дистанционное опрыскивание. При его применении распыленная жидкость наносится на обрабатываемый объект направленным воздушным потоком. Во время обработок опрыскиватель движется перпендикулярно или под углом  $45^\circ$  к направлению ветра. Рабочим органом опрыскивателя является сопло, которое нагнетает воздух от вентилятора. Достоинство дистанционного опрыскивания состоит в простоте конструкции машины и ее обслуживания, высокой маневренности и большой ширине захвата, следовательно, в высокой производительности. Однако этому способу присущи недостатки, делающие его применение крайне нежелательным: существенный снос распыленной жидкости ветром и значительная неравномерность распределения препарата по ширине захвата. К тому же ширина захвата дистанционных опрыскивателей зависит от скорости и направления ветра и поэтому не является постоянной величиной [1], в связи с чем при возделывании полевых сельскохозяйственных культур предпочтение отдается наземному штанговому опрыскиванию.

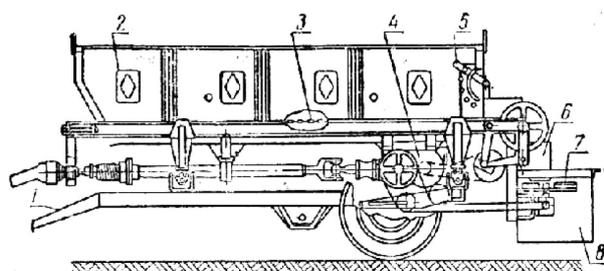
Пылевидные минеральные удобрения наиболее подвержены сносу ветром. При использовании для их транспортировки и внесения разбрасывателей РУП-8, РУП-10, РУП-14, АРУП-8 возникает большое облако пыли, и неравномерность распределения может достигать 52 %. Ее величина в большей степени определяется направлением и скоростью ветра. Значительное количество удобрений при этом уносится за пределы обрабатываемой площади. Поэтому важным условием является использование ветрозащитных устройств или экранов (рис. 1, а).

Ветрозащитное устройство разбрасывателя твердых удобрений (рис. 1, б) состоит из двух крыльев, представляющих собой трубчатые каркасы, обтянутые плотным прорезиненным материалом, и защищает гранулы от воздействия ветром при вылете из дисков, что улучшает равномерность разбрасывания удобрений в ветреную погоду [2].

На величину потерь при опрыскивании штанговыми опрыскивателями по причине сноса существенное влияние оказывают расстояние до обрабатываемой поверхности, скорость и направление ветра [3], поэтому необходимо оградить факел распыла от прямого воздействия ветра. Для этого используются различные конструкции ветрозащитных устройств, которые по принципу действия их можно разделить на три группы: 1) пассивные, 2) активные, 3) комбинированные [3].



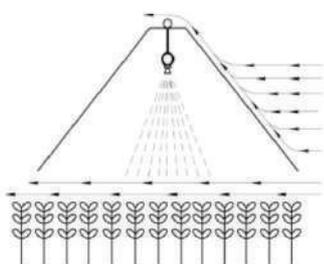
*a*



*б*

Рис. 1. Ветрозащитные устройства в конструкциях машин для внесения мелиорантов (*a*) и твердых минеральных удобрений (*б*): 1 – шасси; 2 – кузов; 3 – транспортер; 4 – редуктор; 5 – дозирующее устройство; 6 – тукоделитель; 7 – диски; 8 – ветрозащитное устройство

К ветрозащитным устройствам пассивного действия (рис. 2) относятся различные конструкции козырьков или щитков [3, 4], которые полностью или частично на стадии формирования факела исключают воздействие на него ветра.



*a*



*б*



*в*

Рис. 2. Ветрозащитные устройства пассивного действия

Недостатком конструкций данных ветрозащитных устройств является невозможность полной защиты факела распыла от ветра вследствие наличия зазора между нижними краями козырька и обрабатываемой поверхностью. Это вызвано недопущением повреждения последней вследствие возникновения колебаний несущих конструкций, на которых закреплены ветрозащитные устройства (например, штанга опрыскивателя). При этом в пространство между нижними краями козырька и поверхностью проникает направленный воздушный поток, обладающий большой скоростью. Это приводит к повышенному боковому воздействию на оседающие капли, изменению траекторий их движения, следовательно, к небольшому сносу рабочего раствора и повышению неравномерности распределения пестицидов по обрабатываемому объекту. Кроме того, увеличение рабочих поверхностей козырьков, с одной стороны, позволяет снизить степень воздействия ветра на капли пестицида. А с другой – большая площадь щитков, воспринимающих своей поверхностью давление встречного воздушного потока, приводит к увеличению аэродинамической нагрузки, влекущему за собой возрастание сопротивления движению агрегата, следовательно, увеличение энергозатрат на выполнение технологического процесса, повышенное воздействие на несущую конструкцию штанги, возникновение ее колебаний, что может привести к повреждению растений и неравномерности распределения рабочего раствора в продольном направлении.

Ветрозащитные устройства активного действия (рис. 3) основаны на использовании дополнительных устройств, создающих воздушный поток, который осаждает капли на объект обработки. Образующийся при распыливании воздушно-капельный поток, обладая высокой кинетической энергией, в наименьшей степени подвержен сносу, что позволяет производить опрыскивание при скорости ветра до 8 м/с [3].

Имеется два конструктивных исполнения опрыскивателей с распределяющими устройствами воздушного потока: при первом капли рабочего раствора вносятся в направленную воздуш-

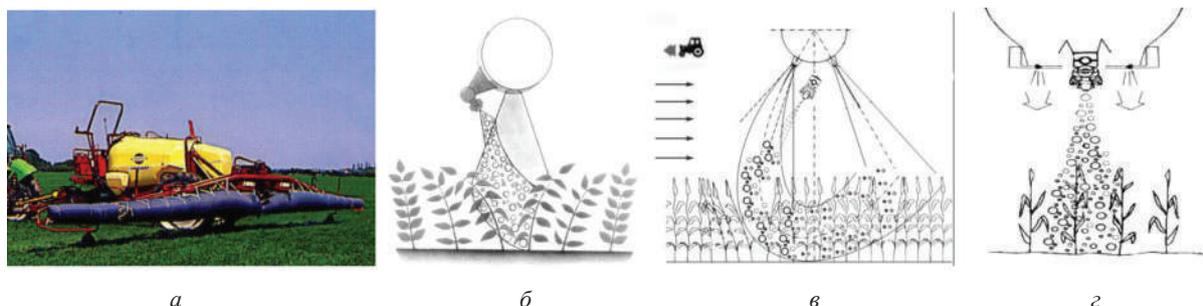


Рис. 3. Устройство опрыскивателя с принудительным осаждением капель: *а* – общий вид, *б, в* – схема принудительного осаждения капель воздушной струей, *г* – воздухоструйные защитные экраны

ную струю (рис. 3, *б, в*), при втором – воздушные струи находятся симметрично относительно факела распыла и не воздействуют на капли (рис 3, *г*) [5].

В результате проведенных полевых экспериментов было установлено, что при использовании в сухую погоду опрыскивателей объемного действия направленный воздушный поток подхватывает с поверхности почвы пыль, создавая пылевую завесу, с которой смешиваются капли рабочего раствора [4]. При этом создаются комочки грязи, которые оседают на растения или почву. Кроме того, поднимающаяся пыль покрывает тонким слоем обрабатываемые поверхности растений, что снижает эффективность препаратов. Отраженный от поверхности поля воздушный поток выносит вверх не осевшие на обрабатываемых поверхностях растений мелкие капли, которые затем витают в воздухе и сносятся. Для снижения потерь от выноса мелких капель используется дополнительный направленный поток, который перенаправляет отраженный поток в направлении растений (рис. 2, *в*) [4], что позволяет сократить вынос препарата и повысить качество внесения средств химизации.

Конструкции ветрозащитных устройств комбинированного действия (рис. 4) основаны на положительных сторонах предыдущих групп. Они позволяют использовать энергию ветра для защиты факела распыла. Конструкции рабочих органов ветрозащитных устройств 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 (в любой момент времени траектория движения капли в факеле распыла не должна пересекать оси рабочих элементов).

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.

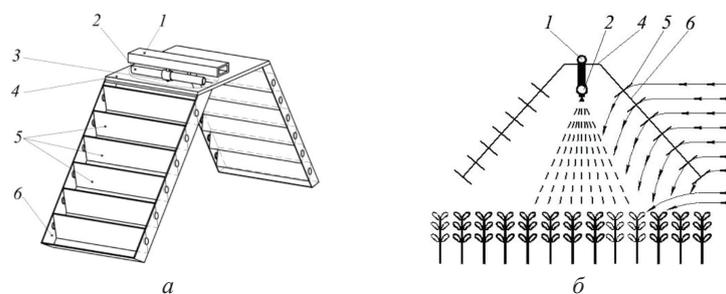


Рис. 4. Ветрозащитное устройство комбинированного действия [6]: *а* – схема; *б* – рабочий процесс; *1* – несущая конструкция; *2* – распределительная штанга; *3* – распылитель; *4* – кронштейн; *5* – прямоугольные пластины (жалюзи); *6* – рамка

## Заклучение

Внесение средств химизации в растениеводстве в ветреную погоду приводит к существенному возрастанию неравномерности их распределения по обрабатываемой поверхности, вызванной воздействием ветра на капли или гранулы в процессе их падения. Для снижения степени влияния ветра на качество выполняемого технологического процесса в конструкциях сельскохозяйственных машин используются ветрозащитные устройства различных типов.

В данной статье приведен обзор применяемых конструкций ветрозащитных устройств и обоснованы направления эффективного их использования в конструкциях машин для внесения минеральных удобрений, мелиорантов и средств защиты растений.

## Список использованных источников

1. Боума Эрно. Погода и защита растений. – Пер. с голландск. – Нидерланды – Дронтен: Roodbont, 2012. – 176 с.
2. Строй-техника.ру. Строительные машины и оборудование, справочник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stroy-technics.ru/article/razbrasyvateli-mineralnykh-udobrenii>. – Дата доступа: 15.06.2023).
3. 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.
4. Клочков, А. В. Снижение потерь пестицидов при опрыскивании: монография / А. В. Клочков, П. М. Новицкий, А. Е. Маркевич. – Горки: БГСХА, 2017. – 230 с.
5. Використання повітряної завіси для протидії зустрічному вітру під час обприскування польових культур / Ю. Г. Вожик [и др.] / Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2020. – Випуск 11 (110). – С. 72–81.
6. Штанга опрыскивателя с ветрозащитными устройствами: полез. модель ВУ 6648 / И. С. Крук, О. В. Гордеенко, Е. В. Послед, А. И. Гайдуковский, Г. Ф. Назарова, А. А. Новиков, П. Э. Гринкевич. – Опубл. 30.10.2010.