

Wacław Romaniuk¹⁾, Igor Kruk²⁾, Oleg Gordeenko³⁾, Tatiana Kot²⁾, Yuri Chigarev⁴⁾, Jan Kamiński⁵⁾

¹⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Oddział Warszawa, Polska

²⁾ Białoruski Państwowy Uniwersytet Rolniczo-Techniczny, Mińsk, Białoruś

³⁾ Białoruska Państwowa Akademia Rolnicza, Gorki, Białoruś

⁴⁾ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin, Polska

⁵⁾ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, Polska

**ZMNIJSZENIE ZAGROŻENIA EKOLOGICZNEGO ŚRODOWISKA
I WYKLUCZENIE LICZNYCH ŚRODKÓW W PRODUKCJI ROŚLINNEJ
W ZASTOSOWANIU PESTYCYDÓW
PRZY STOSOWANIU POLOWYCH OPRYSKIWACZY**

**СНИЖЕНИЕ НАГРУЗКИ НА ЭКОЛОГИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И ИСКЛЮЧЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ СРЕДСТВ
ХИМИЗАЦИИ В ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА
ПРИ ВНЕСЕНИИ ПЕСТИЦИДОВ
ПОЛЕВЫМИ ШТАНГОВЫМИ ОПРЫСКИВАТЕЛЯМИ**

Изложение

Приведен анализ причин увеличения нагрузки на экологию окружающей среды и возникновения накопленных остаточных количеств средств химизации в конечной продукции растениеводства при внесении пестицидов штанговыми опрыскивателями. Выполнен анализ технических решений для обеспечения требуемого качества выполнения технологического процесса химической защиты растений. Приведены разработки в области обеспечения равномерности распределения средств химизации по обрабатываемой поверхности при работе полевых штанговых опрыскивателей.

Ключевые слова: анализ, экологическая угроза, распыление, окружающая среда

ВВЕДЕНИЕ

Благодаря ряду преимуществ химический метод защиты растений на сегодняшний день остается самым распространенным по сравнению с другими. Одним из самых распространенных методов внесения химических средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков (более 95% химзащитных работ) является опрыскивание, при котором пестициды в виде распыленной рабочей жидкости наносятся на обрабатываемый объект. Однако, несмотря на большое разнообразие технических средств, проблема качественного выполнения технологического процесса опрыскивания, обеспечивающего эффективную защиту растений остается достаточно острой. При работе сельскохозяйственных опрыскивателей могут возникать ситуации, приводящие к потере пестицидов: неравномерность распределения рабочей жидкости вдоль линии движения опрыскивателя и по ширине штанги опрыскивателя; снос препаратов ветром; испарение мелких капель; скатывание с обрабатываемой поверхности крупных капель; огрехи и перекрытия соседних проходов. Это может привести к возрастанию нагрузки на экологию окружающей среды и накоплению средств химизации в конечной продукции растениеводства, в том числе кормах для животных. Степень влияния каждого из перечисленных факторов определяется физико-механическими свойствами распыляемого препарата (вязкость, поверхностное натяжение, концентрация и др.), биологическими особенностями объекта обработки, а также аэродинамическим состоянием окружающей среды в момент обработки [1].

Современный уровень развития средств механизации процессов химизации в растениеводстве характеризуется возрастающими требованиями к их конструкции. Данные агрегаты должны обеспечивать качественное внесение пестицидов и минеральных удобрений при минимальных дозах и потерях. Оптимальный выбор и качественная работа распылителей не могут обеспечить эффективное использование средств химизации в связи с непостоянством расстояния между распылителями и обрабатываемой поверхностью в процессе работы, колебаниями штанги в горизонтальной плоскости, непараллельностью ее расположения над обрабатываемой поверхностью и потерями препаратов при обработках в ветреную погоду. Поэтому важным направлением усовершенствования конструкций полевых штанговых машин является разработка и установка механизмов и систем, повышающих качество выполнения технологического

процесса, где особое внимание уделяется креплению штанги к раме опрыскивателя, систем ее стабилизации и точности установки, а также проектированию конструкций ветрозащитных устройств.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Обеспечение постоянства расстояния между распылителями и обрабатываемой поверхностью во время движения агрегата

Исполнение несущей конструкции штанги и способ ее крепления к раме опрыскивателя определяют его надежность и технологические режимы работы, а также качество выполняемого процесса. Жесткое крепление штанги или ее составных частей к несущей раме машины оправдано при ширине захвата до 15 м и рабочих скоростях до 7 км/ч [3, 4] при условии обработки полей с выровненным микрорельефом и не засоренных камнями. На практике широкое применение получили навески с пассивными и комбинированными системами стабилизации. Независимая подвеска штанги с системами стабилизации, позволяющими обеспечить высокую плавность хода распределительной штанги, оправдана в конструкциях агрегатов, имеющих ширину захвата >15 м.

Широкое применение в конструкциях опрыскивателей получили способы гашения колебаний за счет изменения коэффициентов жесткости упругих связей, демпфирования системы и искусственного увеличения массы центральной секции.

Фирмой *Lemken* разработана и внедрена в конструкциях прицепных и навесных опрыскивателей комбинированная система *Parasol* (рисунок 1,а), суть которой заключается в том, что распределительная штанга 2 крепится к раме опрыскивателя 1 по принципу маятниковой подвески. Для плавности хода штанги в вертикальной плоскости используются резинометаллические буферы с горизонтальными боковыми направляющими 6, сменные элементы скольжения 7 и амортизаторы 4. Для демпфирования колебаний штанги в горизонтальной плоскости используются амортизаторы 5. Изменение рабочей высоты установки распределительной штанги осуществляется с помощью гидравлической системы с использованием роликово-тросового механизма 3.

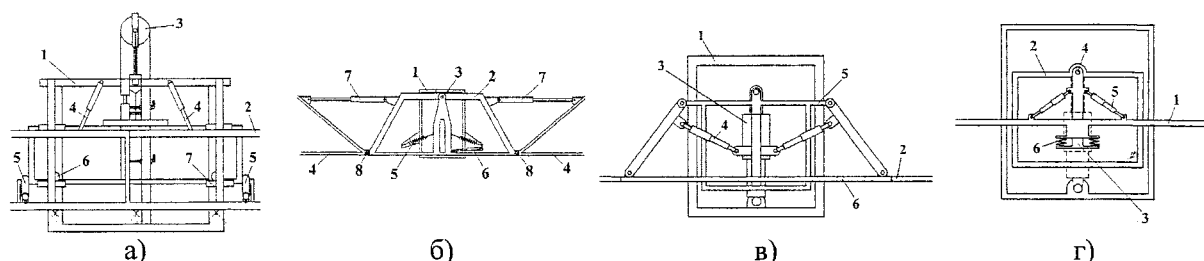


Рис. 1. Штанги опрыскивателей с демпфирующими устройствами

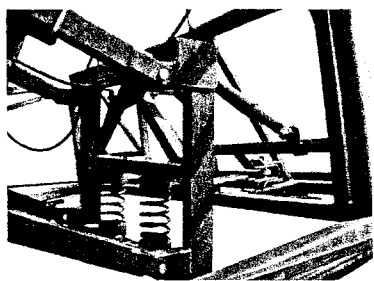
Фирма *Amazone* уделяет большое внимание разработке и исследованию способов крепления штанги на остова опрыскивателя и систем ее стабилизации. В конструкциях опрыскивателей используется штанга (рисунок 1,б), состоящая из центральной 2 и боковых 4 частей, которые соединены между собой через шарниры 8. Боковые составляющие 4 переводятся в транспортное и рабочее положения при помощи гидроцилиндров 7. Центральная часть 2 несущей конструкции распределительной штанги крепится к рамке опрыскивателя 1 по принципу маятниковой подвески через шарнир 3, где установлен пружинный амортизирующий механизм, снижающий колебания в горизонтальной плоскости. Для обеспечения плавности хода штанги в вертикальной плоскости используются пружинные элементы 5 и амортизатор 6.

Идеи искусственного увеличения массы штанги реализованы в опрыскивателях фирма *Jacto*. Несущая конструкция распределительной штанги 2 крепится по принципу шарнирно-рычажной А-образной подвески шарнирно к балке 5, закрепленной на раме 1 (рисунок 1,в). Штанга 2 шарнирно крепится к подвеске 5, закрепленной на раме 1. Сама подвеска может передвигаться в плоскости рамки с помощью гидроцилиндра 3, тем самым, изменяя высоту установки штанги над обрабатываемым объектом. В нижней части несущей конструкции штанги, находящейся за емкостью, установлен брус 6 большей массы, позволяющий искусственно увеличить массу центральной части штанги и тем самым сместить центр тяжести боковых ее со-

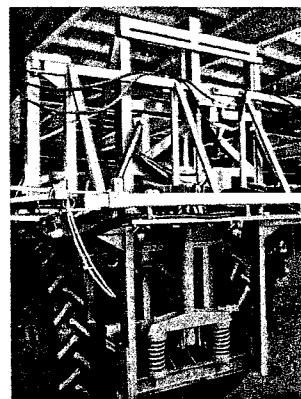
ставляющих в рабочем положении к центру агрегата, что позволит снизить амплитуду колебаний, применив амортизаторы 4 с низким коэффициентом демпфирования.

Система стабилизации штанги, применяемая фирмой *Hardi*, представляет собой маятниковый механизм (рисунок 1,г), причем штанга 1 опирается на центральный кронштейн 3 подвески через блок пружин 6, тем самым имея возможность колебаться в плоскости подвески, а центральный кронштейн 3, в свою очередь, крепиться к рамке 2 при помощи горизонтальной оси 4 с возможностью совершать вращение на ней. Гашение колебаний, возникающих при работе, происходит с помощью гидравлических амортизаторов 5 и блока пружин 6.

На основе анализа конструкций штанговых машин были разработаны и внедрены в производство системы стабилизации штанг опрыскивателей Мекосан-2500-18П (рисунок 2,а) и ОШ-2300-18, (рисунок 2,б).



а)



б)

Рис. 2. Разработанные системы стабилизации штанги

Данные системы стабилизации основаны на совместной работе пар демпфирующих элементов: пружин и амортизаторов. В результате проведенных исследований установлено, что данные системы позволяют обеспечить плавность хода штанги и эффективно гасить ее колебания за короткий промежуток времени.

2. Обеспечение параллельности установки штанги над обрабатываемой поверхностью при работе на склонах

Немаловажным параметром, влияющим на равномерность распределения средств химизации по обрабатываемой поверхности, является угол установки штанги относительно обрабатываемой поверхности. Наивысшая равномерность достигается при параллельном расположении штанги над обрабатываемой поверхностью, т.е. обеспечении постоянства расстояния между ними. Особенно этот вопрос актуален при обработке склонов, т.к. даже незначительное увеличение угла наклона штанги приводит к резкому увеличению неравномерности [3]. Для изменения угла наклона штанги в конструкциях сельскохозяйственных машин ранее широко использовались механизмы механического действия. Принцип их работы основывается на изменении угла наклона штанги при смещении ее центра тяжести относительно точки крепления при помощи винтовых механизмов. Несмотря на простоту устройства и изготовления, недостатками данных механизмов являются необходимость совершения остановок для регулировок, большие затраты времени на технологические настройки.

Широкое внедрение элементов точного земледелия привело к использованию в конструкциях опрыскивателей механизмов изменения угла наклона штанги гидравлического или электрического действия, что позволило внедрять электронные системы контроля за положением штанги над обрабатываемой поверхностью. Опрыскиватели фирм *Bargam* и *Amazone* укомплектованы датчиками, которые измеряют расстояние от штанги до земли и позволяют контролировать параллельность расположения штанги в процессе движения агрегата и управлять ее расположением. В конструкциях опрыскивателей фирмы *Amazone* используется механизм изменения угла наклона штанги электрического действия. Быстрый и точный наклон, а также возврат в исходное положение производится при помощи пульта управления из кабины трактора. Кроме того, опрыскиватели серии *UX* оборудованы электрогидравлическим пакетом оснастки штанги, что позволяет автоматически устанавливать оптимальные высоту и угол наклона в зависимости от положения агрегата (рисунок 3).

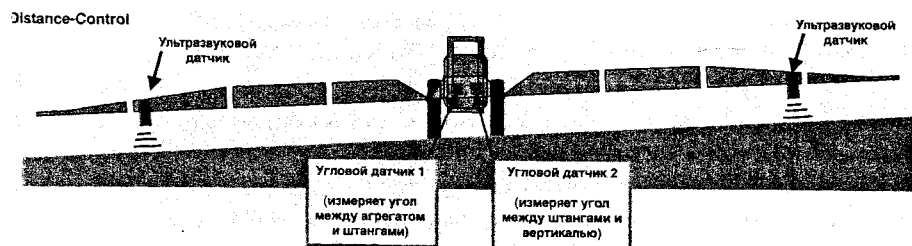


Рис. 3. Система автоматизированного контроля *Amazone UX*

Для параллельного копирования местности, каждая штанга опрыскивателей *Primus* и *Albatros* фирмы *Lemken* оснащена компенсатором наклона, управление которым осуществляется с блока управления в кабине трактора. Электромотор сдвигает штангу и тем самым смещает центр ее тяжести по направлению от склона. Данная система дополнительно может снабжаться электронным потенциометром. Опрыскиватели фирмы *RAU* оборудованы маятником и маятниковым выравнителем гидравлического действия относительно склона, которые позволяют автоматически установить параллельное расположение штанги относительно обрабатываемой поверхности. При этом автоматика выравнивания штанги включается только при работах на склонах. Опрыскиватели *Commander* фирмы *Hardi* оснащены электрогидравлической системой управления и регулировки угла наклона каждой боковой секцией штанги. Фирма *TeeJet* производит широкий спектр датчиков и модулей для контроля и компенсации угла наклона штанги, которые устанавливаются на агрегате и обеспечивают автоматический контроль за положением штанги с высокой степенью точности.

На основе анализа существующих систем изменения угла наклона штанги и автоматизированного контроля за ее положением относительно обрабатываемой поверхности разработана система микропроцессорного автоматизированного регулирования положения штанги относительно обрабатываемой поверхности (СМАР), включающая блок и пульт управления, установленные на краях штанги ультразвуковые датчики, соединительные провода. Данная система использовалась с механизмами изменения угла наклона штанги с электрическим (рисунок 4,а) или гидравлическим (рисунок 4,б) приводами.

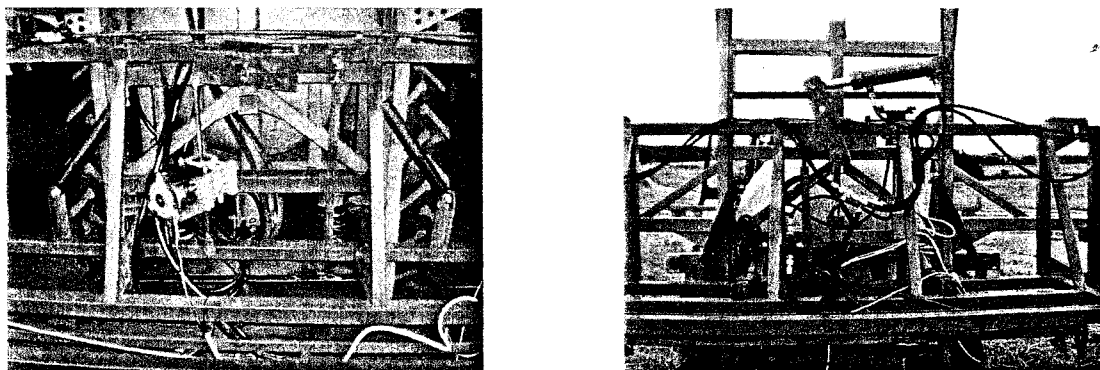


Рис. 4. Опрыскиватель с системой СМАР

3. Снижение потерь пестицидов при обработках в ветреную погоду

Установлено, что при движении тракторного агрегата в безветренную погоду по полю со скоростью 10 км/ч за ним создается турбулентный след возмущенных воздушных масс, движущихся в поперечном направлении со скоростью до $0,4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ [1]. При воздействии ветра условия полета капли будут изменены, так как создаваемый им направленный воздушный поток будет сопровождать ее на протяжении всего полета. При этом изменяются направление и величина скорости движения капли, траектория ее полета и она сносится. Проведение обработок в ветреную погоду, с одной стороны, влечет снижение качества выполняемого технологического процесса, а с другой – приводит к несоблюдению дозы внесения, возникновению очагов с передозировкой препарата и появления его в местах, не предназначенных для обработки. Поэтому защита факела распыленной жидкости от воздействия ветра – одно из условий проведения качественной химической обработки растений в оптимальные сроки.

Для уменьшения сноса рабочей жидкости необходимо обеспечить монодисперсный распыл, увеличивать массу капель в факеле распыла или оградить его от прямого воздействия ветра. Увеличение размера капель в факеле распыла при использовании гидравлических распылителей можно достичь изменением диаметра выходных отверстий и снижением давления в напорной жидкостной магистрали. Для этого необходимо иметь в наличии несколько комплектов различных распылителей. Регулировкой давления в гидравлической системе опрыскивателя изменяется не только дисперсность распыла, но и расход рабочего раствора, следовательно, и доза внесения [1, 2]. Несмотря на преимущества, гидравлические распылители не обеспечивают монодисперсный распыл и не позволяют качественно выполнить опрыскивание в ветреную погоду (сносится до 80% жидкости).

Эти недостатки устраняются использованием пневматических, ротационных, ультразвуковых и комбинированных распылителей, в которых изменение диаметра капель в факеле распыла происходит при постоянном давлении в жидкостной магистрали [1, 2]. В настоящее время все более востребованными становятся инжекторные распылители, работа которых основана на принципе *Ventury* [1, 2]. При использовании данных распылителей в процессе образования капель в них добавляются пузырьки воздуха, что приводит к увеличению их размеров. При использовании данного типа распылителей наличие мелких капель (менее 80 мкм) в факеле распыла практически не бывает, что существенно уменьшает величину потерь от сноса ветром.

Одним из известных способов повышения качественных показателей процесса опрыскивания является применение электрических полей для электризации и осаждения диспергируемого жидкого пестицида на обрабатываемые растения. Опрыскиватели с использованием электрической зарядки капель дорогостоящи, сложны в изготовлении и эксплуатации, предъявляют повышенные требования безопасности и поэтому не находят широкого применения в сельскохозяйственном производстве.

В настоящее время известна технология использования связанного аэрозоля, получаемого путем добавления к пестициду незначительного (1,4...3,0%) количества экологически нейтральной нитеобразующей добавки и наполнителя (технического ксилола). Наиболее сложными аспектами данной технологии являются получение длинных тонких нитей: при скорости современных опрыскивателей 6...10 км/ч необходимо производить около 4000 м нити в секунду [1].

На величину потерь по причине сноса существенным образом оказывают влияние расстояние до обрабатываемой поверхности, скорость и направление ветра [1], поэтому необходимо оградить факел распыла от прямого воздействия ветра. Одним из направлений является применение ветрозащитных устройств. По принципу действия их можно разделить на три группы: 1) пассивные, 2) активные, 3) комбинированные [1,2].

К ветрозащитным устройствам пассивного действия (рисунок 5,а) относятся различные конструкции козырьков или щитков, которые полностью или частично на стадии формирования факела исключают воздействие на него ветра. При этом происходит перенаправление воздушного потока вверх так, что он проходит над распылителем, не воздействуя на капли. 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 исключением повреждения последней вследствие возникновения колебаний несущих конструкций, на которых закреплены ветрозащитные устройства (например, штанга опрыскивателя).

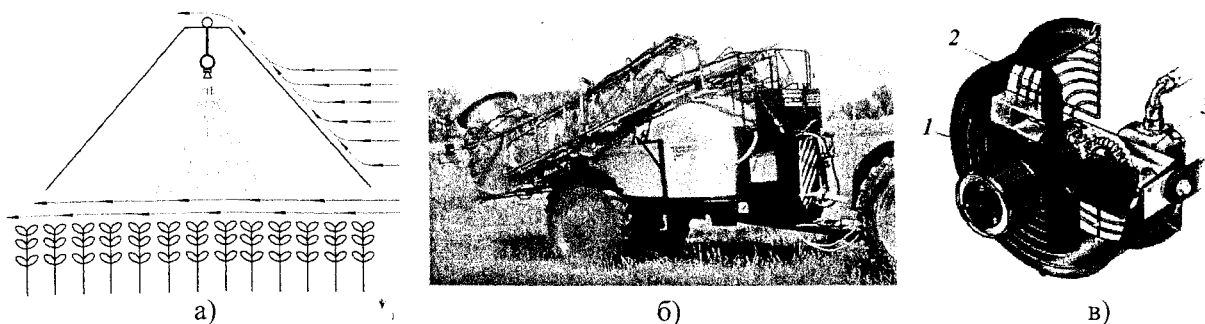


Рис. 5. Ветрозащитные устройства: пассивного (а) и активного (б, в) действия

При этом в пространство между нижними краями козырька и поверхностью проникает направленный воздушный поток, обладающий, вследствие уменьшения пространства, 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. Увеличение рабочих поверхностей козырьков, с одной стороны, позволяет снизить степень воздействия ветра на капли пестицида. А с другой – вследствие большой площади щитков, воспринимающих своей поверхностью давление встречного воздушного потока, приводит к увеличению аэродинамической нагрузки, влекущей 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 основаны на использовании дополнительных устройств, создающих воздушный поток, который осаждает капли на объект обработки. Он позволяет проводить опрыскивание при скорости ветра до $8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ (простое опрыскивание – до $5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$) [1], при этом практически сводя к минимуму снос мелких капель и обеспечивая экономию препаратов до 25...30%, а также создавая условия для качественного покрытия всего обрабатываемого растения за счет проникающей способности направленной воздушной струи. Образующийся при распыливании воздушно-капельный поток, обладая высокой кинетической энергией, в наименьшей степени подвержен сносу, что позволяет производить опрыскивание при ветреной погоде, удлинняя время дневной работы [1].

Ветрозащитные устройства данного типа используются в конструкциях объемных опрыскивателей (рисунок 5,б). Данные опрыскиватели аналогичны по конструкции: дооборудованы воздухораспределительной системой, включающей один или два вентилятора, воздухораспределительные рукава с выпускными отверстиями или сплошной щелью. Вентилятор направляет воздух в воздухораспределительные рукава, который через выходные отверстия подается вниз, на обрабатываемые растения, захватывая при этом капли распыленной рабочей жидкости и доставляя их к целевому объекту. Факел распыленной жидкости окончательно формируется под рукавами на расстоянии 20...30 см [1]. Капли за счет завихрений, создаваемых воздушным потоком, проникают вглубь насаждений. Однако использование ветрозащитных устройств активного действия наряду с достоинствами имеет и существенные недостатки: увеличение энергоемкости выполняемого технологического процесса, усложнение и удорожание конструкции опрыскивателя.

Ветрозащитное устройство активного действия может быть изготовлено и без воздухораспределительных рукавов. При этом каждый распылитель снабжается вентилятором с приводом (рисунок 5,в). Совместное использование ветрозащитных устройств активного действия и инжекторных распылителей позволяет на 13% повысить качество покрытия обработанной поверхности [1].

Конструкции ветрозащитных устройств комбинированного действия [5] (рисунок 6, 7) 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).

В результате анализа способов снижения потерь пестицидов из-за сноса и устройств защиты факела распыла от прямого воздействия ветра предложены конструкции ветрозащитных устройств, рабочие поверхности которых выполнены в форме прямоугольных (рисунок 6,а) и изогнутых пластин (рисунок 6,б)

Рабочий процесс данных ветрозащитных устройств протекает следующим образом. Перед началом работы выбирается распылитель 1 в соответствии со значением угла при вершине факела распыла которого устанавливается угол наклона пластин 3 на рамке 4 (рисунок 6).

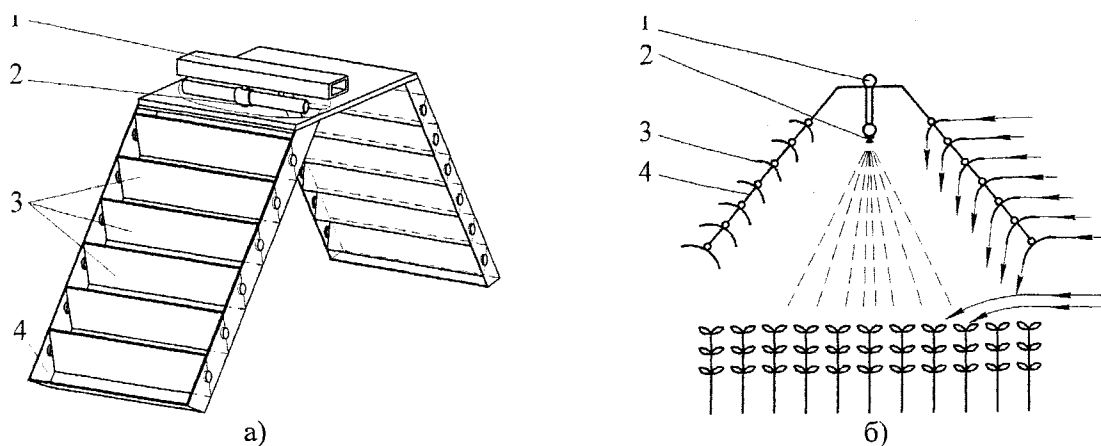


Рис. 6. Механические устройства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра с помощью жалюзи в форме прямоугольных (а) и изогнутых (б) пластин [6, 7]: 1 – несущая конструкция; 2 – распределительная штанга с распылителем; 3 – пластины; 4 – рамка

Создаваемый ветром воздушный поток встречается с нижними поверхностями пласти и делится на потоки, количество которых определяется числом установленных пластин. Каждый поток, вследствие скольжения по нижней поверхности соответствующей пластины, меняет направление своего движения и, сходя с ее поверхности, движется в направлении обрабатываемой поверхности, увлекая за собой капли раствора пестицида. При этом потоки, изменив свое направление, благодаря нижним пластинам, удаленным от факела распыла, воздействуют на воздушный поток, проходящий между ветрозащитным устройством и обрабатываемой поверхностью, и отклоняют его в направлении обрабатываемой поверхности. Это обеспечивает снижение потерь раствора из-за сноса, проникновения пестицидов внутрь обрабатываемого слоя и обработку подлиственной части растений. Вследствие прохождения потока воздуха между пластинами и их установки под углом к встречному потоку осуществляется только воздействие на пластины по причине скольжения по их нижним поверхностям потока, что позволяет снизить встречное давление на ветрозащитное устройство, следовательно, аэродинамическое и тяговое сопротивление, что обеспечивает снижение затрат энергии на выполнение технологического процесса внесения пестицидов. При установке пластин под углом к боковым сторонам четырехугольной рамки, вследствие скольжения воздушного потока по их внутренним поверхностям, реакция силы воздействия направляется под углом к горизонту, следовательно, уменьшается горизонтальная ее составляющая, и, как следствие, сопротивление движению агрегата и энергозатраты на выполнение технологического процесса, а также амплитуд колебаний несущей конструкции штанги при резких изменениях скорости ветра, что обеспечивает повышение ее надежности и качества выполнения технологического процесса.

Штанга опрыскивателя (рисунок 7) состоит из несущей конструкции 1, на которой закреплены распределительная штанга 2 с распылителями 6 и симметрично (в направлении движения) при помощи кронштейнов 5 и 7 ветрозащитные устройства (щитки) 8. Сверху распределительную штангу закрывает козырек 4 с установленными на нем вентиляторами 3, создающими направленные воздушные потоки.

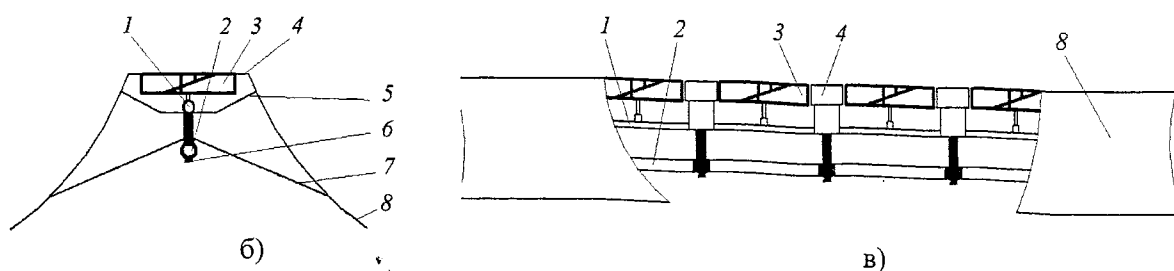


Рис. 7. Ветрозащитное устройство комбинированного действия [8]: 1 – несущая конструкция; 2 – распределительная штанга; 3 – вентиляторы; 4 – козырек; 5, 7 – кронштейны; 6 – распылитель; 8 – ветрозащитные щитки

Ветрозащитное устройство работает следующим образом. Создаваемый ветром воздушный поток встречается со щитком и скользит по его поверхности вверх, далее встречается с воздушным потоком, проходящим над козырьком, и, не оказывая никакого воздействия на факел распыла, проходит над ним. За счет наклона поверхности щитка к вертикали и уменьшения его длины обеспечивается уменьшение поверхности, подверженной встречному воздействию ветра, что снижает аэродинамическое сопротивление ветрозащитного устройства, следовательно, уменьшает сопротивление передвижению агрегата и энергоемкость процесса, значит, и расход топлива. Часть воздушного потока, проходящего над козырьком, засасывается в рабочую камеру вентилятора и вылетает из нее вертикально вниз в межщитковое пространство по направлению к факелу распыла. Встречаясь с каплями рабочего раствора, образованными распылителем, направленный вниз воздушный поток, создаваемый вентилятором, сообщает им дополнительную энергию на начальной стадии движения и увеличивает их скорость падения. Получив направленное движение, капли устремляются вниз и с возросшей скоростью вылетают из межщиткового пространства. Воздушный поток, создаваемый ветром и проходящий ниже щитка δ , пересекает траекторию полета капель, но за счет ускоренного их движения, полученного созданным вентилятором воздушным потоком, не оказывает существенного воздействия, что не приводит к их сносу и не снижает качество проведения химической обработки. За счет ускоренного движения капли, при падении на объект обработки, разбиваются на капли меньшего диаметра, что способствует обработке большей площади растений и повышает равномерность распределения препарата на них. Установкой вентиляторов обеспечивается увеличение скорости падения капель на начальной стадии движения, что позволяет уменьшить длину щитков, следовательно, и их площадь, что приводит к снижению аэродинамического сопротивления и энергоемкости выполняемого технологического процесса. Сходящий с вентилятора воздушный поток обладает вихревым движением, что позволяет проникнуть препарату вглубь массива и произвести обработку растений по всей их поверхности, в их подлиственной части, что не требует дополнительных обработок, повышает их качество и снижает энергоемкость процесса. Кроме того, создаваемый вентилятором направленный воздушный поток увеличивает скорость вылета капель из межщиткового пространства и транспортирует капли к объекту обработки, что снижает их потери из-за сноса.

Недостатком комбинированных ветрозащитных устройств является необходимость их установки на распределительной штанге по всей ее длине. Это влечет к усложнению конструкции, увеличению массы штанги, а следовательно необходимости модернизации систем ее навески, стабилизации и гашения колебаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснованы основные причины увеличения нагрузки на экологию окружающей среды и возникновения накоплений остаточных количеств средств химизации в конечной продукции растениеводства при их внесении штанговыми опрыскивателями. Предложены технические решения, позволяющие обеспечить:

- 1) плавность хода штанги широкозахватного полевого опрыскивателя и эффективное гашение возникающих ее колебаний;
- 2) параллельное размещение штанги опрыскивателя над обрабатываемой поверхностью в процессе работы;
- 3) защиту факела распыла от прямого воздействия ветра при обработках в неблагоприятных погодных условиях.

В совокупности это позволит выполнить технологический процесс внесения средств химизации с требуемым качеством в установленные сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Крук И.С. и др. Способы и устройства защиты факела распыла при внесении пестицидов в ветреную погоду // Механизация и электрификация: Межведомственный тематический сб. / НПЦ НАН Беларуси по механиз. сел. хоз-ва / ред. колл. В.Н. Дашков [и др.]. – Минск, 2007. – С. 106–113.
3. Защита растений в устойчивых системах землепользования (в 4-х книгах) / Под общ. ред. Д. Шпаара. Мн., 2004. – кн. 4 – 345 с.

4. KAMIŃSKI E., KRUK I.S. Tłumienie drgan poprzecznych belki opryskiwacza połowego za pomocą amortyzatorów // Problemy inżynierii rolniczej, № 2 (76) 2012, s. 83 – 94.
5. KAMIŃSKI E., KRUK I.S. Sposoby zapobiegania znoszeniu cieczy roboczej podczas zabiegów ochrony roślin // Technika rolnicza ogrodnicza lesna. – 2011. – № 4. – S. 25–26.
6. КРУК И.С., АГЕЙЧИК В.А., МАЛЫЦЕВ Д.Р., ГОРДЕЕНКО О.В. Штанга опрыскивателя с ветрозащитными устройствами: пат. 9714 Респ. Беларусь, МПК А 01М 7/00; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u 20130442; заявл. 28.05.2013; опубл. 30.12.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 6 (95). – С. 171.
7. КРУК И.С., ПОСЛЕД Е.В., ГОРДЕЕНКО О.В., ЯКУБОВСКИЙ С.В., ГРИНКЕВИЧ П.Э., НАЗАРОВА Г.Ф. Штанга опрыскивателя с ветрозащитными устройствами: пат. 16589 Респ. Беларусь, МПК А 01М 7/00; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u 20100608; заявл. 08.06.2010; опубл. 30.12.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 6 (89). – С. 62.
8. КРУК И.С., ПОСЛЕД Е.В., ГОРДЕЕНКО О.В., ЯКУБОВСКИЙ С.В., ГРИНКЕВИЧ П.Э., ШТАНГА Г.Ф. опрыскивателя с ветрозащитными устройствами: пат. 16589 Респ. Беларусь, МПК А 01М 7/00. Назарова; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u 20100608; заявл. 08.06.2010; опубл. 30.12.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 6 (89). – С. 62.

**ZMNIEJSZENIE ZAGROŻENIA EKOLOGICZNEGO ŚRODOWISKA
I WYKLUCZENIE LICZNYCH ŚRODKÓW W PRODUKCJI ROŚLINNEJ
W ZASTOSOWANIU PESTYCYDÓW
PRZY STOSOWANIU POŁOWYCH OPARYSKIWACZY**

Wacław Romaniuk, Igor Kruk, Oleg Gordeenko, Tatiana Kot, Yuri Chigarev, Jan Kamiński

Streszczenie

Dokonano analizy przyczyn wzrostu zagrożenia ekologicznego środowiska przy zastosowaniu belkowych opryskiwaczy w ochronie roślin. Wykonano prace badawcze w celu zabezpieczenia środowiska przy opryskach beczkowym opryskiwaczem.

Słowa kluczowe: analiza, zagrożenie ekologiczne, opryskiwanie, środowisko

**REDUCING THE BURDEN ON THE ECOLOGY OF THE ENVIRONMENT
AND THE ELIMINATION OF THE ACCUMULATION OF RESIDUAL AMOUNTS
OF CHEMICALS IN CROP PRODUCTION WITH PESTICIDE SPRAYERS FIELD**

Wacław Romaniuk, Igor Kruk, Oleg Gordeenko, Tatiana Kot, Yuri Chigarev, Jan Kamiński

Summary

The analysis of the reasons for increasing the load on the ecology of the environment and the occurrence of accumulation of residual amounts of chemicals in the final crop production with pesticide sprayers. The analysis of technical solutions to ensure the required quality of the implementation process of chemical plant protection. Results of development in the field of uniformity of distribution of chemicals on the surface to be treated at the field boom sprayers.

Key words: analysis, ecological threat, spraying, environment