

Широкозахватный опрыскиватель с гибким отводом и летательными аппаратами для обработки посевов риса

Рашидхан Давлетгереевич Умаров, инженер, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, г. Махачкала, Российская Федерация;

Фахретдин Магомедович Магомедов, доктор технических наук, профессор, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, г. Махачкала, Российская Федерация;

Иззет Мелукович Меликов, кандидат технических наук, доцент, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, г. Махачкала, Российская Федерация;

Джаминат Абдурахмановна Салатова, инженер, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, г. Махачкала, Российская Федерация;

Сергей Евгеньевич Сенькевич, кандидат технических наук, доцент, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация, e-mail: vim@vim.ru

Приведен краткий анализ существующих технических решений для поверхностного внесения жидких растворов – опрыскивания, в процессе которого вносится до 75 процентов применяемых в сельскохозяйственном производстве ядохимикатов с целью сохранения урожая от вредителей, болезней и сорной растительности. (*Цель исследований*) Разработать широкозахватный опрыскиватель для посевов риса с расширенными эксплуатационно-технологическими возможностями. (*Материалы и методы*) Отметили, что основным критерием, отвечающим современным требованиям по созданию технических средств для опрыскивания, служит снижение норм расхода рабочей жидкости и уровня загрязнения окружающей среды ядохимикатами. Показали, что поступающие на рынок отечественные машины данного назначения имеют низкие технико-эксплуатационные показатели и недостаточную надежность. (*Результат и обсуждение*) Предложили конструкцию нового широкозахватного опрыскивателя для риса с расширенными эксплуатационно-технологическими возможностями, с гибким отводом и летательными аппаратами. В конструкцию включены два движителя (один с генератором тока, другой – с емкостью для раствора и напорным трубопроводом). Они оснащены рамами с натяжителями и кинематически связаны между собой гибким остовом, на котором размещены летательные аппараты и подвесные узлы растворопровода с распылителями. Подтвердили целесообразность обработки рисовых полей летательными аппаратами для обеспечения существенного сокращения потерь урожая от заболеваний растений. Предложили конструкцию широкозахватного опрыскивателя, отвечающего современным требованиям к опрыскивателям данного вида и предназначенного для применения в средних и крупных рисоводческих хозяйствах при использовании новых химических веществ с небольшими нормами расхода и усиленной биологической активностью. (*Выводы*) Провели теоретические расчеты, позволяющие обосновать конструктивно-технологические параметры разрабатываемого широкозахватного опрыскивателя, учитывающие основные факторы, оказывающие влияние на качество процесса опрыскивания. Показали, что использование представленного широкозахватного опрыскивателя позволит в рисоводческих хозяйствах применить интенсивную технологию возделывания риса, что существенно повысит эффективность защитных мероприятий и сократит нормы расхода химикатов, а также снизит затраты на транспортировку и внесение жидких рабочих растворов.

Ключевые слова: опрыскиватель, остов гибкий, летательный аппарат, рис.

■ **Для цитирования:** Умаров Р.Д., Магомедов Ф.М., Меликов И.М., Салатова Д.А., Сенькевич С.Е. Широкозахватный опрыскиватель с гибким отводом и летательными аппаратами для обработки посевов риса // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. №2. С. 31-37. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-2-31-37

The Wide-Coverage Sprinkler With the Flexible Tap and Flying Machines for the Rice Sowing

Rashidkhan D. Umarov, engineer, Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatova, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation;

Fakhretdin M. Magomedov, Dr. Sc. (Eng.), Professor, Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation;

Izzet M. Melikov, PhD (Eng.), Associate Professor, Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatova, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation;

Dzhaminat A. Salatova, engineer, Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatova, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation;

Sergey E. Senkevich, PhD (Eng.), Associate Professor, Federal Scientific Agroengineering Center VIM. Moscow, Russian Federation, e-mail: vim@vim.ru

The article presents the brief analysis of existing technical determinations for spraying, the surface injection of liquid solutions, in the course of which about 75 percent of pesticides used in agricultural production are injected in order to preserve the crop from pests, diseases and weeds. (*Purpose of the study*) To develop the wide-coverage sprinkler with extended operational and technological capabilities for the rice sowings. (*Materials and methods*) It has been established that the main criterion for the up-to-date creation of the technical equipment used for spraying is the reduction of norms of the working fluid consumption and the level of environmental pollution by pesticides and also that the domestic machines for this use coming to the market have low technical performance indicators and insufficient reliability. (*Results and discussions*) The design of a new wide-coverage spraying machine with a flexible tap and vehicles for the spraying of rice and with extended operational and technological capabilities, containing two propulsion units (one with a current generator, the other with a solution tank and a pressure pipeline) has been suggested. They are equipped with the frames with tensioners and are kinematically connected to each other by a flexible carcass on which the vehicles and suspended nodes of the mud channel with spraying machines are placed. The spraying of the rice fields by vehicles confirms the expediency of their application in the rice industry for the ensuring of significant reduction in the crop losses from plant diseases. The production of new chemicals with low consumption rates and enhanced biological activity served as the basis for the development of the proposed design of wide-coverage sprinkler to meet modern requirements for sprayers of this type and intended for the use in medium and large rice farms. (*Conclusions*) The use of the presented wide-coverage sprinkler will allow farmers to apply intensive technology of rice cultivation on rice farms, and it will significantly increase the effectiveness of protective measures and reduce the consumption rates of chemicals, as well as reduce haul costs and spraying of working liquid solutions. The adoption of new technologies and technical means of plant protection that meet modern requirements are worthy of continued work on their improvement and, in particular, the creation of new technical means of weed control.

Keywords: Sprinkler, Flexible Carcase, Flying Machine, Rice.

For citation: Umarov R.D., Magomedov F.M., Melikov B.V., Salatova D.A., Senkevich S.E. The wide-coverage sprinkler with the flexible tap and flying machines for the rice sowing. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*, 2018. Vol. 12; 2: 31-37. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-2-31-37

Зерновой рис представляет собой древнейшую и самую широко распространенную продовольственную урожайную культуру с урожайностью 69-80 ц/га и выше.

Рисоводство – важная отрасль сельскохозяйственного производства России, которая вносит ощутимый вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны.

О том, что достигнуты определенные успехи, указывают повышение урожайности и валового сбора риса как ценной продовольственной культуры, тем самым способствуя обеспечению страны рисовыми продуктами собственного производства. Но реализация потенциальных возможностей в требуемом объеме ограничивается рядом факторов, главный из которых – это потери урожая от вредных организмов (30% и более) [2].

Применение интенсивных технологий возделывания риса предъявляет жесткие требования к проведению защитных мероприятий против сорняков, вредителей и болезней. Поэтому с каждым годом усиливается внимание к проблемам безопасности

защиты риса, что требует научно обоснованного применения химических средств защиты.

Возделывание риса на одном месте при водном режиме, предусматривающем поддержание на поле меняющегося по глубине постоянного слоя воды с момента появления всходов и до восковой спелости, создает предпосылки для развития специфической сорной растительности. Высокая засоренность посевов снижает урожайность риса до 50%. При длительном возделывании риса наблюдается устойчивая стабилизация сорной растительности. Как отмечает В.Д. Агарков и др., при тридцатилетнем возделывании риса на Кубани в пахотном слое почвы содержалось: семян просянки – 2,95 тыс. шт. на 1 м² клубней камыша – 0,2 тыс. шт.; частухи камыша, сусака и других – 32,52 тыс. шт. [1].

Известно, что главное условие сохранения урожая от вредителей, болезней и сорной растительности заключается в своевременном и качественном проведении защитных мероприятий [7].

Основным методом нанесения средств защиты растений является опрыскивание, с его помощью



вносится около 75% применяемых в сельскохозяйственном производстве ядохимикатов.

Определяющими критериями при создании новых технических средств для опрыскивания служат снижение норм расхода рабочей жидкости и уменьшение уровня загрязнения окружающей среды ядохимикатами [Патент ФРГ N1299163, Кл. 45f 25/08, 1967].

Характеризуя работу средств защиты растений, авторы отмечают, что в большинстве случаев выпускаемая техника не соответствует современным агротехническим, технологическим и экологическим требованиям, а по ряду показателей экономически и экологически ущербна и представляет угрозу для окружающей среды и здоровья человека [Патент РФ на изобретение N2463785] [5].

Снижение потерь пестицидов из-за их сноса при проведении обработок в неблагоприятных погодных условиях отражено в работе [3]. В последние годы ведется определенная работа по разработке средств защиты растений, соответствующих мировому уровню, таких как распылители с открытой камерой, вращающиеся дисковые распылители, защита растений электростатическими частицами, что способствует лучшему осаждению пестицидов и проникновению их в растительный покров [Патент ФРГ N1299163, Кл. 45f 25/08, 1967].

При этом следует отметить, что поступающие на рынок отечественные сельхозмашины имеют низкие технико-эксплуатационные показатели и недостаточную надежность [6].

Наряду с этим стратегией машинно-технологической модернизации АПК страны планируется осуществить следующие предварительные задачи: обеспечить к 2020 г. рост производительности труда – в 4 раза и более; обеспечить российскому агрокомплексу техническую безопасность за счет национального сельхозмашиностроения не менее 80% [4].

Проблема заключается в том, что, во-первых, все создаваемые технические средства, особенно сложные и высокопроизводительные, должны иметь высокую техническую и технологическую надежность; во-вторых, обязательное оснащение сельхозпредприятий системами автоматизации, которые представляют собой базу или нижний уровень в многоуровневой системе интеллектуальной техники; в-третьих, созданные крупные агрегаты должны будут представлять собой эффективную организационно-экономическую базу сельского хозяйства.

В настоящее время существенно расширился ассортимент гербицидов, высокоэффективных в борьбе с сорняками риса, разработаны специальные препаративные формы для применения способа ультрамалообъемного опрыскивания. Основу для уничтожения злаковых и болотных сорняков составляют контактные гербициды, которые применяются по вегетирующим сорнякам. Однако повы-

шенная влажность почвы в чеках, наличие постоянного слоя воды не позволяют широко использовать наземную технику для их внесения, и единственным средством высокопроизводительного применения гербицидов в оптимальные сроки остается сельскохозяйственная авиация.

При этом известно, что производительность технических средств для поверхностного опрыскивания жидкими растворами находится в прямой зависимости от ширины захвата и скорости движения агрегата.

Цель исследований – разработка широкозахватного опрыскивателя для посевов риса с расширенными эксплуатационно-технологическими возможностями.

Материалы и методы. С позиции возможности значительного увеличения ширины захвата определенный интерес представляет установка для поверхностного внесения жидких растворов (патент ФРГ N1299163) и сельскохозяйственная авиация (патент ФРГ N1299163, Кл. 45f 25/08, 1967).

В соответствии с текстом описания и представленной схемой (патент ФРГ N1299163), технологическое решение включает летательный остов, заполненный газом, и снабженный растворопроводом с наконечниками-распылителями. Летательный остов связан с подвижной станцией при помощи телескопической трубы, а сама станция соединена с источником воды.

Летательные аппараты и поддерживаемый ими растворопровод связаны с двумя передвижными станциями посредством полых стоек телескопического вала. Это осложняет четкую ориентацию основного рабочего органа (растворопровода) в пространстве при возникновении естественных помех (боковой ветер, восходящие воздушные потоки). Помехи выводят аппарат из равновесного состояния, что приводит к нарушению технологических требований и ограничивает их технические возможности. Кроме того, несущая часть летательного аппарата, поддерживающая полую трубу, изготовлена из эластичного неметаллического материала, и не позволяет сохранять параллельность растворопровода по отношению к поверхности поля. Это приводит к неравномерности внесения ядохимикатов на единицу площади поверхности поля.

Сельскохозяйственная авиация, используемая в настоящее время, имеет ряд существенных недостатков, из которых следует выделить: высокую стоимость услуг, неравномерное распределение химически активных веществ по всей обрабатываемой площади, загрязнение близлежащих территорий и наличие специальной взлетно-посадочной полосы.

Результаты и обсуждение. Предполагаемый нами вариант решения помогает исправить ряд недостатков существующих аппаратов. Поставленная

в работе цель достигается техническим решением создания аппаратуры, содержащей два двигателя, один из которых снабжен генератором тока, а другой – емкостью для раствора и напорным трубопроводом. При этом оба двигателя оснащены рамами с натяжителями и кинематически связаны между собой гибким остовом, на котором размещены летательные аппараты с возможностью их перемещения и подвесные узлы растворопровода с распылителями.

Устройство (рис. а и б) содержит два двигателя 1, на которых жестко уставлены рамы 2. Гибкий остов 6 через обводной 3 и натяжной 4 ролики (рис. с и d) кинематически связаны с гидроцилиндром 5.

На гибком остове 6 размещены летательные аппараты 7 с возможностью перемещения вдоль его продольной оси. При этом на гибком остове посредством регулируемого подвесного узла 8 размещен растворопровод 9 с распылителями 10. Растворопровод связан с напорным трубопроводом 11, насосом 12 и емкостью 13 для жидкого раствора, который агрегируется с одним из двигателей 1. Другой двигатель оснащен генератором тока 14 и пультом управления 15, связанным посредством токопровода 16 с двигателем летательных аппаратов 7.

Рама с натяжителем (рис. с и d) содержит стойку 17 и балку 18. На балке размещен шарнир 19, связанный с гидроцилиндром 5. Выдвижной шток гидроцилиндра оснащен парой натяжных роликов 4. При этом на полых стойках 20 рамы с натяжителем установлены выдвижные штанги 21 с обводными роликами 3.

Регулируемый подвесной узел растворопровода (рис. е и f) содержит две втулки 22 с фиксирующими винтами 23, при этом втулки жестко связаны между собой поперечиной 24 с продольным пазом «а». Поперечина посредством болта 25 соединена с вертикально расположенной пластиной 26 с продольным пазом «b» и соединительным хомутом 27.

Летательный аппарат (рис. г) оснащен лопастным винтом 28, жестко установленным на валу двигателя 29. Корпус двигателя посредством болтов 30 соединен с плитой 31, размещенной на гибком остове 6 при помощи скоб 32.

Устройство работает следующим образом. Двигатели 1, оснащенные рамами с натяжителями 2, занимают исходную позицию, равную заданной ширине захвата, затем предварительно собранный летательный остов 6 с летательными аппаратами 7 и растворопроводом 9 с распылителями 10 соединяют с механизмом натяжения 2 посредством выдвижных штанг 21 регулируют высоту размещения гибкого остова над поверхностью обрабатываемого участка. При помощи пульта управления 15 приводят в действие летательные аппараты 7.

С помощью гидроцилиндра 5, связанного с на-

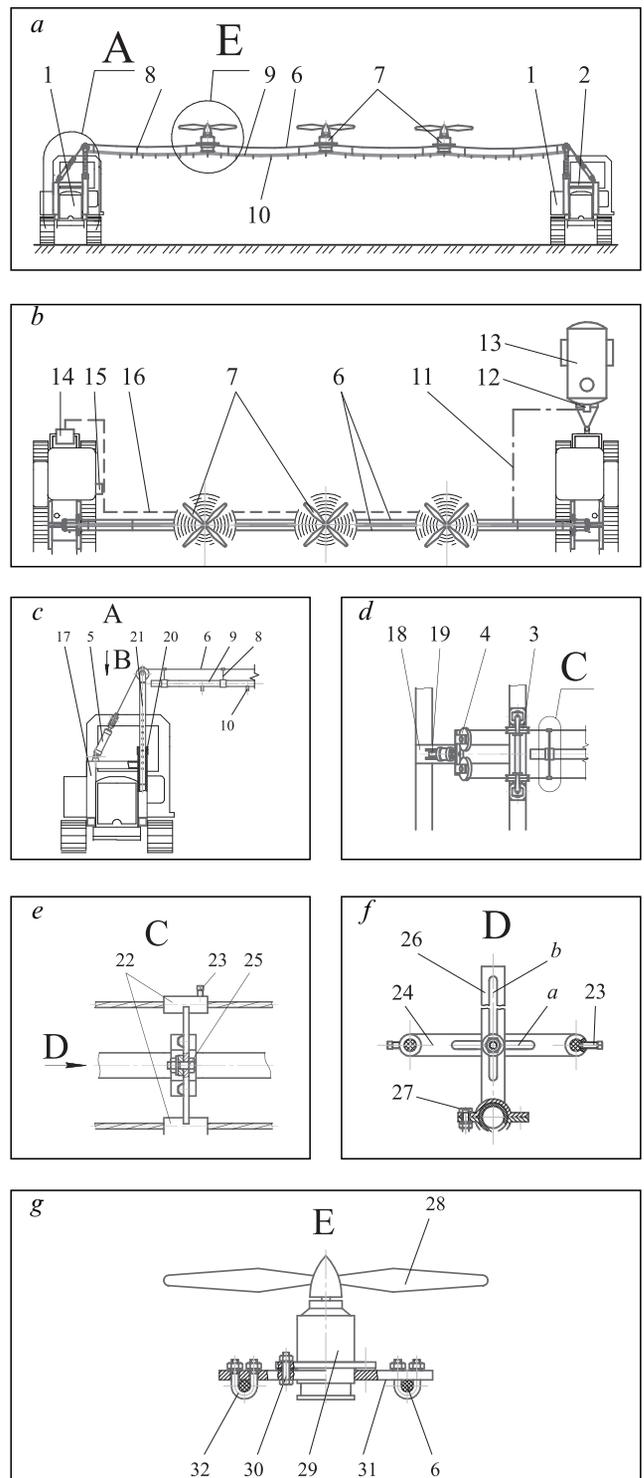


Рис. Устройство с летательными аппаратами для поверхностного внесения жидких растворов: а – вид спереди; б – вид сверху; в – вид А; д – вид В; е – вид С; ф – вид D; г – вид E
 Fig. Device with aircraft for surface application of liquid solutions: a – front view; b – top view; c – view A; d – view B; e – view C; f – view D; g – view E

тяжными роликами 4, осуществляют натяжение тросов гибкого остова 6. Затем происходит ориентация растворопровода 9 с распылителями 10 в трехмерном пространстве за счет перемещения вер-



тикально размещенной пластины 26 по направляющим пазам «а» и «б» и фиксируется болтом 25.

По завершении подготовительных работ приводят в действие насос для подачи жидкого раствора в растворопровод с распылителями. Одновременно с распылением начинается движение передвижных станций в заданном направлении.

Приведем результаты теоретического исследования процесса опрыскивания рабочей жидкостью при ультрамалом объеме опрыскивания посевов риса и рассмотрим конструктивную особенность работы широкозахватного опрыскивателя с гибким отводом и летательными аппаратами.

Исходные капли препарата, подхватываемые воздушным потоком, дополнительно разделяются, образуя капли меньшего диаметра, в виде мелкодисперсного аэрозольного облака, которое оседает на посевы риса.

Качество опрыскивания зависит от правильности выбранных параметров процесса, режимов работы и функциональных возможностей опрыскивателей. Свойства аэрозолей в большей степени зависят от размера частиц. Именно их размером определяются основные свойства частиц, такие как скорость падения, степень инерционного осаждения на обтекаемых препятствиях (коэффициент захвата), степень сноса частиц воздушным потоком, скорость испарения и так далее. В сельском хозяйстве используются аэрозоли с очень широким диапазоном размеров частиц. При этом для достижения одной и той же цели могут применяться как аэрозоли с крупными частицами, так и с более мелкими. До настоящего времени вопрос об оптимальном размере частиц аэрозоля все еще остаётся основным вопросом изучения.

В процессе опрыскивания удаётся регулировать лишь средний размер частиц аэрозоля, при этом наличие мелких, средних и крупных частиц снижает эффективность производственного процесса. По этим причинам необходимо наличие технических средств, позволяющих получить разделение жидкости на капли одинакового размера.

Опрыскивание посевов риса аэрозольным потоком – это частный случай применения аэрозолей и подчинен закономерностям и теоретическим выводам, являющихся общими для широкого класса процессов [8].

К техническим средствам для обработки посевов риса предъявляются следующие основные требования: соблюдение полного покрытия обрабатываемых посевов (достигается обеспечением подачи требуемого количества препарата) и равномерное распределение препарата. Расход жидкости в процессе опрыскивания определяет качество обработки и экономическую целесообразность процесса и остается важнейшей характеристикой ра-

боты опрыскивателя.

Минимальное количество рабочей жидкости, необходимой для обрабатываемой поверхности определяется по формуле [9]:

$$Q_{тр. min} = f(S, \sigma),$$

где S – обрабатываемая площадь, м²;

σ – коэффициент поверхностного натяжения, Н/м.

Теоретический расход рабочей жидкости опрыскивателя $Q_{т.р.ж}$ определяется по формуле:

$$Q_{т.р.ж} = V_{р.ж} n, \tag{1}$$

где $V_{р.ж}$ – объем одной капли рабочей жидкости, поступающий на 1 распылитель, м³;

n – количество распылителей, шт.

Объем одной капли можно записать как [10]:

$$V_{р.ж} = \frac{2\pi d_{ич}^3}{3k_p^2}, \tag{2}$$

где $d_{ич}$ – исходный диаметр частицы, м;

k_p – коэффициент растекания капель на обрабатываемой поверхности.

Диаметр отверстия распылителя для истечения рабочей жидкости определяют с учетом процесса образования капли, медленно вытекающей из отверстия диаметром d_o под действием силы тяжести. При медленном истечении жидкости из отверстия в процессе формирования капель лежит баланс силы тяжести и силы поверхностного натяжения [11].

Диаметр капли d_k , образующейся в момент отрыва от сопла распылителя, определяют приравняв силу тяжести, действующую на каплю, силе поверхностного натяжения, действующей по периметру сечения отверстия распылителя.

Примем форму капли за шар. Тогда ее масса определится как:

$$m_k = \rho \frac{\pi d_k^3}{6}, \tag{3}$$

где ρ – плотность рабочей жидкости.

Формулы для определения сил тяжести F_T и поверхностного натяжения F_H имеют вид:

$$F_T = \rho g \frac{\pi d_k^3}{6}, F_H = \pi d_o \sigma. \tag{4}$$

Исходный диаметр капель, $d_{ич}$, вытекающих из распылителя через отверстие диаметром d_o , определяется по формуле:

$$d_{ич} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot d_o \cdot \lim_{x \rightarrow \infty} \sigma}{\rho \cdot g}}. \tag{5}$$

Проанализируем формирование капель при разделении большой капли (истекающей из распылителя), передвигающейся потоком воздуха. На каплю действуют внешние аэродинамические силы, которые уравниваются силами поверхностного натяжения (для слабвязких жидкостей).

Наибольшее сечение капли, перпендикулярное скорости надвигающегося потока воздуха U_D , определяется по формуле:

$$S = \frac{\pi d_k^2}{4}. \quad (6)$$

Тогда справедливо равенство аэродинамических сил и сил поверхностного натяжения:

$$\frac{\pi d_k^2}{8} C_D Re U_D^2 \rho = \pi \cdot \sigma \cdot d_k, \quad (7)$$

где C_D – коэффициент сопротивления, зависящий от числа Рейнольдса, Re ;

Равенство рассматривается как начальное условие, при котором капли начинают деформироваться и разделяться.

Значение скорости надвигающегося потока воздуха определяется по формуле:

$$U_D = \sqrt{\frac{8\sigma}{C_D Re d_k \rho}}. \quad (8)$$

Скорость U_D – минимальная скорость воздушного потока, создаваемая лопастным винтом и необходимая для разделения капли диаметром d_k , истекающей из отверстия d_0 распылителя.

Таким образом, по формулам (5) и (8) диаметр капли, влияющей на качество распыла и образующейся при истечении из распылителя, зависит главным образом от диаметра его отверстия и физических параметров рабочей жидкости.

Выводы

Исследованиями по обработке рисовых полей летательными аппаратами установлена целесообразность их применения в отрасли рисоводства, так как существенно сокращаются потери урожая от заболеваний растений.

Появление химических веществ нового поколения

с малыми нормами расхода, но с большей биологической активностью, требует создания принципиально новой высокоточной, экологически и технологически надежной техники, рассчитанной на применение в средних и крупных рисоводческих хозяйствах, так как поставляемая и используемая ими техника для защиты растений не отвечает современным требованиям, предъявляемым к технике данного класса.

Внедрение принципиально новых технологий и технических средств защиты растений позволит значительно повысить эффективность защитных мероприятий и сократить нормы расхода химикатов, уменьшить энергетические затраты, связанные с приготовлением, транспортировкой и внесением рабочих растворов, что, в свою очередь, открывает возможность технического перевооружения всей области защиты растений и перевода ее на качественно новую ступень.

Разработка и производство новой техники для защиты растений должны осуществляться с учетом современных достижений отечественной и зарубежной науки, требований государственных и отраслевых стандартов, технологических и экологических требований.

Проведенные теоретические расчеты, позволяющие обосновать конструктивно-технологические параметры разрабатываемого широкозахватного опрыскивателя учитывают основные факторы, оказывающие влияние на качество процесса опрыскивания. Сотрудниками ДагГАУ продолжается работа по совершенствованию и созданию новых технических средств защиты посевов риса от сорной растительности, которая нацелена на решение данной проблемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агарков В.Д., Сапелкин В.К., Конохова В.П., Гордейчук Б.К. Борьба с сорняками риса. М.: Колос, 1972. 147 с.
2. Ковалев В.С., Мырзин А.С. Система защиты риса // *Защита и карантин растений*. 2013. N7. С. 48-50.
3. Крук И.С., Послед Е.В., Кот Т.П., Гордеенко О.В., Маркевич А.Е. Снижение потерь пестицидов из-за сноса при проведении обработок в неблагоприятных погодных условиях // *Экология и сельскохозяйственная техника: Материалы 6-й Международной научно-практической конференции*. СПб.: Сев.-Зап. научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства, 2009. Т. 2. С. 50-57.
4. Фисинин В.И., Лачуга Ю.Ф., Жученко А.А. и др. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года. М.: Росинформагротех, 2009. 80 с.
5. Ревякин Е.Л., Краховецкий Н.Н. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях: научно-аналитический обзор. М.: Росинформагротех, 2010. 124 с.
6. Цымбал А.А., Яцков Р.П. Оценка качественных показателей опрыскивателя с электростатической подзарядкой капель // *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2003. N2. С. 44-45.
7. Абдулгалимов М.М., Умаров Р.Д., Магомедов Ф.М., Меликов И.М., Сенькевич С.Е. Совершенствование технологии и средств механизации для борьбы с сорной растительностью // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. N5. С. 38-42.
8. Дунский В.Ф., Никитин Н.В., Соколов М.С. Монодисперсные аэрозоли. М.: Наука, 1975. 188 с.
9. Нуртдинов Т.И. Теоретические исследования по обоснованию минимально необходимого объема рабочей жидкости для полного покрытия клубней // *Аграрная на-*



ука в инновационном развитии АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. Уфа: БашГАУ, 2015. Ч. I.

10. Синайский Э.Г., Лапига Е.Я., Зайцев Ю.В. Сепарация многофазных многокомпонентных систем. М.: «Не-

дра-Бизнес-центр», 2002. 621 с.

11. Ma J., Ma R., Wu W., Lei X., Gou W. Advances in industrialized rice production research // *Academia Journal of Biotechnology*. 2015; N3(6). 117-121.

REFERENCES

1. Agarkov V.D., Sapelkin V.K., Konokhov V.P., Gordey-chuk B.K. Ravage of rice weeds. M.: Kolos, 1972: 147. (In Russian).

2. Kovalev V.S., Myrzin A.S. Rice protection system // Protection and quarantine of plants. 2013; 7: 48-50. (In Russian).

3. Kruk I.S., Posled E.V., Kot T.P., Gordienko O.V., Markevich A.E. Reduction of losses of pesticides from the demolition when carrying out treatments in adverse weather conditions // Ecology and agricultural machinery: proceedings of the 6th International scientific-practical conference. SPb.: Publishing House of North-West Research Institute of Mechanization and Electrification of agriculture, 2009; 2: 50-57. (In Russian).

4. Lachuga Yu. F. The Strategy of machine-technological modernization of agriculture in Russia for the period up to 2020. Moscow: Rosinformagrotekh, 2009: 80. (In Russian).

5. Revyakin E.L., Krakhovetskii N.N. Machines for the chemical protection of plants in innovative technologies: scient. – analyt. review- Moscow: Rosinformagrotekh. 2010: 124. (In Russian).

6. Tsymbal A.A., Yatskov R.P. Assessment of the sprinkler

qualitative index with the electrostatic trickle charging // *Tractors and agricultural machinery*. 2003; 2: 44-45. (In Russian).

7. Abdulgalimov M.M., Umarov R.D., Magomedov F.M., Melikov I.M., Senkevich S.E. Improvement of the technology and mechanical appliances for the weed control // *Agricultural machinery and technologies*. 2017; 5: 38-42. (In Russian).

8. Dunskey V.F., Nikitin N.V., Sokolov M.S. Monodisperse aerosols. M.: Science, 1975: 188. (In Russian).

9. Nurtdinov T.I. Theoretical studies on the reasoning of the minimum required volume of the working fluid for complete coating of tubers / Agrarian science in the innovative development of the agroindustrial complex: materials. Intern. scientific and practical. Conf. Ufa: Publishing House of Bashkir State Agrarian University. 2015: Part I.

10. Sinaisky E.G., Lapiga E.Ya., Zaitsev Yu.V. Separation of the multiphase and multicomponent systems. M.: Nedra-Business Center. 2002: 621. (In Russian).

11. Ma J., Ma R., Wu W., Lei X., Gou W. Advances in industrialized rice production research // *Academia Journal of Biotechnology*. 2015; 3(6): 117-121.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

объявляет набор

на бюджетные и платные места

высшее образование – программа подготовки научно-педагогических кадров

в аспирантуру и магистратуру

на 2018-19 учебный год

Лицензия №2498 от 15.02.2016

Государственная аккредитация №2475 от 19 января 2017 года

Адрес института: 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, 5.

Телефон для справок: 8 (499) 709-33-68