

УДК 631.348

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

**ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ РАСПЫЛИТЕЛЬ С ПОРИСТОЙ РАСПЫЛЯЮЩЕЙ СТЕНКОЙ**

Заммоев Аслан Узеирович  
канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник  
SPIN-код: 6317-3115

Казанов Хусен Кубатиевич  
научный сотрудник  
SPIN-код: 3126-5990

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», 360004, Россия, КБР, город Нальчик, улица им. Шарданова, 23*

Требования качественного выполнения работ по защите многолетних насаждений в условиях интенсивного горного и предгорного садоводства без негативных последствий для агроландшафта обуславливают необходимость совершенствования садовых опрыскивателей, поиска новых технических решений и разработки более эффективных конструкций. С целью повышения эффективности защиты растений в интенсивном горном и предгорном садоводстве предложены новые технические решения рабочего органа и перспективного садового опрыскивателя на его основе. В работе описаны конструкция и принцип работы нового распылителя жидкости, обоснованы его преимущества и приведены результаты испытаний экспериментальных модельных образцов. Представлена конструктивно-технологическая схема садового опрыскивателя на базе предлагаемого распылителя, для которого описано устройство и принцип работы, дано обоснование преимуществ по сравнению с эксплуатируемыми опрыскивателями

Ключевые слова: РАСПЫЛИТЕЛЬ, ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ, ПОРИСТАЯ СТЕНКА, ОПРЫСКИВАТЕЛЬ, КОНСТРУКЦИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ, СХЕМА, САДОВОДСТВО

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-175-006>

UDC 631.348

05.20.01 - Technologies and means of mechanization of agriculture (technical sciences)

**CENTRIFUGAL SPRAYER WITH POROUS SPRAYING WALL**

Zammoev Aslan Uzeirovich  
Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher  
RSCI SPIN-code: 6317-3115

Kazanov Husen Kubatievich  
Researcher  
RSCI SPIN-code: 3126-5990

*Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasus research institute of mountain and foothill horticulture", 360004, Russia, KBR, Nalchik, Shardanova, 23*

Requirements for high-quality performance of work on the protection of perennial plantations in conditions of intensive mountain and foothill horticulture without negative consequences for the agricultural landscape necessitate the improvement of garden sprayers, the search for new technical solutions and the development of more efficient designs. In order to increase the efficiency of plant protection in intensive mountain and foothill gardening, new technical solutions for the working body and a promising garden sprayer based on it have been proposed. The article describes the design and principle of operation of a new liquid sprayer, substantiates its advantages, and presents the results of tests of experimental model samples. The article presents structural and technological scheme of a garden sprayer based on the proposed sprayer, for which we have described the device and principle of operation. Also, the substantiation of the advantages in comparison with the operated sprayers is presented

Keywords: SPRAYER, CENTRIFUGAL, POROUS WALL, SPRAYER MACHINE, CONSTRUCT, TECHNOLOGY, SCHEME, HORTICULTURE

Совершенствование технологического процесса химической защиты от болезней и вредителей одна из актуальных проблем механизации горного и предгорного садоводства. К сожалению, химический метод повышения качества плодовой продукции требует применения значительного объема разнообразных химических препаратов. В настоящее время в горных и

<http://ej.kubagro.ru/2022/01/pdf/06.pdf>

предгорных садах приходится проводить до 10...12 химических обработок за один вегетационный период, а в интенсивных промышленных садах и до 40, что не может сказываться на экологической безопасности не только продукции, но и той территории, на которой её производят [1].

В связи с экологической опасностью во многих развитых странах уже ввели строгие ограничения на содержание пестицидов в продукции и степень загрязнения окружающей среды, особенно в плодовых зонах, примыкающим к населенным пунктам, территориям нахождения сельскохозяйственных животных, зонам природоохраны и заповедникам, а в Евросоюзе ввели ряд ограничительных мер по применению пестицидов [2].

В регионе Северного Кавказа, наряду с выше указанным, проблемы экологии промышленного садоводства приобретают особую остроту в связи с тем, что горно-предгорные ландшафты отличаются насыщенностью территории водными источниками (горные реки, минеральные источники, озера и т.п.), что требует повышенной экологичности рекомендуемых технологий и технических средств химической защиты плодовых культур [3].

Применяемая в настоящее время в горном и предгорном садоводстве опрыскивающая техника имеет ряд недостатков: малая производительность, большие непроизводительные потери рабочей жидкости и соответственно высокий расход дорогостоящих химических препаратов и горючесмазочных материалов, большие затраты времени и труда. Кроме этого, архитектура плодовых насаждений ориентирована на тракторную обработку, что вынуждает в течение вегетации, особенно при сильном увлажнении после осадков, проезжать по каждому ряду сада несколько десятков раз. Это вызывает сильное уплотнение почвы, образование колеи, и как следствие, износ и поломку техники и т.д. Даже при дерново-перегнойном содержании почвы, из-за этих обстоятельств возрастает риск усиления эрозионных процессов и снижения плодородия почвы.

Используемые садовые опрыскиватели не отвечают современным требованиям: имеют большие расходы рабочей жидкости (1000...2000 л/га), зачастую тяжелые баки и прицепную компоновку агрегата, низкую производительность, большие затраты времени и труда на приготовление рабочей жидкости, а гидравлические распылители часто забиваются [3]. Традиционная схема опрыскивателя основана на гидравлическом принципе распыления рабочей жидкости и требует использования насоса высокого давления с приводом от ВОМ трактора для подачи рабочей жидкости от бака по магистралям высокого давления к распылителям, что обуславливает громоздкость техники и вызывает неизбежные затраты энергии на преодоление сил сопротивления в трубопроводах, в целом понижая КПД опрыскивателя. В вентиляторных опрыскивателях также много затрат энергии требует централизованное формирование воздушного потока для формирования воздушно-капельных струй факелов распыла, что еще и осложняет регулирование структуры и характера струи в процессе опрыскивания.

Все вышеперечисленные обстоятельства обуславливает актуальность исследований в области совершенствования технологического процесса опрыскивания, поиска новых технических решений и разработки более эффективных конструкций, которые могут существенно изменить качество опрыскивания и повысить уровень совершенства опрыскивающей техники для интенсивного горного и предгорного садоводства.

Цель работы – повышение эффективности защиты растений в интенсивном горном и предгорном садоводстве путем разработки нового рабочего органа садового опрыскивателя.

Текущий уровень развития опрыскивающей техники для садоводства определен из анализа конструкций опрыскивателей [4], способов распыления рабочей жидкости [5, 6] и основных агротехнических требований к опрыскивателям [7-10].

Сравнение применимых в сельском хозяйстве методов распыления позволяет утверждать о преимуществе гидравлического распыления по энергоэффективности, механического по возможности варьирования производительности и дисперсности капель, пневматического по возможности мелкодисперсного распыления. В тоже время каждый способ имеет ряд недостатков, ограничивающих их эффективность и практическую применимость. В настоящее время в сельском хозяйстве получили распространение гидравлические распылители, несмотря на широкую дисперсность капель и сложность управления ею.

С целью повышения эффективности распылительных устройств Заммoeвым А.У. предложена конструкция устройства для распыления жидкости, которая может быть использована в опрыскивателях, предназначенных для обработки надземной части растений малыми нормами расхода рабочей жидкости [11].

Данное изобретение решает задачу устранения недостатков прототипов распылителя жидкости [12, 13], в том числе упрощение конструкции, улучшение качества распыления жидкости и повышение надежности устройства.

Это достигается тем, что в распылителе жидкости, содержащем привод в виде двигателя с приводным валом, закрепленный на валу двигателя перфорированный полый барабан и устройство для подвода во внутреннюю полость барабана распыливаемой жидкости, на наружном диаметре барабана закрепляется дополнительное распылительное устройство – пористая втулка, выполненная в виде композиции пористого полимерного материала и армирующей волокнистой сетки (рис. 1).

Предложенная конструкция представляет собой гибридный тип распылителя, сочетающий механический способ создания гидравлического давления распыливаемой жидкости на распыливающую вращающуюся пористую стенку центробежными силами и гидравлическое распыление жид-

кости, проходящей через пористую стенку за счет силы гидравлического давления и центробежных сил отрыва капель от формирующихся на внешней поверхности пористой стенки микроструй.

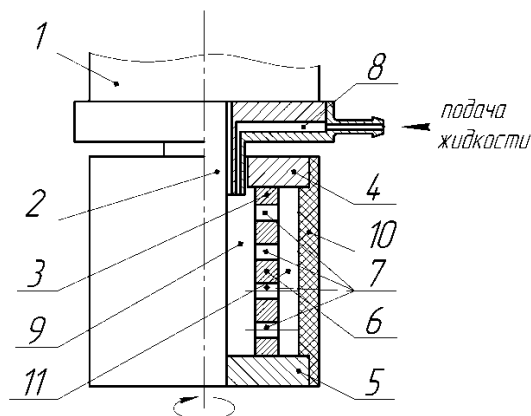


Рисунок 1 – Центробежный распылитель жидкости с пористой распыляющей стенкой конструкции Заммоева А.У. [11]

Совершенствование конструкции распылителя достигнуто за счет замены конструктивно сложной сетки на пористую втулку, что позволяет не только увеличить количество микроструй по сравнению с дисковыми и сетчатыми распылителями, задействовав практически всю боковую поверхность барабана, но и упростить конструкцию распылителя, снизить её стоимость и облегчить обслуживание.

Техническое решение с пористой втулкой также улучшает способ распыливания, обеспечивая благодаря наличию гидравлического сопротивления наиболее равномерное распределение рабочей жидкости по боковой наружной поверхности распылителя, улучшая тем самым равномерность распределения капель в факеле распыла. Подбор структуры пористого материала втулки, параметров конструкции и режима вращения дают возможность обеспечить необходимую дисперсность формируемых капель.

Пробные испытания экспериментальных модельных образцов, изготовленных на базе электродвигателей мощностью 10-15 Вт и работающих от источника питания напряжением 12В, дали следующие результаты:

- диаметр капель - 80-150 мкм;
- ширина обрабатываемой поверхности - до 1,5 м;
- расход рабочей жидкости - до 1 л/мин.

Очевидные преимущества данной конструкции распылителя жидкости в сравнении с прототипами дали основание для начала разработки рабочего органа садового опрыскивателя, позволяющего внести существенные изменения в традиционную конструктивно-технологическую схему садового опрыскивателя, улучшив его технические и эксплуатационные характеристики в пользу применения в специфичных условиях горного и предгорного садоводства.

В виду формирования гидравлического давления для распыления непосредственно в распылителе в конструкции опрыскивателя отпадает необходимость в насосе высокого давления и связанных с подачей жидкости под таким давлением магистралей и гидравлической арматуры. Для подачи жидкости из емкости достаточно использовать менее энергоемкий центробежный электронасос с напорной характеристикой достаточной для подачи необходимого количества жидкости в распылители, установленные на перепаде высот с емкостью до 3 м, а магистрали и гидравлическую арматуру низкого давления можно выполнить из доступных полимерных материалов.

Для формирования необходимых воздушно-капельных потоков, распылители жидкости устанавливаются на раме таким образом, чтобы факелы распыла покрывали целевой объем надземных частей растений, т.е. обеспечивали необходимое покрытие крон плодовых деревьев. Для этой цели может быть применена схема с центральным вентилятором и рукавами-воздуховодами, подходящими к раме с распылителями. Привод вентилятора может быть осуществлен через трансмиссию от ВОМ трактора или от гидромотора, подключенного к гидросистеме трактора.

В связи с более низкими энергетическими затратами на распыление жидкости привод распылителей осуществляется электродвигателями, питаемыми регулируемые электросиловыми блоками от электрогенератора необходимой мощности, который может базироваться как на самом опрыскивателе и приводится от ВОМ трактора вместе с вентилятором, так и подключается к бортовой электросистеме трактора.

Контроль и управление процессом работы опрыскивателя осуществляется с помощью микроэлектронного блока управления, сопряженного необходимыми сенсорными и регулируемые исполнительными устройствами.

Конструктивно-технологическая схема садового опрыскивателя для горного и предгорного садоводства в соответствии с данным техническим предложением представлена на рис. 2. Опрыскиватель работает следующим образом.

Из основного бака 1 через заборный патрубок 2, кран трехходовой 3 в рабочем положении и фильтр линии всасывания 4 центробежный насос 5 всасывает рабочую жидкость и подает её к редукционному клапану 7, который с заданным давлением подает рабочую жидкость через электроприводные регулируемые дроссели 8 с заданным расходом к распылителям жидкости 9. Излишки рабочей жидкости с редукционного клапана 7 подаются через патрубок переливной 10 обратно в основной бак 1.

Основной бак 1 снабжено горловиной с фильтром корзинным 11, гидромешалкой 12, питаемый от нагнетательной магистрали насоса через кран 6. Для мытья рук опрыскиватель снабжен дополнительным баком 13 для чистой воды и краном 14. Заправку основного бака можно осуществить, используя рукав заправочный 15, переведя кран трехходовой 3 в положение «Заправка/промывка», открыв кран 6 гидромешалки 12 и отключив подачу жидкости в распылители.

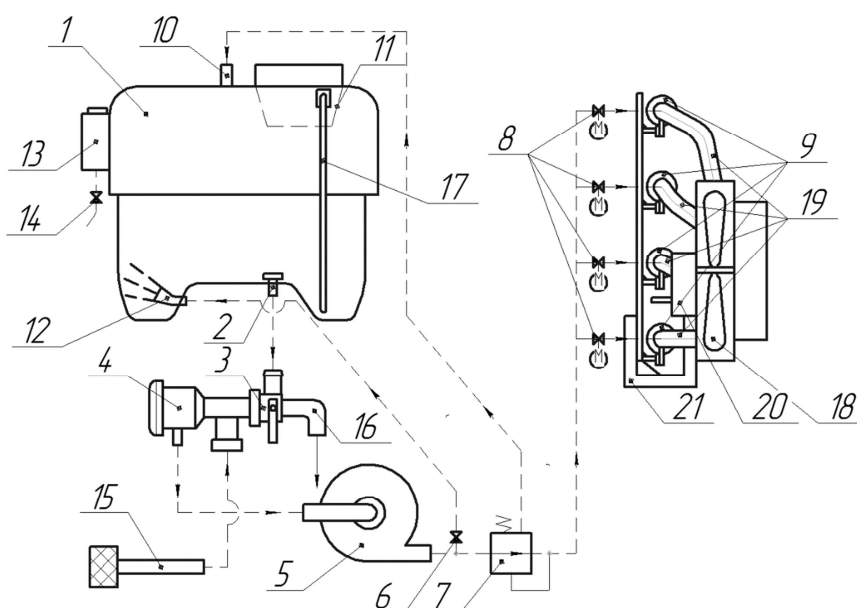


Рисунок 2 – Конструктивно-технологическая схема перспективного садового опрыскивателя для горного и предгорного садоводства

1 – основной бак; 2 – заборный патрубок (антиворонка); 3 – кран трехходовой; 4 – фильтр линии всасывания; 5 – центробежный насос; 6, 14 – кран; 7 – редукционный клапан; 8 – регулируемый дроссель; 9 – распылители жидкости центробежные с пористой распыляющей стенкой; 10 – патрубок переливной; 11 – фильтр корзинный; 12 – гидромешалка; 13 – дополнительный бак; 15 – рукав заправочный; 16 – патрубок сливной; 17 – уровнемер; 18 – вентилятор; 19 – воздухопроводы; 20 – привод вентилятора; 21 – рама

Слив из основного бака осуществляется через патрубок сливной 16 при установке крана трехходового 3 в положение «Слив». Для контроля уровня рабочей жидкости бак оснащен уровнемером 17.

Воздух для формирования воздушно-капельного потока распылителя нагнетается вентилятором 18 через воздухопроводы 19, подведенным к распылителям 9. Вентилятор 18 работает от привода 20.

Все узлы опрыскивателя монтируются на раме 21, которая агрегируется с трактором через стандартную навеску.

Ожидается, что объем основного бака будет не более 600 л. Конструкция рамы, бака, вентилятора с воздухопроводами может быть спроектирована по аналогии с серийным садовым опрыскивателем ОВС-600С.



Для ускорения проектирования и экспериментального исследования параметров и режимов работы распылителя жидкости и перспективной конструкции садового опрыскивателя целесообразно вести разработку опытного образца распылительного узла с индивидуальным вентилятором, что исключает необходимость использования в конструкции опытного образца опрыскивателя по приведенной схеме центрального вентилятора и воздухопроводов.

Таким образом, предложенная конструктивно-технологическая схема позволяет создать компактный опрыскиватель с использованием недорогих компонентов и обеспечить достаточно высокий уровень производительности и качества химической обработки плодовых деревьев в условиях горного и предгорного садоводства с помощью нового рабочего органа – центробежного распылителя с пористой распыляющей стенкой.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Быстрая, Г. В. Основные направления экологизации интенсивной технологии выращивания яблони в садовых агроценозах Кабардино-Балкарии [Текст] / Г. В. Быстрая, В. Н. Бербеков, Э. Б. Алхасов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 3. – С. 61-70.
2. EC D. Establishing a framework for community action to achieve the sustainable use of pesticides [Текст] //EU Council doi: 21st (October 2009). – 2009.
3. Губжоков, Х. Л. Параметры и режимы работы ультрамалообъемного опрыскивателя с пневмоакустическими распылителями для интенсивного горного и предгорного садоводства [Текст] : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Губжоков Хусен Лелевич. – Нальчик, 2006. – 172 с.
4. Илаев, Б. В. Обзор и анализ конструкций опрыскивателей [Текст] / Б.В. Илаев, Р.М. Тавасиев // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 48. – № 1. – С. 162-164.
5. Хмелев, В. Н. Ультразвуковое распыление жидкостей: монография. [Текст] / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, А.В. Шалунова / – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 272 с.
6. Пажи, Д. Г. Основы техники распыливания жидкостей. [Текст] / Д.Г. Пажи, В.С. Галустов / –М.: Химия, 1984.
7. Оборудование для защиты растений. Термины и определения. [Текст] / ГОСТ ISO 5681-2012 - Издание официальное. - М.: Стандартиформ, 2006. - 16 с.
8. Машины для защиты растений. Опрыскиватели. Методы испытаний. [Текст] / ГОСТ Р 53053-2008 - Издание официальное. - М.: Стандартиформ, 2009. - 45 с.
9. Оборудование для защиты растений. Оборудование распылительное. Часть 1. Методы испытаний распылительных насадок. [Текст] / ГОСТ ИСО 5682-1-2004 - Издание официальное. - М.: Стандартиформ, 2006. - 12 с.

10. Оборудование для защиты растений. Оборудование распылительное. Часть 2. Методы испытаний гидравлических распылителей. [Текст] / ГОСТ ИСО 5682-2-2004 - Издание официальное. - М.: Стандартиформ, 2006. - 12 с.

11. Пат. 2585845 Российская Федерация, МПК А01М7/00. Распылитель жидкости [Текст] / А. У. Заммоев; заявитель и патентообладатель А. У. Заммоев. – № 2015112507/13; заявл. 06.04.2015; опубл. 10.06.2016, Бюл. №16

12. А.с. 827000 Российская Федерация, МПК А01М7/00. Распылитель жидкости [Текст] / Г.Е. Церуашвили; заявитель и патентообладатель ГрузНИИЗР. – № 2838615/30-15; заявл. 12.11.79; опубл. 07.05.81, Бюл. № 17

13. Пат. 2152719 Российская Федерация, МПК А01М7/00. Распыливающий рабочий орган [Текст] / [В.И. Митрофанов и др.]; заявители и патентообладатели [В.И. Митрофанов и др.]. – № 99119507/13; заявл. 10.09.1999; опубл. 20.07.2000, Бюл. №20

### References

1. Bystraja, G. V. Osnovnye napravlenija jekologizacii intensivnoj tehnologii vyrashhivaniya jabloni v sadovyh agrocenozah Kabardino-Balkarii [Tekst] / G. V. Bystraja, V. N. Berbekov, Je. B. Alhasov // Izvestija Timirjazevskoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – 2016. – № 3. – S. 61-70.

2. EC D. Establishing a framework for community action to achieve the sustainable use of pesticides [Tekst] //EU Council doi: 21st (October 2009). – 2009.

3. Gubzhokov, H. L. Parametry i rezhimy raboty ul'tramaloob#emnogo opryskivatelja s pnevmoakustichesкими raspyliteljami dlja intensivnogo gornogo i predgornogo sadovodstva [Tekst] : special'nost' 05.20.01 "Tehnologii i sredstva mehanizacii sel'skogo hozjajstva" : dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehnicеских наук / Gubzhokov Husen Lelevich. – Nal'chik, 2006. – 172 s.

4. Ilaev, B. V. Obzor i analiz konstrukcij opryskivatelej [Tekst] / B.V. Ilaev, R.M. Tavasiyev // Izvestija Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – T. 48. – № 1. – S. 162-164.

5. Hmelev, V. N. Ul'trazvukovoe raspylenie zhidkостей: monografija. [Tekst] / V.N. Hmelev, A.V. Shalunov, A.V. Shalunova / – Bijsk: Izd-vo Alt. gos. tehn. un-ta, 2010. – 272 s.

6. Pazhi, D. G. Osnovy tehniki raspylivaniya zhidkостей. [Tekst] / D.G. Pazhi, V.S. Galustov / –M.: Himija, 1984.

7. Oborudovanie dlja zashhity rastenij. Terminy i opredelenija. [Tekst] / GOST ISO 5681-2012 - Izдание oficial'noe. - M.: Standartinform, 2006. - 16 s.

8. Mashiny dlja zashhity rastenij. Opryskivатели. Metody ispytanij. [Tekst] / GOST R 53053-2008 - Izдание oficial'noe. - M.: Standartinform, 2009. - 45 s.

9. Oborudovanie dlja zashhity rastenij. Oborudovanie raspylitel'noe. Chast' 1. Metody ispytanij raspylitel'nyh nasadok. [Tekst] / GOST ISO 5682-1-2004 - Izдание oficial'noe. - M.: Standartinform, 2006. - 12 s.

10. Oborudovanie dlja zashhity rastenij. Oborudovanie raspylitel'noe. Chast' 2. Metody ispytanij gidravlicеских raspylitelej. [Tekst] / GOST ISO 5682-2-2004 - Izдание oficial'noe. - M.: Standartinform, 2006. - 12 s.

11. Пат. 2585845 Rossijskaja Federacija, MPK А01М7/00. Raspylitel' zhidkостей [Tekst] / А. U. Zammoev; zajavitel' i patentoobladatel' А. U. Zammoev. – № 2015112507/13; zajavl. 06.04.2015; opubl. 10.06.2016, Bjul. №16

12. А.с. 827000 Rossijskaja Federacija, MPK А01М7/00. Raspylitel' zhidkостей [Tekst] / G.E. Ceruashvili; zajavitel' i patentoobladatel' GruzNIIZR. – № 2838615/30-15; zajavl. 12.11.79; opubl. 07.05.81, Bjul. № 17

13. Pat. 2152719 Rossijskaja Federacija, MPK A01M7/00. Raspylivajushhij rabochij organ [Tekst] / [V.I. Mitrofanov i dr.]; zajaviteli i patentoobladateli [V.I. Mitrofanov i dr.]. – № 99119507/13; zajavl. 10.09.1999; opubl. 20.07.2000, Bjul. №20