

На правах рукописи



Османов Энвер Шевхийевич

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИНЫ
ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ВИНОГРАДНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОТ
СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

Специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Симферополь – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» Агротехнологическая академия (ФГБОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» АТА)

**Научный
руководитель:**

Догода Пётр Ануфриевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Официальные
оппоненты:**

Камбулов Сергей Иванович
доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник
отдела механизации растениеводства ФГБНУ «АНЦ Донской»

Коваль Зинаида Михайловна
кандидат технических наук, главный научный сотрудник,
Новокубанский филиал ФГБНУ «Российский научно-
исследовательский институт информации и технико-экономических
исследований по инженерно-техническому обеспечению
агропромышленного комплекса»

**Ведущая
организация:**

Всероссийский национальный научно-исследовательский
институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН

Защита состоится « 13 » декабря 2021г. в 11:00 часов на заседании диссертационного совета Д 900.006.10 на базе Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И.Вернадского» по адресу: 295492, Республика Крым, г. Симферополь, пос. Аграрное, АТА КФУ им. В.И. Вернадского.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Агротехнологической академии ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет имени В.И.Вернадского, на сайте <http://cfuv.ru/> и на официальном сайте ВАК РФ [http:// vak2.ed.gov.ru](http://vak2.ed.gov.ru).

Автореферат разослан «__» _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 900.006.10

Ермолин Дмитрий Владимирович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Многолетние насаждения требуют применения системы мер по уходу за ними, большая часть которых заключается в обработке почвы и борьбе с сорной растительностью, наносящей большой ущерб насаждениям, особенно при недостаточной обработке почвы в пристволевой зоне и межстволевой полосе, где затрудняется механизированный уход за почвой под кронами. В этих условиях химическая борьба с сорняками с применением гербицидов является весьма актуальным и экономически выгодным мероприятием.

Для уменьшения числа обработок почвы на виноградниках применяют гербициды, что в сочетании с другими агротехническими приемами позволяет поднять уровень механизации и производительности труда, совершенствовать технологию возделывания виноградников.

На виноградниках сорные растения могут составлять конкуренцию в потреблении воды и питательных веществ. Успешно конкурировать за свет они не могут, поскольку произрастают в нижнем ярусе растительного сообщества, под пологом виноградного куста.

Сорные растения способны накапливать значительную биомассу. Отмечены случаи, когда при достаточном увлажнении зеленая масса достигала 150-200 ц/га и более, а на 1 м² произрастало до 700 сорных растений.

В целях эффективного и рационального использования средств защиты растений, необходимо уделить большое внимание разработке теории и методов конструирования рабочих органов и параметров машин, обеспечивающих снижение расхода рабочих жидкостей, уменьшение сноса факела распыла ветром и одновременно более точное попадание на обрабатываемые растения.

Нашедшие широкое применение сельскохозяйственные опрыскиватели не позволяют получить качественный распыл и равномерное отложение распыленной жидкости на поверхности растений. Существующая аппаратура сложна по конструкции и малонадежна, применяемые способы опрыскивания не позволяют добиться высокого качества защитных мероприятий на сельскохозяйственных культурах.

Работа выполнена в соответствии с планами НИР КФУ АБиП «Обоснование технологических, конструктивных и режимных параметров с целью разработки экологически безопасных сельскохозяйственных машин по уходу за виноградниками, садовыми насаждениями и овощными культурами юга России». Раздел 17, номер государственной регистрации 115121010071 (2014-2019 гг).

Степень разработанности темы. Вопросами механизации химической защиты сельскохозяйственных культур занимаются ВНИИ Виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И.Вернадского» и др. Большой вклад в развитие механизации виноградарства внесли ученые Маслов Г.Г., Лебедев А.Т., Трубилин Е.И., Беренштейн И.Б., Догода П.А., Скориков Н.А., Нагирный Ю.П., Леонтьева И.А., и др. их выводы, формулировки и рекомендации используются при расчете и конструирования средств механизации для химической защиты сельскохозяйственных растений.

Лепехин Н.С., Бешанов А.В., Воронов Ф.П. и Зархидзе В.А., проведя опыты по изучению действия гербицидов на сорную растительность, сделали следующее заключение: изменение размера капель со 116 до 680 мкм и расход рабочей жидкости с 30 до 230 л/га почти не оказало влияния на биологическую эффективность гибели сорняков. Опытами Соколова М.С. и Зубенко В.В. было определено, что плохо смачиваемые водными растворами гербицидов растения удерживали в виде капель размером ~100мкм примерно в 5...20 раз больше препарата, чем в виде крупных капель ~ 600мкм. Уменьшение размера капель позволяет значительно увеличить площадь обрабатываемой поверхности притом же расходе жидкости.

Цель и задачи исследования. Повышение качества внесения гербицидов в приштамбовых защитных зонах виноградных насаждений при отсутствии загрязнения окружающей среды путём обоснования технологической схемы, параметров рабочих органов и режимов работы машины для химической защиты от сорной растительности.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие основные задачи:

1. Обосновать схему технологического процесса внесения гербицидов в приштамбовых защитных зонах виноградных насаждений, обеспечивающую эффективное нанесение растворов препаратов на листовую поверхность сорной растительности;
2. Теоретически определить рациональные конструктивные и режимные параметры рабочих органов машины для внесения гербицидов, создающих турбулентный воздушно-жидкостный поток.
3. Разработать методику экспериментальных исследований по определению рабочих параметров и режимов работы машины для внесения гербицидов в приштамбовых зонах виноградных насаждений.
4. Провести экспериментальные исследования и представить результаты определения параметров и режимов работы машины для внесения гербицидов в приштамбовых зонах виноградных насаждений.
5. Дать технико-экономическую и энергетическую оценку работы машины для внесения гербицидов в приштамбовых зонах виноградных насаждений.

Объект исследования – технологический процесс внесения гербицидов в приштамбовых зонах машиной для защиты виноградных насаждений от сорной растительности.

Предмет исследования – зависимость показателей качества внесения гербицидов в приштамбовых защитных зонах от параметров рабочих органов и режимов работы машины для защиты виноградных насаждений от сорной растительности.

Рабочая гипотеза: рабочие органы с обоснованными основными конструктивными и режимными параметрами машины для внесения гербицидов в приштамбовых зонах виноградных насаждений позволят создавать турбулентный воздушно-жидкостный поток, обеспечивающий нанесение рабочей жидкости на верхнюю и нижнюю поверхности листового аппарата сорной растительности.

Научная гипотеза: обоснование технологической схемы, параметров рабочих органов и режимов работы машины для химической защиты виноградных насаждений от сорной растительности с использованием турбулентного воздушно-жидкостного потока позволит повысить качество внесения гербицидов в приштамбовых защитных зонах и, как следствие, сократить расход ядохимикатов и уменьшить количество обработок.

Научная новизна работы. Определены аналитические зависимости и закономерности для выбора рациональных конструктивных и режимных параметров рабочих органов машины для защиты виноградных насаждений от сорной растительности гербицидами, которые могут быть использованы при модернизации и разработке УМО.

Практическая значимость. Разработаны рекомендации по расчетам оптимальных параметров и режимов работы опрыскивателя для обработки приштамбовых зон виноградных насаждений гербицидами.

На защиту выносятся следующие основные положения и результаты диссертационной работы:

- технологическая схема машины для внесения гербицидов в приштамбовых зонах виноградных насаждений с дополнительным воздушным потоком от вентилятора;
- конструктивные и режимные параметры рабочих органов машины для внесения гербицидов в приштамбовых зонах виноградных насаждений;
- зависимость качественных показателей работы машины для внесения гербицидов в приштамбовых зонах виноградных насаждений от конструктивных и режимных параметров её рабочих органов;
- экономическая и энергетическая эффективность результатов исследования.

Степень достоверности результатов. В ходе исследований и расчетов, проведенных в данной работе использовались источники и научные работы признанных российских и мировых ученых. Достоверность результатов была подтверждена экспериментально при помощи поверенных измерительных приборов.

Результаты исследований по диссертационной работе докладывались на 11 Международных научно практических конференциях «Новые направления разработки средств

механизации сельскохозяйственного производства» (Южный филиал Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины «КАТУ», Симферополь, 22 апреля 2010 г.). Международная научная конференция «Сучасні проблеми механізації сільськогосподарського виробництва» (Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, 28 мая 2010 г.). IV международная научно-техническая конференция «Проблемы энергосбережения» «Энергия 2010» (г. Ялта, 13-18 сентября 2010 г.). Научная конференция «Проблемы механизации производства и технологии переработки сельскохозяйственной продукции в АПК» (Южный филиал Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины «КАТУ», Симферополь, 2 июня 2011 г.). Научно-практические конференции Южный филиал Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины «КАТУ» (г. Симферополь, 2010...2012 гг.). Выставка «АгроЭкспо Крым» г. Симферополь 2015 г. Международная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава «Перспективы развития средств механизации и технического сервиса в АПК», Симферополь, 20апреля 2016 г. Международная научно-практическая конференция молодых ученых второго фестиваля науки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, Симферополь, 25 октября 2016 г. Российская научно-практическая конференция «Экологическая оптимизация и управление продуктивностью ландшафтов», при поддержке РФФИ, Анапа, 20 – 25 апреля 2018 г. Международная научная конференция по результатам работы научной школы «Механико-бионические основы разработки почвообрабатывающих машин», Симферополь, 2 – 3 апреля 2020 г. Международная научная конференция по результатам работы научной школы «Механико-бионические основы разработки почвообрабатывающих машин», Симферополь, 15 – 16 апреля 2021 г.

Публикации. По результатам исследования опубликовано 16 научных работ, в том числе 4 в специализированных изданиях, утвержденных ВАК, из них 9 самостоятельные, получено 2 патента на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа содержит введение, пять глав, основные выводы, список использованных источников и 4 приложения. Работа содержит 185 страниц машинописного текста, 70 рисунков, 25 таблиц и 4 приложений. Список литературы состоит из 147 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, дана общая характеристика работы, изложены цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость результатов исследований, основные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе «Современное состояние механизаций химической защиты виноградных насаждений от сорной растительности гербицидами» проведен анализ способов борьбы с сорной растительности и их эффективность, средства механизации для химической борьбы с сорной растительностью на виноградных насаждениях и типы распылителей жидкости.

Рассмотренные для внесения гербицидов машины и приспособления удовлетворительно выполняют поставленный технологический процесс, однако имеют существенные недостатки: при работе существующих машин, не исключено попадание гербицидов на листья растений, вызывающие их угнетение и даже гибель; полидисперсность распыла варьируется от 20 до 500 мкм; неравномерность обработки верхнего, среднего и нижнего ярусов, абаксиальной (внутренняя) и адаксиальной (наружная) поверхности листьев и стеблей сорного растения.

Устранение выше отмеченных недостатков существующей технологии химической обработки виноградников возможно за счет создания и внедрения в производство новых машин, обработка абаксиальной и адаксиальной поверхности сорных растений будет осуществляться с помощью воздушно-жидкостной потока.

Недостатком импортных гербицидных опрыскивателей является их высокая стоимость, низкая ремонтпригодность в условиях виноградарских хозяйств.

Большой вклад в разработку конструкций машин и технологии опрыскивания внесли известные ученые: В.Ф. Дунский, Н.С. Лепехин, А.Д. Таран, С.М. Борисова, П.А. Догода, И.Н. Велецкий, Ю.Ф. Дитякин, Г.Н. Абрамович, В.В. Кузнецов и др. Ими обоснованы технологические схемы ультрамалообъемного опрыскивания, расположение распылителей, что обеспечивает широкий спектр рабочих параметров и подчеркивающий универсальность пневматического способа обработки растений.

Во втором разделе «Теоретическое обоснование параметров рабочих органов машины для внесения гербицидов при борьбе с сорной растительностью на виноградниках» обоснована конструктивно-технологическая схема опрыскивателя для внесения гербицидов в приштамбовых зонах междурядий виноградников (патент на полезную модель РФ №200666), определены конструктивные и режимные параметры машины.

При обработке сорных растений на многолетних насаждениях обычными опрыскивателями для внесения гербицидов большее количество рабочего раствора гербицидов оседает на абаксиальной (верхней) стороне листьев и верхней части стеблей растения. Абаксиальная сторона листьев обрабатывается препаратом лишь на 4...5%. Это значительно ниже, чем необходимо по агротехническим требованиям. В результате, чем выше растения и гуще их листе-стебельная масса, тем труднее их обработать обычным опрыскивателем и тем меньше действие препарата на сорные растения расположенные в средних и нижних ярусах. Кроме всего, многие сорные растения, такие как сурепка полевая, осот и др. проявляют гидрофобный эффект (покрыта восковыми ворсинками), благодаря которым на абаксиальной стороне листьев сорного растения любая жидкость не задерживается, а стекает с них, попадая в почву. Это все приводит к повторному проведению опрыскивания, что ведет к увеличению энергоёмности процесса при обычном опрыскивании.

В таких случаях необходимо, чтобы капли рабочего раствора попадали на абаксиальную часть растения, которая нежнее и на которой отсутствует восковое покрытие. Применение воздушного потока снимает эту проблему, так как воздушный поток дробит крупные капли и способствует лучшему проникновению рабочего раствора в листе-стебельную массу растений.

Усовершенствование конструктивно-технологической схемы опрыскивателя, где вентилятор приводимый в движение гидромотором, направляет воздушный поток в воздуховодные рукава 5 (рисунок 1) с переменным по длине сечением (конический воздуховодный рукав), за счет этого статическое давление воздуха внутри рукава остается постоянным, что способствует одинаковой скорости истечения воздуха из воздушных насадок в зону действия распылителей рабочей жидкости.

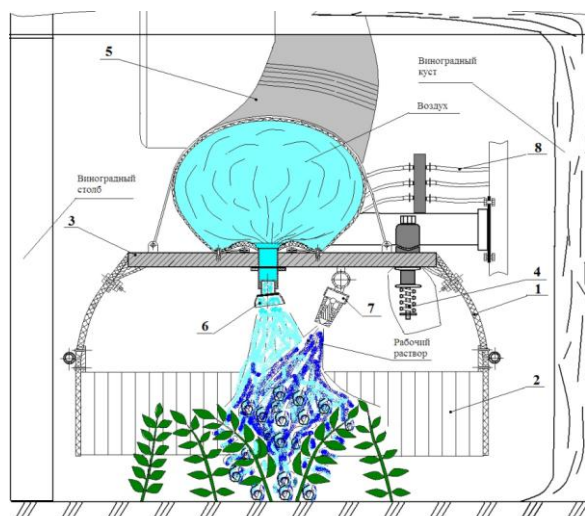


Рисунок 1 – Принципиальная схема транспортировки раствора гербицида на листовой аппарат сорных растений

Далее воздушный поток из воздуховодных рукавов через воздушные насадки 6 подается в рабочую зону. Сменные воздушные насадки с различным углом атаки

обеспечивают одинаковое направление истечения воздуха по всей длине воздухораспределительного рукава и увеличивают его пропускную способность.

Регулировка скорости воздушного потока обуславливается бесступенчато за счет гидромотора. Это позволяет изменять интенсивность напор воздуха в зависимости от фаз вегетации сорных растений. Образующий воздушно-жидкостный поток позволяет не только препятствовать снесению рабочей жидкости в ветреную погоду, но и отклоняет стебли сорных растений, увеличивая зону покрытия адаксиальной и абаксиальной поверхности листа сорного растения рабочей жидкостью.

Рабочий процесс проходит в защитных кожухах 1, по периферии которых установлены шторки 2 для исключения попадания воздушно-жидкостного потока на листовую аппарат виноградного куста.

При движении агрегата боковые штанги 3 отклоняются при столкновении с препятствием (опорным столбом, штаблом виноградного куста) и возвращаются в исходное положение за счет пружинного механизма возврата 4.

За счет создания воздушно-жидкостного потока с завихрениями увеличивается зона покрытия адаксиальной и абаксиальной части листьев сорных растений рабочей жидкостью.

Обеспечить одинаковое направление истечения воздуха по всей длине воздухораспределительного рукава можно установкой насадок, которые позволят увеличить пропускную способность отверстия.

Необходимое динамическое давление $P_{\text{дин}}$ для воздухораспределительного рукава определяют по формуле:

$$P_{\text{дин}} = \frac{V_{\text{в нач}}^2 \rho_{\text{в}}}{2} \quad (1)$$

где $V_{\text{в нач}}$ – скорость внутри воздухораспределительного рукава в начальном сечении, м/сек;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха, кг·м⁻³.

Статическое давление $P_{\text{ст}}$ одинаковое по всей длине воздухораспределительного рукава определяется по формуле:

$$P_{\text{ст}} = \frac{V_{\text{в ср}}^2 \xi_{\text{мс}} \rho_{\text{в}}}{2} \quad (2)$$

где $V_{\text{в ср}}$ – средняя скорость выхода воздуха из насадок, м/сек;

$\xi_{\text{мс}}$ – коэффициент местного сопротивления при входе и выходе воздуха из насадок (можно принять $\xi_{\text{мс}} = 1,5$; 0,5 – на сжатие потока при входе в насадку, 1,0 – на выход).

Начальный диаметр воздухораспределительного рукава определяется по формуле:

$$D_{\text{в нач}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{в}}}{3600\pi V_{\text{в нач}}}} \quad (3)$$

где $Q_{\text{в}}$ – общее количество воздуха, подаваемого в воздухораспределительный рукав, м³·ч.

Что бы получить высокое качество обработки, а именно, для равномерного распределения капель рабочей жидкости по всему объему растений, единый поток, сформировавшийся после слияния независимых воздушно-капельного и воздушного потоков, должен быть равномерным. Для этого необходимо, чтобы к моменту встречи потоков воздушный поток был равномерным, неразрывным.

Определим расстояние, на котором формируется такой поток. Картину истечения воздуха из выпускных насадок воздухораспределительной системы можно условно разделить на 3 участка: первая слагается из движения отдельных независимых струй; второй участок – переходная, в ней происходит сближение струй и перемешивание пограничных слоев, следовательно, сглаживание поля скоростей; и третий участок – совместное движение струй, напоминающее истечение из сплошной щели с выровненным (равномерным) скоростным полем (рисунок. 2).

Расстояние h_1 , соответствующе зоне двойного перекрытия факелов распределения воздуха (третья зона), определяется по формуле:

$$h_1 = \frac{b_1 - 0,5 \cdot b_H}{tg \gamma_6} \quad (4)$$

где b_1 – межросевое расстояние между выпускными насадками воздухоораспределительных рукавов, м.

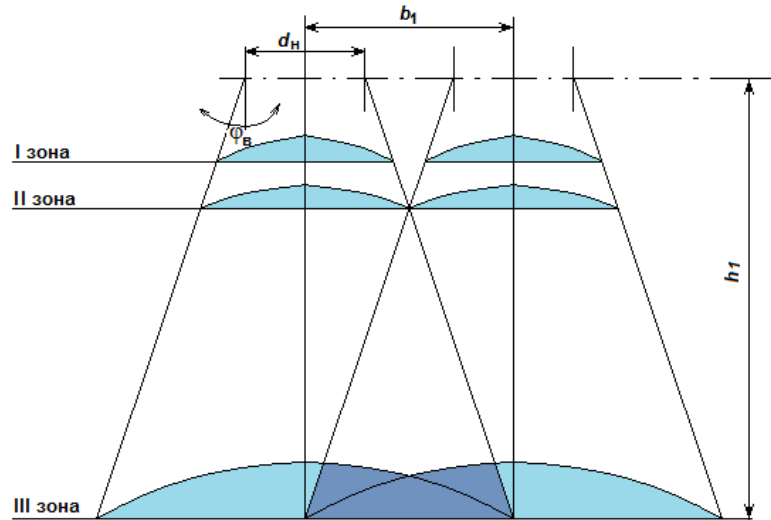


Рисунок 2– Схема взаимодействия воздушных струй и определение зоны двойного перекрытия факелов распределения воздуха

Расстояние h_2 на котором происходит это слияние, соответствует второму (переходному) участку и определяется по формуле:

$$h_2 = \frac{0,5b}{tg \frac{\gamma_p}{2}} \quad (5)$$

где b – межросевое расстояние между распылителями, м.

Начальная скорость истечения воздуха:

$$v_{z1} = \sqrt{\left(\frac{0,73gy_1(t_0 - t_{окр})}{v_{рез} T_{окр} \cos \alpha} \right)^2 + \left(\frac{0,48v_{рез}}{\frac{a^* y_1}{d_H \cos \alpha} + 0,145} \right)^2} \quad (6)$$

Для обоснования необходимой скорости v_{z1} и вывода начальной скорости истечения воздуха из выпускных насадок необходимо исследовать процесс прохождения единого потока через растительный слой.

Схема струи, проходящей через полупроницаемый слой А, показана на рисунке 3.

Набегающая часть струи ($0 < x < x_1$) существенно отличается от соответствующего участка невозмущенной струи лишь в непосредственной близости от слоя А, т. е., как и в невозмущенной струе, количество движения в набегающей струе.

$$M_0 = \text{const}_1, \quad (7)$$

В струе прошедшей слой А ($x_2 < x$),

$$M_{II} = \text{const}_2 < M_0, \quad (8)$$

В полупроницаемом слое А ($x_1 < x < x_2$) импульс струи убывает. Принято, что приращение струи для малого элемента слоя пропорциональна объему этого элемента ΔV и равна $\Delta V \xi \rho U^2$, где ρ – плотность, U – количество движения, ξ – величина, постоянная для всего слоя А и характеризует степень его проницаемости.

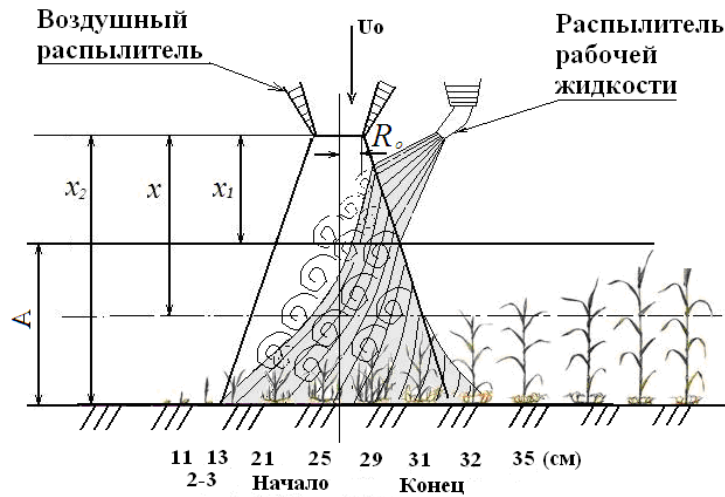


Рисунок 3 – Схема струи, проходящей через плоский полупроницаемый слой (сорные растения)

В пределе, при $\Delta x \rightarrow 0$, получаем:

$$dM = -\xi M dx, \quad (9)$$

После интегрирования с учетом $x = x_1$, $M = M_0$ получим.

$$M(x) = M_0 \exp[-\xi(x - x_1)]. \quad (10)$$

Отсюда:

$$M_{II} = M_0 \exp[-\xi(x_2 - x_1)],$$

Применительно к круглому сечению.

$$M_0 = \pi R_0^2 U_0^2 = \text{const}, \quad (11)$$

при $0 < x < x_1$,

где R_0 – радиус сопла;

U_0 – средняя скорость воздуха в выходном сечении сопла.

Для оценки распределения скоростей в сечении круглой формы, проходящей через слой A , принято, что в ней, как и в невозмущенной струе, сохраняется подобие профилей скоростей и что эти профили приближенно соответствуют уравнению профиля для основного участка невозмущенной струи:

$$U = U_m \left[1 - \left(\frac{y}{R} \right)^{3/2} \right]^2. \quad (12)$$

После преобразований расхода воздуха через поперечное сечение струи на участке $x_1 < x < x_2$ при $k_2 \approx 0,22$.

$$Q_2 \approx 0,484 U_0 R_0 x \exp \left[-\frac{\xi(x - x_1)}{2} \right], \quad (13)$$

При $x = x_1$ имеем $Q_2 \sim x_1$, т.е. с увеличением x расход растет. Нетрудно видеть, что при $\lim_{x \rightarrow \infty} Q = 0$, очевидно, расход воздуха через поперечное сечение струи при увеличении x растет и достигает определенного максимума. Принятые допущения о сохранении подобия профилей скоростей и соответствия их уравнению (12) на участке $(x_1 < x < x_2)$ оказываются физически возможными лишь при определенных ограничениях, а именно при условии, что расход воздуха через сечение струи на участке $(x_1 < x < x_2)$ растет с увеличением x .

Максимум расхода достигается при:

$$x_m = x_1 \left(1 - \frac{0,22}{k_2} \right) + \frac{2}{\xi}, \quad (14)$$

или при $k_2 \approx 0,22$, $x_m = \frac{2}{\xi}$.

Максимальный расход воздуха в критическом сечении струи равен:

$$Q_m = \frac{4,42R_0k_2U_0}{\xi \exp \left[1 - \frac{0,11}{k_2} \right]} = \frac{4,42U_0R_0}{\xi \exp \left[\frac{\Delta x_{кр}}{2} \right]}, \quad (15)$$

или при $k_2 \approx 0,22$.

$$Q_m = \frac{0,97R_0U_0}{\xi \exp [1 - \xi x_1 / 2]} = \frac{0,97U_0R_0}{\xi \exp \left[\frac{\Delta x_{кр}}{2} \right]}, \quad (16)$$

Согласно (11) импульс струи в полупроницаемом слое

$$M(x) = M_0 \exp[-\xi(x - x_1)] = \pi p R_m^2 \bar{U}^2. \quad (17)$$

При этом расход воздуха

$$Q = \pi R_m^2 \bar{U}^2,$$

т.е. $M_0 \exp[-\xi(x - x_1)] = Q \bar{U} p$, откуда $R_m = \text{const} Q \exp \left(\frac{\xi \Delta x}{2} \right)$.

В условиях постоянства расхода:

$$R_m \sim \exp \frac{\xi \Delta x}{2} = 1 + \frac{\xi x}{2} + \frac{\xi^2 x^2}{8} + \dots \quad (18)$$

Тогда для обеспечения постоянства расхода воздуха при данном законе уменьшения количества движения границы струи должны быть не прямолинейными, как в невозмущенной струе, а криволинейными, и кривизна их с увеличением x и ξ растет.

Следовательно, с ростом толщины и плотности полупроницаемого слоя сечение турбулентной воздушно-жидкостной струи должно возрастать (по площади) быстрее, чем невозмущенной струи.

С ростом толщины и плотности полупроницаемого слоя сечение струи растет (по площади) быстрее, чем в невозмущенном случае.

Как было отмечено выше, для эффективного нанесения раствора гербицида на адаксиальную и абаксиальную поверхности листьев сорных растений набегающий на них воздушно-жидкостный поток должен обеспечивать поворот и активное шевеление листьев обрабатываемых растений. Согласно выдвинутой гипотезе, этот поток должен быть турбулентным, то есть нести в себе воздушно-капельные вихри. При этом продолжительность существования воздушно-капельного вихря должна быть больше, чем время, за которое этот вихрь преодолевает расстояние от места своего возникновения до зоны вхождения в листе-стебельную массу сорных растений. Необходимо также обеспечить достаточное количество движения в турбулентной воздушно-капельной струе для её прохождения через слой сорных растений с учётом установленных выше закономерностей.

Примем допущение о том, что воздушно-капельный вихрь возникает в месте столкновения воздушной и воздушно-капельной струй.

Будем считать, что, согласно предложенной [Абрамович] модели, воздушный вихрь при своём движении увлекает находящиеся в нём капли жидкости и тормозится суммарной силой лобового сопротивления. Сделав допущения о том, что капли жидкости имеют сферическую форму, а их диаметр значительно меньше пути смешения, запишем уравнение движения капли, учитывающее её вес:

$$m_p \frac{dv_{pi}^{\pm}}{dt} = C_x \frac{\rho_g |v_{gi}^{\pm} - v_{pi}^{\pm}| \cdot (v_{gi}^{\pm} - v_{pi}^{\pm})}{2} \cdot \frac{\pi D_p^2}{4} - g_i, \quad (19)$$

где m_p – масса капли;

t – время;

$v_{pi}^{\pm}, v_{gi}^{\pm}$ – положительная и отрицательная пульсационные составляющие скорости

соответственно капли и воздуха;

D_p – диаметр капли;

g_i – составляющие ускорения g силы тяжести, действующие на каплю в направлении распространения струи ($g_i = g \sin \alpha$) и в направлении, перпендикулярном оси струи ($g_i = g \cos \alpha$);

α – угол наклона струи к поверхности земли;

C_x – коэффициент сопротивления движению капли, который определяется по формуле Стокса.

Выразим пульсационные составляющие скорости воздуха и каплю через относительную скорость воздуха $v_{\approx i}^{\pm} = v_{gi}^{\pm} - v_{pi}^{\pm}$ с помощью уравнения количества движения системы «воздух – капля жидкости»:

$$dv_{gi}^{\pm} = -\gamma dv_{pi}^{\pm}, \quad (20)$$

которое после интегрирования в предположении постоянства концентрации капель жидкости во время существования воздушно-капельного вихря имеет вид:

$$v_{gi}^{\pm} - v_{g0i}^{\pm} = -\gamma (v_{pi}^{\pm} - v_{p0i}^{\pm}), \quad (21)$$

где $v_{g0i}^{\pm}, v_{p0i}^{\pm}$ – пульсационные составляющие скорости воздуха и каплю к концу формирования воздушно-капельного вихря;

γ – относительная концентрация жидкости в воздушно-капельной струе.

Из уравнения (21), после некоторых преобразований, получим формулы, выражающие пульсационные составляющие скорости движения воздуха и каплю жидкости через относительную скорость движения воздуха:

$$v_{gi}^{\pm} = \frac{v_{g0i}^{\pm} + \gamma v_{\approx i}^{\pm} + \gamma v_{p0i}^{\pm}}{1 + \gamma}, \quad (22)$$

$$v_{pi}^{\pm} = \frac{v_{g0i}^{\pm} + \gamma v_{p0i}^{\pm} - v_{\approx i}^{\pm}}{1 + \gamma}. \quad (23)$$

В результате интегрирования и несложных преобразований получим уравнение для определения величины относительной пульсационной скорости $v_{\approx i}^{\pm}$:

$$\ln \frac{|v_{\approx i}^{\pm} - g_i / N|}{|v_{\approx 0i}^{\pm} - g_i / N|} = \frac{2N\beta\delta_u(1+\gamma)^2}{|v_{g0i}^{\pm} + (1+2\gamma)v_{p0i}^{\pm} - v_{\approx i}^{\pm}|}, \quad (24)$$

где $\beta = l_u / \delta_u$ – эмпирическая константа;

$N = 18\mu_g / (\rho_s D_p^2)$;

δ_u – ширина струи по скорости.

Очевидно, что влияние веса капель жидкости на значение пульсационной скорости воздуха в конце существования воздушно-капельного вихря значительно в том случае, когда составляющая скорости витания каплю сравнима по величине с соответствующей составляющей пульсационной скорости воздуха. Согласно [Абрамович], проекции скорости $v_{вi}$ витания каплю на ось струи $u_{в}$ и на направление, перпендикулярное оси струи, $v_{в}$ определяются из условия:

$$C_x \frac{\rho_g v_{Bi}^2}{2} \frac{\pi D_p^2}{4} = \frac{4 \pi D_p^3}{3 \cdot 8} \rho_i g_i, \quad (25)$$

Из анализа зависимости (24) видно, что величина относительной пульсационной скорости $v_{\approx i}^{\pm}$ воздуха в конце существования воздушно-капельного вихря должна также зависеть от относительной массы капель γ и относительного размера капель D_p/δ_u .

Задавшись скоростью воздушно-капельной струи, можно определить необходимый угол α установки форсунки подачи рабочей жидкости:

$$\alpha = \arccos \frac{G_c V_c - G_g V_g}{G_{ж} V_{ж}}. \quad (26)$$

На рисунке 4 показан график теоретической зависимости угла α установки форсунки подачи рабочей жидкости от скорости V_c воздушно-капельной струи при значениях расхода воздуха $G_{в1} = 1 \text{ м}^3/\text{с}$; $G_{в2} = 1,05 \text{ м}^3/\text{с}$; $G_{в3} = 1,1 \text{ м}^3/\text{с}$.

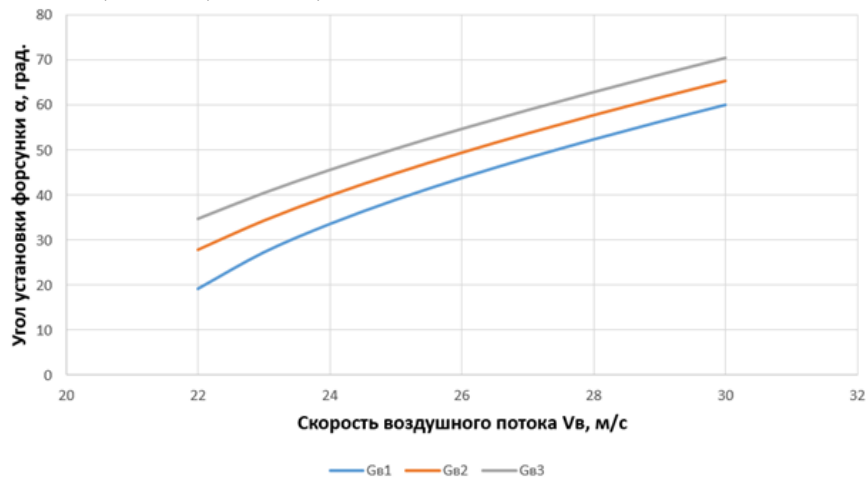


Рисунок 4 – График теоретической зависимости угла α от скорости V_c

К основным конструктивным параметрам воздухораспределительных рукавов относятся: длина, начальный и конечный диаметры, диаметр и длина выпускных насадок, их количество и шаг расстановки.

Определение начального и конечного диаметров воздухораспределительных рукавов связано с установлением скоростей внутри них и расходом воздуха.

Известно, что скорость истечения воздуха из насадок не может быть меньше скорости в самих рукавах.

Ранее нами показано, что равномерность распределения и направление воздушных струй, вытекающих из насадок, обуславливаются соотношением статического и динамического давлений в сечениях рукавов. Статическое давление будет тем больше, чем меньше отношение суммарной площади насадок $\sum S_n$ к площади рукавов в начальном сечении – $S_{в нач}$.

Когда отношение $\frac{\sum S_n}{S_{в нач}} \approx (0,30...0,35)$, то есть когда скорости истечения примерно в три раза больше скорости воздуха внутри рукава, получается равномерное распределение воздуха. Отсюда примем условие, что

$$S_{в нач} \approx \frac{\sum S_n}{(0,30...0,35)} \text{ и } v_{в нач} \approx \frac{v_{е0ср}}{3} \quad (25)$$

где

$$\sum S_n = S_n n_n = \frac{\pi d_n^2}{4} n_n \quad (26)$$

Рациональный диаметр выпускных насадок d_n может быть обоснован по результатам предварительного расчета параметров всей воздухораспределительной системы и взаимосвязки их с гидравлической системой.

Количество выпускных насадок в воздухораспределительном рукаве определяется по формуле:

$$n_n = \frac{l_p}{b_1 + d_n} \quad (27)$$

Длина выпускных насадок определяется исходя из условия формирования устойчивого истечения воздуха:

$$\frac{0,145 \cdot d_n}{a^*} \leq l_n \leq (6 \dots 7) d_n \quad (28)$$

Определим межосевое расстояние между выпускными насадками воздухораспределительных рукавов (шаг расстановки). Согласно теории свободной струи Абрамовича, на начальном участке воздушной струи сохраняется скорость, равная скорости истечения воздуха.

Исходя из этого, целесообразно принять условие:

$$h_1 \leq 0,335 \frac{d_n}{a^*} \quad (29)$$

Тогда, с учетом формулы: $h_1 = \frac{b_1 - 0,5 \cdot b_n}{tg \gamma_6}$, межосевое расстояние b_1 определяется из условия:

$$d_n \leq b_1 \leq \frac{0,335 \cdot d_n}{a^*} tg \gamma_6 + 0,5 d_n \quad (30)$$

Общее количество воздуха Q_p подаваемое в воздухораспределительный рукав, определяется по формуле:

$$Q_p = 0,1 Q' + Q' = 1,1 \cdot 3600 \cdot \mu \frac{\pi d_n}{4} n_n v_{60cp} \quad (31)$$

где Q' – расход воздуха через выпускные насадки, м³/ч;

0,1 – 10% -й запас расхода воздуха, необходимый для обеспечения полного наполнения воздухораспределительного рукава (на возможные дополнительные потери или подсос воздуха).

Зная общее количество подаваемого воздуха Q_p приняв что $v_{нач} = \frac{v_{60cp}}{3}$ определим начальный диаметр воздухораспределительных рукавов:

$$D_{внач} = \sqrt{3,3 \cdot \mu d_n^2 n_n} \quad (32)$$

Конечный диаметр воздухораспределительных рукавов $D_{вкон}$ можно определить только после проведения аэродинамического расчета.

В предлагаемом технологическом процессе используется от одной до 9 насадок, тогда расход воздуха через одну насадку составит от $Q_{min} = 0,19 \cdot 10^{-3}$ м³/с до $Q_{max} = 3,8 \cdot 10^{-3}$ м³/с. Таким образом, с учетом исходных конструктивных и режимных параметров предлагаемого устройства число Рейнольдса должно находиться в пределах $Re = 289 - 2900$. Тогда количество движения воздушного потока на основании закона неразрывности струи составит:

$$M_{max} = G_{max} / F_{min}, \quad (33)$$

где F_{min} – площадь поперечного сечения сопла на выходе воздушного потока в сечении 3-3 (рисунок 5).

Так как течения воздуха происходит с достаточно большой скоростью, то процесс течения можно считать адиабатическим, так как при преобразовании потенциальной энергии воздушного потока в кинетическую, он не успевает отдать тепло окружающей среде, куда вытекает.

Струя воздуха плотностью ρ поступает со скоростью V с площадью поперечного сечения F . Применим теорему импульсов к движению воздуха соплу за некоторый промежуток времени τ . Этот объем заполнит участок струи длиной $V\tau$ с площадью поперечного сечения F . Пренебрегая действием силы тяжести, определим массу поступающего воздуха:

$$G = \rho \cdot F \cdot V \cdot \tau, \quad (34)$$

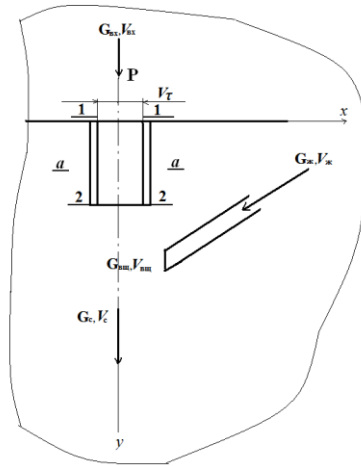


Рисунок 5 – Схема к расчету параметров воздушной насадки

Для свободной плоскопараллельной струй коэффициент местных сопротивлений $\xi=1$, а коэффициент скорости $\varphi=0,625$, получим:

$$G_{\text{вн}} \approx 1,66 \cdot \frac{F_c P^{0,71} (P \sin \alpha)^{0,29}}{\sqrt{Rz z}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{P_a}{P \sin \alpha} \right)^{0,29}} \quad (35)$$

Вышеописанная зависимость позволяет с учетом известного расхода воздуха из воздушной насадки определять его необходимые конструктивные и режимные параметры.

Скоростной напор описывается выражением:

$$h_{\text{вак}} = \frac{V^2}{2n} \quad (36)$$

Коэффициент расхода рабочей жидкости из сопла круглого сечения определяется из выражения:

$$\mu_{\text{жс}} = \varphi_{\text{жс}} \cdot \varepsilon, \quad (37)$$

где φ – коэффициент скорости жидкости;

ε – коэффициент сжатия.

Для малых отверстий с острой кромкой $\varepsilon = 0,64$.

Определим коэффициент скорости по формуле:

$$\varphi_{\text{жс}} = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}}}}, \quad (38)$$

где α – коэффициент Кариолиса, который в расчетах принимается 1;

$\xi_{\text{вх}}$, $\xi_{\text{вых}}$ – коэффициенты сопротивления соответственно на входе и на выходе из сопла.

Тогда имеем $\varphi_{\text{жс}} = 0,6$, а $\mu_{\text{жс}} = 0,38$.

Скорость жидкости определим из выражения:

$$V_{\text{жс}} = \frac{G_{\text{жс}}}{\rho_{\text{жс}} \cdot F_{\text{жс}}}, \quad (39)$$

или

$$V_{\text{жс}} = \mu_{\text{жс}} \cdot F_{\text{жс}} \cdot \sqrt{2g(h_{\text{вак}} + h)}, \quad (40)$$

Обоснование диаметра выпускных насадок воздушного рукава проводилось графоаналитическим методом. Принимая различные значения диаметров насадок, по ранее полученным формулам рассчитали основные параметры, результаты которых представлены на графике изменения высоты расположения распылителей в зависимости от диаметра выпускных насадок воздушных рукавов (рисунок 6).

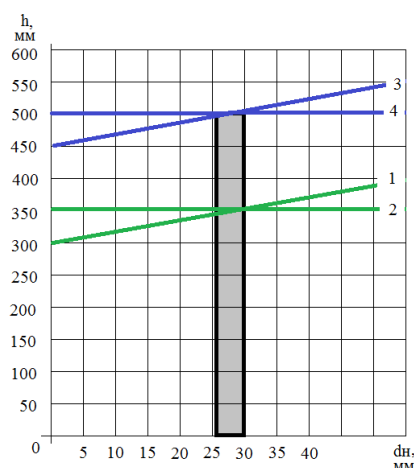


Рисунок 6 – График изменения высоты расположения распылителей над обрабатываемым объектом в зависимости от диаметра выпускных насадок: 1 – щелевые распылители; 2 – рекомендуемая высота установки щелевых распылителей; 3 – вихревые распылители; 4 – рекомендуемая высота установки вихревых распылителей

В соответствии с графиком, диаметр выпускных насадок при работе со щелевыми распылителями должен составлять 30 мм, а при работе с вихревыми – 26 мм. С конструктивной точки зрения диаметр насадок должен быть постоянным независимо от типа применяемых распылителей. В связи с этим целесообразно принять наибольший диаметр – 30 мм. При таком диаметре щелевые распылители будут располагаться на высоте 0,35 м, а вихревые – на высоте 0,5 м.

В третьем разделе «Программа и методика экспериментальных исследований» программа и частные методики, методы обработки экспериментальных исследований, общий вид экспериментальной установки.

Установка изготовлена таким образом, чтобы можно было сравнить качественные показатели базового и исследуемого опрыскивателя для внесения гербицидов в приштамбовых зонах междурядий виноградников (рисунок 7). Так, на правой части штанги 2 опрыскивание производилось с применением воздушной поддержки, а левая часть штанги 1 работала без воздушной поддержки (как у базового варианта).



Рисунок 7 – Лабораторно-полевая экспериментальной установка опрыскивателя навесного гербицидного виноградникового

На изготовленной экспериментальной установке выполнен многофакторный эксперимент с целью обоснования конструктивно-режимных параметров разработанной конструкции. Для измерения скорости воздушного потока применяли анемометр и трубка Пранделя, микроскоп МБС-10 измерения дисперсности распыла.

В качестве основного критерия оптимизации выбрано количество капель на единицу площади. Факторами, влияющими на технологичность процесса, являются скорость воздушного потока, угол установки воздушной насадки и его диаметр.

В четвертом разделе «Результаты экспериментальных исследований» приведены результаты лабораторных и полевых исследований, проведен видовой анализ наиболее часто

встречающейся на винограднике сорной растительности как критерий оценки качества выполнения технологического процесса и параметров рабочих органов гербицидного опрыскивателя для виноградников.

В ходе исследования было выявлено, что сорная растительность была представлена следующими основными видами: сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris* R. Br.), осот полевой (*Sonchus arvensis*), мокрица (*Stellaria media*), березка (*Convolvulus arvensis*), портулак огородный (*Portulaca oleracea* L.), свинорой пальчатый (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), дурнишник итальянский (*Xanthium italicum* L.), одуванчик аптечный (*Asteraceae*), марь белая (*Chenopodium* sp.) и др.

На насаждениях виноградника сорта Мускатель доля свинорои пальчатого составила 24 %, марьи белой 18 %, вьюнка полевого 16%, сурепки обыкновенной 14%, портулака огородного 11%, одуванчика аптечного 10% и дурнишника итальянского 7%. (рисунок 8).

В результате проведения исследований было установлено, что образующийся воздушно-жидкостный поток, после слияния жидкостной струй из распылителей и воздушного потока из воздухораспределительного рукава, направленный строго вертикально вниз, встречаясь с сорными растениями, оказывает на них обжимающее действие (облицурующий эффект). Вместо эффективного шевеления, поворота листьев и отклонения стеблей растений наблюдалась обратная картина: листья под действием скоростного воздушного потока плотно прижимались к стеблям, что в реальных условиях опрыскивания делает доступ капель рабочего раствора гербицида к нижнему и среднему ярусам растений практически невозможным.

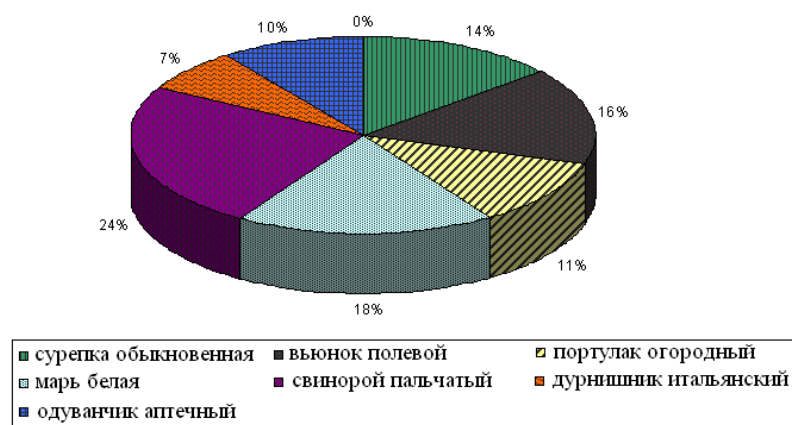


Рисунок 8 – Видовой состав сорных растений на винограднике сорта Мускатель, %

В связи с этим были проделаны опыты с наклонными струями, в ходе которых было установлено, что наиболее эффективным углом наклона выпускных насадок является угол 25... 30° к вертикальной плоскости.

Результаты исследований прохождения воздушного потока через растения при различных скоростях вхождения представлены на рисунке 9.

Как видно из представленных на рисунке графиков, убывание скорости воздушного потока по мере проникновения в слой сорных растений с достаточной точностью описывается линейной зависимостью от толщины этого слоя.

В результате исследований было также установлено, что максимально допустимая скорость воздушного потока $v_{\max \text{ доп}}$, при которой происходит обработка сорных растений на верхнем, среднем и нижнем ярусах как на адаксиальной и абаксиальной поверхности, должна составить ≈ 15 м/с. Для этого оптимальной скоростью вхождения воздушного потока в сорное растения составило 29, 54 м/с.

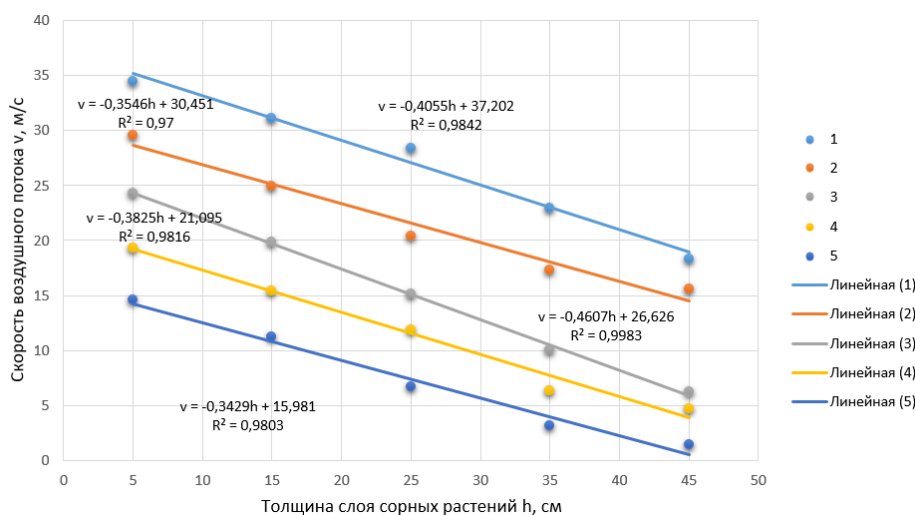


Рисунок 9– График изменения скорости воздушного потока по мере проникновения в слой сорных растений при начальных скоростях, м/с: 1 – 35; 2 – 30; 3 – 25; 4 – 20; 5 – 15

С учетом полученных значений коэффициента проницаемости были проведены расчеты параметров воздухораспределительной системы объемного опрыскивателя, согласно которым конечный диаметр воздухораспределительного рукава должен составлять 105 мм для всех вариантов.

Расчеты показали, что располагать вихревые распылители с шагом расстановки 0,50 м целесообразно ввиду меньших затрат мощности на привод вентилятора, поэтому в дальнейших исследованиях рассматривались только щелевые распылители с шагом расстановки 0,50 м или вихревые – с шагом расстановки 0,25 м.

Правильно спроектированный воздухораспределительный рукав должен обеспечить одинаковые скорости истечения воздуха из всех выпускных отверстий. Вместе с тем, согласно проведенным теоретическим исследованиям (раздел 2), в первых от вентилятора отверстиях, как правило, наблюдается явление настильности. Воздух вытекает не перпендикулярно оси воздухораспределительного рукава, а под некоторым углом, вследствие этого скорость воздуха в этих отверстиях меньше необходимой. Для создания условий равномерного истечения воздушного потока по всей длине воздухораспределительного рукава необходимо использовать насадки. Для подтверждения данного заключения были проведены опыты по определению скорости и направления истечения воздушного потока из насадок и отверстий.

На рисунке 11 представлены экспериментальные зависимости, позволяющие сравнить изменение скорости воздушного потока по мере удаления от выходной плоскости насадок и отверстий.

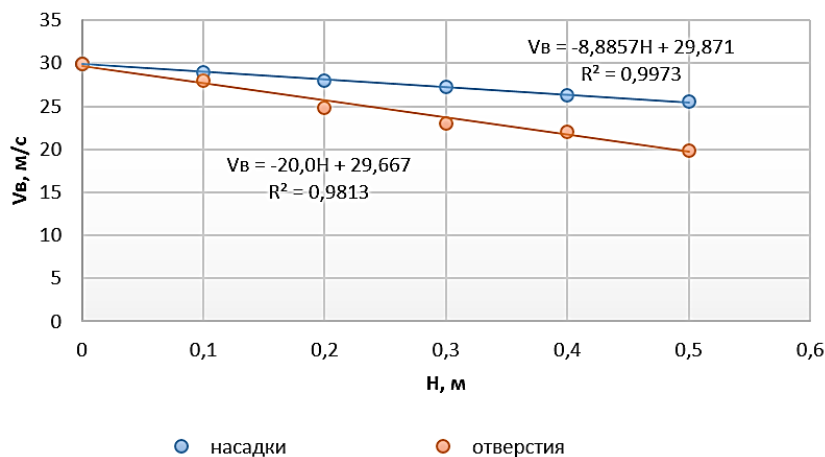


Рисунок 11 – Графики изменения скорости воздушного потока при истечении из насадок и отверстий по мере удаления от выходной плоскости

На графике (рисунок 11) на начальных участках скорость истечения воздуха остается практически неизменной. Расстояния H , на которых сохраняется это постоянство, соответствуют рассчитанным нами ранее расстояниям h_1 для отверстий и насадок. Эти расстояния определяют зону слияния воздушных струй и зону вхождения воздушно-капельного потока в воздушный поток. Скорость воздушного потока в этой зоне должна соответствовать скорости истечения из воздухораспределительного рукава. Анализируя полученные данные, следует также отметить, что при истечении из насадок скорость воздушного потока затухает значительно медленнее, чем при истечении из отверстий без насадок. Следовательно, насадки позволяют формировать более направленный воздушный поток при его истечении из воздухораспределительного рукава.

Вместе с тем, при определении скоростей воздушного потока у выходной плоскости отверстий обнаружено, что скорости воздуха в начальной и средней частях воздухораспределительного рукава отличаются от значений скоростей в конечной части рукава, что наглядно видно на гистограмме (рисунок 12). Следовательно, условие равномерности воздушного потока нарушается.

Объяснение этому было найдено после визуального наблюдения за направлением истечения воздушного потока из отверстий. По всей длине воздухораспределительного рукава в случае с простыми отверстиями для обоих вариантов наблюдалось отклонение направления воздушных струй от нормального (90° к оси воздухораспределительного рукава), что указывало на наличие явления настильности. На начальном участке (вблизи вентилятора) отклонение направления движения воздуха от нормального имело наиболее выраженный характер.

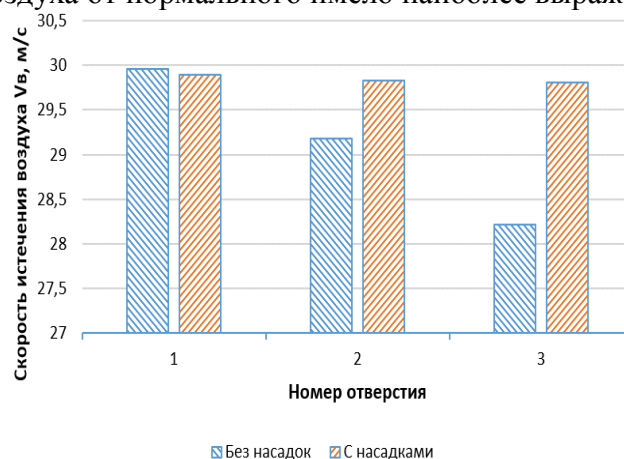


Рисунок 12 – Гистограмма скоростей воздушного потока у выходной плоскости отверстий и насадок воздухораспределительного рукава

В средней части воздухораспределительного рукава картина истечения воздуха имела практически идентичный характер. В случае с насадками явление настильности не наблюдалось, воздух из всех насадок вытекал перпендикулярно оси воздухораспределительного рукава, при этом скорость истечения практически не менялась по всей длине рукава.

Таким образом, экспериментальные исследования подтвердили правильность теоретических предпосылок о необходимости использования насадок в воздухораспределительном рукаве.

Полученные уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс нанесения рабочей жидкости на обрабатываемую поверхность в закодированных значениях факторов по количеству капель на обрабатываемой поверхности:

$$- y_1 = 84,18 - 11,72X_1 - 4,83X_2 + 2,72X_2^2 + 15,94X_1^2, \text{ шт/см}^2$$

где X_1 – кодовое значение скорости воздушного потока;

X_2 – кодовое значение диаметра воздушного сопла.

$$- y_2 = 91,3 - 9,2X_1 - 4,6X_2 + 3,42X_1X_2 + 16,83X_1^2 + 5,5X_2^2, \text{ шт/см}^2$$

где X_1 – кодовое значение угла атаки воздушного сопла;

X_2 – кодовое значение диаметра воздушного сопла.

Зависимость $Q=Q(d,P)$ расход рабочей жидкости Q [мл/мин] от диаметра распылителя d [мм] и давление в системе P [МПа]. Скорость воздушного потока постоянна $V_{п} = 30$ м/с, угол атаки воздушной насадки 30° . Эмпирическая зависимость строилась одношаговым методом наименьших квадратов (1 МНК).

1. Линейная модель: $Q = -2,65363 + 2,1125d + 1,755048P$

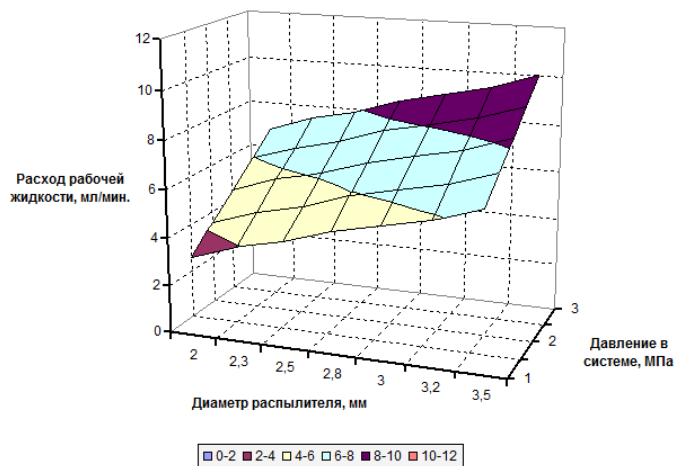


Рисунок 13 – Поверхность расхода рабочей жидкости давления в системе и диаметра распылителя

2. Квадратичная модель:

$$Q = 3,498858176 - 2,12951161d + 0,728608973P - 0,694415856d^2 - 0,40907286dP + 1,21536P^2$$

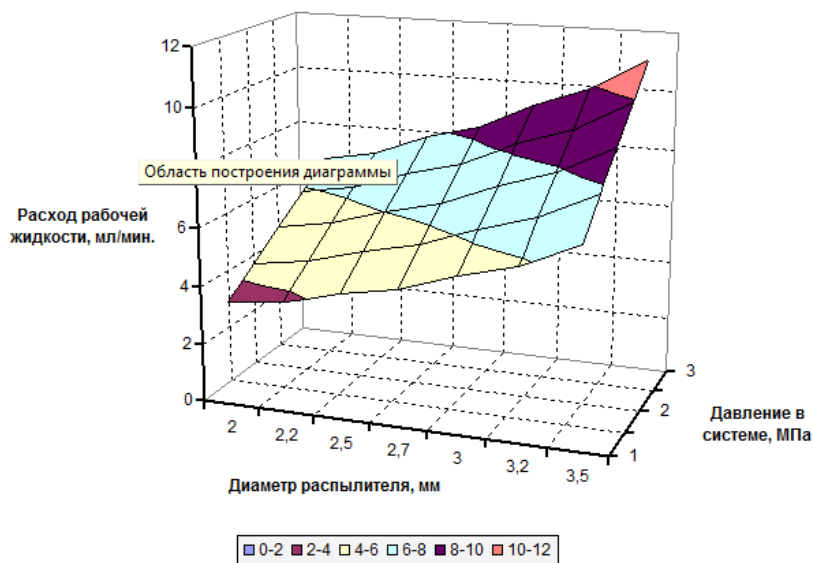


Рисунок 14 – Поверхность расхода рабочей жидкости давления в системе и диаметра распылителя

Проведенный сравнительный анализ по количеству капель на адаксиальной (нижней) части обрабатываемой поверхности на базовом без воздушной поддержки ($V_{в}=0$) и на экспериментальном опрыскивателе с воздушной поддержкой ($V_{в}=30$).

В соответствии с планом эксперимента факторы варьировали:

– диаметр D_c воздушного сопла – $D_c = 20$ мм; $D_c = 30$ мм; $D_c = 40$ мм.

– скорость $V_{п}$ воздушного потока – $V_{п} = 25$ м/с; $V_{п} = 30$ м/с, $V_{п} = 35$ м/с

На рисунке 15 представлена диаграмма, которые показывают количество капель на адаксиальной поверхности листа на базовом и на экспериментальном опрыскивателе.

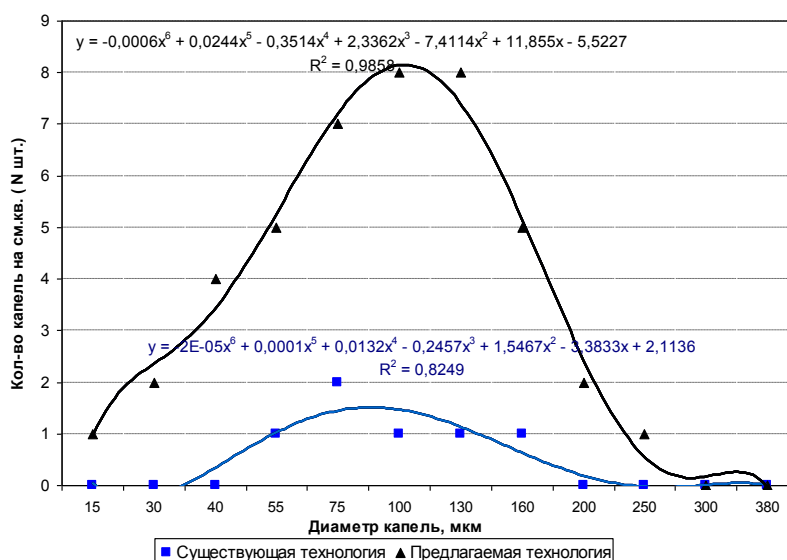


Рисунок 15 – Зависимость распределения капель на адаксиальной поверхности листьев сорных растений

Из диаграммы на рисунке 15 следует, что на базовом опрыскивателе общее количество капель на абаксиальной поверхности сорных растений не удовлетворительное и не превышает 20 шт./см². На новом же количество капель соответствует норме и составляет от 40 до 60 шт./см². Полученные результаты соответствуют схеме оптимальных значений показателей качества опрыскивания и эффективности их использования. Это ведет к уменьшению энергозатрат и химических препаратов, так как отпадает необходимость повторного опрыскивания.

В пятом разделе «Экономическая эффективность машины для внесения гербицидов в приштамбовых зонах виноградников» изложена технико-экологическая и экономическая оценка эффективности внедрения гербицидного опрыскивателя для борьбы с сорной растительностью на виноградниковых насаждениях.

Одним из показателей, позволяющих достоверно определить затраты сельскохозяйственного производства, не исключая стоимостных показателей, являются энергозатраты.

В данной главе изложена последовательность определения структуры энергозатрат на химическую защиту виноградных насаждений от сорной растительности опрыскивателями ОНГВ-4 в агрегате с трактором МТЗ-82, и разработанной машиной для внесения гербицидов в агрегате с трактором МТЗ-82.

Анализ структуры затрат совокупной энергии на выполнение технологического процесса химической защиты виноградных насаждений от сорной растительности по сравнению с базовым вариантам показывает, что применение гербицидного опрыскивателя снижает приведенные затраты на 2190,62 руб/га, удельные капитальные вложения по машине составляют 454,54 руб/га, приведенные капитальные вложения 2194,28 руб/га, а экономическая эффективность на единицу наработки составила 9949,32 руб/га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В предлагаемой диссертации изложены результаты исследований по обоснованию применения воздушно-жидкостной струи на опрыскивателе при борьбе с сорной растительностью на многолетних насаждениях, конструкции и режимов работы его работы.

Исследования показали малую эффективность имеющихся опрыскивателей как отечественного, так и импортного производства.

Обоснована и внедрена в производство новая конструкция гербицидного опрыскивателя для виноградников, обеспечивающая экологически безопасную технологию борьбы с сорной растительностью.

В работе доказывается целесообразность обработки нижней (абаксиальной) стороны листьев, необходимость разработки конструкции опрыскивателя, позволяющей проводить обработки по предложенной схеме. Она содержит конкретные решения задач технического и технологического характера, что позволяет надеяться на решение поставленной научно-технической проблемы.

Обоснованность исходных предпосылок, аналитических и теоретических исследований, справедливость сделанных выводов подтверждена полевыми экспериментами.

Проведенные экспериментальные исследования дали возможность научно обосновать предлагаемые технологические схемы опрыскивания и явились техническим решением, имеющим теоретическую и практическую ценность.

На основе проведенных исследований разработана конструкция опрыскивателя с принудительным осаждением рабочей жидкости.

Результаты проведенных исследований позволили сделать следующие выводы:

1. Обоснована технологическая схема навесного гербицидного опрыскивателя (патент 200666), включающего вентилятор, воздушные рукава, воздушные насадки. Воздушный поток создаваемый вентилятором через воздушные рукава через сопла подает воздух в рабочую зону распылителей рабочей жидкости, тем самым разбивает крупные капли и доставляет их в трудно доступную при обычном опрыскивании абаксиальную (нижнюю) часть сорного растения.

2. Получены уравнения описывающие расход воздуха через поперечное сечение струи на участке с полупринимаемым слоем (сорное растение). Получена зависимость, определяющая необходимые конструктивные и режимные параметры воздушного сопла с учетом известного расхода воздуха.

3. С использованием планирования многофакторного эксперимента определены оптимальные параметры воздушной насадки, диаметра насадки и режимов его работы при условии выполнения агротехнических требований к качеству обработки. Согласно полученному уравнению регрессии по критерию оптимального количества и размеру капель оптимальный диаметр воздушной насадки составил 30 мм, угол атаки 30°.

4. Анализ интегральных кривых распределения фракционного состава капель на абаксиальной части сорного растения позволил установить, что основная масса рабочей жидкости содержится в каплях диаметром от 100 до 250 мкм, размер капель варьируется в интервале 40... 330 мкм, а медианно-массовый размер капель составил 160 мкм. Плотность покрытия составил в среднем 67 капель см².

5. Оптимальная скорость воздушной струи при выходе из воздушного сопла составил 30 м/с.

6. Расход рабочей жидкости при диаметре распылителя 2 мм, давления в системе 1 МПа, диаметре воздушной насадки 30 мм и скорости воздуха 30 м/с составил 3,59 мл/мин.

7. Полученные гистограммы по расходу рабочей жидкости показали, что на экспериментальном опрыскивателе использование воздушного потока факел приобретает форму эллипса, а рабочая жидкости равномерно распределяется по всей поверхности, в то время как на базовом опрыскивателе факел приобретает полый конус, а основная часть рабочей жидкости оседает по оси конуса.

8. Себестоимость механизированных работ составило 848,6 руб. Срок окупаемости абсолютных капитальных вложений 0,57 лет. Экономическая эффективность на единицу наработки 76,45 руб/га.

9. Общая энергоемкость машины составила 26000 МДж/ч. Энергоемкость машины на единицу эксплуатационного времени 63,3 МДж/ч. Затраты топлива 63,3 МДж/га.

**Основные положения диссертации опубликованы
в изданиях, рекомендованных ВАК: 16 научных работ, в том числе 14
статей и 2 патента на полезную модель. Ниже приведены
основные научные работы:**

1. Османов, Э.Ш. Состояние и перспективы развития машин для защиты виноградниковых насаждений от сорной растительности / П.А. Догода, И.В. Соболевский, Э.Ш. Османов // Наукові праці ПФ НУБіПУ «КАТУ». Технічні науки. – Сімферополь, 2009. – Вип. 122. – С. 46-56.
2. Османов, Э.Ш. Обоснование параметров воздушно-жидкостного потока при обработке сорных растений в междурядьях виноградников / П.А. Догода, А.В. Степанов, И.В. Соболевский // Виноградарство и виноделие. Научно-производственный журнал. – Ялта, 2010. – № 3. – С. 12-14.
3. Османов, Э.Ш. Методика и результаты проведения полевых испытаний опрыскивателя навесного гербицидного виноградного / Э.Ш. Османов // Наукові праці ПФ НУБіПУ «КАТУ». Технічні науки. Сімферополь, 2011. – Вип. 135. – С. 76 – 83.
4. Османов, Э.Ш. Исследование качественных показателей процесса опрыскивания навесного гербицидного опрыскивателя / Э.Ш. Османов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2012. – Вип. 12, Т.1. – С. 155-163.
5. Османов, Э.Ш. Результаты использования воздушно-жидкостного потока на навесном гербицидном опрыскивателе / Э.Ш. Османов // Научно-технический и практический журнал "Оралдын гылым жаршысы". Технические науки. – Уральск, 2013. – № 18 (66). – С. 4-14.
6. Османов, Э.Ш. Эффективность использования опрыскивателя с принудительным осаждением химических препаратов для борьбы с сорной растительностью / Догода П.А., Э.Ш. Османов // Наукові праці ПФ НУБіПУ «КАТУ». Технічні науки. Сімферополь, 2013. – Вип. 156. – С. 109 – 115.
7. Османов, Э.Ш. Теоретическое обоснование взаимодействия воздушно-жидкостного потока на опрыскивателе для борьбы с сорной растительностью на многолетних насаждениях / Э.Ш. Османов // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Технические науки. – Симферополь, 2014. – Вып. 40. – С. 89- 93.
8. Османов, Э.Ш. Ресурсосбережение в механизации химической борьбы с сорной растительностью на многолетних насаждениях / Э.Ш. Османов // Наукові праці ПФ НУБіПУ «КАТУ». Технічні науки. Сімферополь, 2014. – Вип. 163. – С. 156-163.
9. Османов, Э.Ш. Методика определения площади покрытия рабочей жидкостью обрабатываемой поверхности / Э.Ш. Османов // Материалы Международной научно-технической конференции (Тезисы докладов)/ Проблемы механизации производства и технологии переработки сельскохозяйственной продукции. – ЮФ НУБіП України «Крымский агротехнологический университет». – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2014. – С. 23.
10. Османов, Э.Ш. Совершенствование химической борьбы с сорной растительностью на плантациях винограда / Э.Ш. Османов // II междисциплинарная научно-практическая конференция молодых ученых по перспективным направлениям развития современной науки "Академик Вернадский" в рамках проведения фестиваля «Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского». Симферополь, 2016. – С. 86-89.
11. Османов, Э.Ш. Совершенствование химической борьбы с сорной растительностью на плантациях винограда/ И.В. Соболевский, Э.Ш. Османов // Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 85 – летию Героя соц. труда, профессора, академика АТН Н.А. Алиева, 3 декабря 2015г. – Махачкала: ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова», 2016. – С. 227-234.
12. Османов, Э.Ш. Обоснование параметров и режимов работы опрыскивателя для борьбы с сорной растительностью на многолетних насаждениях / П.А. Догода, Э.Ш. Османов, А.П. Догода // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского. Симферополь, 2018. № 15(178). – С.

114-122.

13. Османов, Э. Ш. Обоснование параметров воздухораспределительного устройства для обработки сорной растительности в междурядьях виноградных насаждений / Э. Ш. Османов // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – Симферополь: Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, № 21. – 2020. – С. 117-130.

14. Османов, Э. Ш. Исследование обработки абаксиальной поверхности сорных растений гербицидами / П.А. Догода, Э. Ш. Османов // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – Симферополь: Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, № 25. – 2021. – С. 72-80.

патенты:

15. Патент на корисну модель U 53401. Обприскувач гербіцидний навесний виноградниковий./ Догода А.П., П.О. Догода, І.В. Соболевський, В.І. Аніщенко, М.П. Догода, С.С. Воложанінов, Є.Ш. Османов // НУБіПУ. – Опубл. 11.10.2010. Бюл. №19.

16. Заявка 200666 Российская Федерация, МПК А01М 21/04. Опрыскиватель навесной гербицидный виноградниковый [Текст] / Османов Э.Ш. ; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «КФУ им.В.И. Вернадского». – № 2020119834 ; заявл. 08.06.2020 ; опубл. 05.11.2020 Бюл. № 31. – 7 с. : ил.

ОСМАНОВ
Энвер Шевхийевич

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИНЫ ДЛЯ
ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ВИНОГРАДНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОТ СОРНОЙ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Автореф. дисс. на соискание учёной степени кандидата техн. наук.

Подписано к печати 20.09.2021 г. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 1. Тираж 50 экз. Заказ №
