

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное научное учреждение  
«Российский научно-исследовательский институт  
информации и технико-экономических исследований  
по инженерно-техническому обеспечению  
агропромышленного комплекса»  
(ФГНУ «Росинформагротех»)

**МАШИНЫ  
ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ  
РАСТЕНИЙ В ИННОВАЦИОННЫХ  
===== ТЕХНОЛОГИЯХ =====**

Москва 2010

**УДК 631.348**  
**ББК 40.726**  
**Р 32**

**Рецензенты:**

**Г.А. Гоголев** – зам. начальника отдела технической политики и гостехнадзора Депнаучтехполитики Минсельхоза России,  
**Ю.М. Веретенников** – лауреат премии Правительства Российской Федерации, ведущий специалист отделения защиты растений Россельхозакадемии

**Ревякин Е.Л., Краховецкий Н.Н.**

**Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях:** науч. аналит. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 124 с.

**ISBN 978-5-7637-0784-4**

Изложены технологические и экологические требования к техническим средствам для химической защиты растений, основные особенности конструкции отечественных и зарубежных опрыскивателей, навигационные системы управления опрыскиванием, модернизация и подготовка опрыскивателей к работе, техника безопасности при эксплуатации опрыскивателей и средства индивидуальной защиты.

Предназначен для руководителей и специалистов АПК, разработчиков и производителей техники для защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, научных сотрудников, студентов и преподавателей вузов, занимающихся вопросами химизации в сельском хозяйстве.

УДК 631.348  
ББК 40.726

ISBN 978-5-7637-0784-4

© ФГНУ «Росинформагротех», 2010

## ВВЕДЕНИЕ

Отечественный и мировой опыт показывает, что применение техники для защиты растений обеспечивает 50-70% прироста урожая. Повышение производительности этой техники и экономия дорогостоящих препаратов при малообъемном адаптированном внесении средств защиты растений позволяют не только увеличить объем выращиваемой сельскохозяйственной продукции, но и значительно сократить затраты и загрязнение окружающей среды.

Применение химических средств защиты растений против комплекса вредителей, болезней и сорняков на сельскохозяйственных культурах определяется техническим и технологическим уровнем средств механизации защиты растений. Значительное расширение ассортимента современных средств с малыми нормами расхода препаратов (десятки и/или сотни г/га вместо кг/га), представленного Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, предъявляет особые экологические и экономические требования к агротехнологическим показателям качества при внесении таких препаратов. В основном существующий в России парк опрыскивающей техники состоит из машин ОАО «Львовагрохиммаш». Он представляет собой модели образца 1980-х годов, которые при нормативном сроке эксплуатации (семь лет) достигли полного морального и физического износа. При этом обеспеченность потребности сельскохозяйственного производства в машинах и оборудовании для защиты растений составляет около 50%, а эксплуатационная нагрузка на один опрыскиватель в ряде регионов в 2 раза превышает нормативную.

В условиях острого дефицита средств механизации для защиты растений в регионах Российской Федерации идут спонтанные процессы роста производства и модернизации существующей опрыскивающей техники. По данным межрегиональной ассоциации «Сибирское соглашение», только на территории Сибирского федерального округа насчитывается более 100 различных предприятий и фирм, занимающихся производством и модернизацией техники для защиты растений.

Аналогичная ситуация сложилась и в других регионах. Этот, казалось бы, положительный фактор промышленного роста на практике приводит к отрицательным результатам. Разработка и производство новой тех-

ники для защиты растений в регионах России осуществляется без учета современных достижений отечественной и зарубежной науки, требований государственных и отраслевых стандартов, технологических и экологических требований. При росте номенклатуры технических средств в регионах появляется множество однотипных конструкций, при этом в условиях жесткой конкуренции идет борьба не за качество и высокий технический и технологический уровень машин для защиты растений, а за уменьшение цены путем использования комплектующих низкого качества и недопустимого упрощения конструкции в ущерб требованиям экологической безопасности.

В большинстве случаев сельхозпроизводителю предлагается техника для защиты растений, не прошедшая государственные приемочные испытания. Технология внесения средств защиты растений с использованием новой техники не проходит испытаний для внесения ее в Государственный регистр. Поэтому в большинстве случаев выпускаемая техника не соответствует современным агротехническим, технологическим и экологическим требованиям, конструктивным требованиям отечественных и международных стандартов, а по ряду показателей является экономически и экологически ущербной и представляет угрозу для окружающей среды и человека.

Интегрированная технология защиты растений предусматривает использование различных методов, способов и средств защиты растений, но с учетом видового разнообразия вредителей, болезней, сорных растений и многообразия культурных растений, различающихся как по биологии, так и по технологии возделывания. Это определило значительную дифференциацию техники и технологий, разброс значений параметров внесения химических, биологических средств защиты и регуляторов роста растений (СЗР).

Основным методом внесения СЗР является и прогнозируется на перспективу наземное и авиационное опрыскивание. Сегодня с помощью этих методов вносится 75% всех используемых в сельскохозяйственном производстве препаратов: при полнообъемном опрыскивании – 30%, малообъемном – 45, ультрамалообъемном опрыскивании – 0,5%. Оставшиеся 24,5% средств защиты растений расходуются: на протравливание посевного и посадочного материала – 19,5%, аз-

розольной обработке – 2, внесении гранулированных препаратов – 1, опыливания – 2%.

Метод опрыскивания является сложнейшим технологическим процессом. Его развитие основывалось на успехах фундаментальных наук – механике и физике образования и осаждения жидкостных полидисперсных систем с различной степенью диспергирования, исчисляемой сотнями микрометров, аэрозолей с размером капель в десятки микрометров и высокодисперсных аэрозолей с размером частиц в 1 мкм и менее.

Развитие технических средств и технологических процессов защиты растений занимает, по сравнению с земледелием и его многотысячелетней историей, очень малый период (немногим более 100 лет), который начался во Франции с создания ранцевых опрыскивателей для применения бордосской жидкости на виноградной лозе. Первые гидравлические опрыскиватели с ручным приводом, а затем на конной и тракторной тяге осуществляли внесение препаратов с нормой более 3 тыс. л рабочего раствора на 1 га. При полидисперсном крупнокапельном опрыскивании растений из-за стекания крупных капель терялось более 90% применяемых препаратов, что снижало экономическую эффективность защитных мероприятий и приводило к значительному загрязнению окружающей среды.

Технология, основанная на традиционном гидравлическом диспергировании рабочей жидкости, и сегодня продолжает совершенствоваться с целью повышения эффективности и точности нанесения раствора на обрабатываемый объект, снижения непроизводительных потерь пестицидов в окружающей среде.

Для обеспечения конструктивных требований по безопасности использования пестицидов во многих странах при содействии ФАО при ООН разработаны специальные стандарты. Ключевым элементом опрыскивающей техники является рабочий орган – распыливающая форсунка, от качества работы (распыления) которой в значительной степени зависят экономическая и биологическая эффективность использования СЗР, их экологическая безопасность. Наиболее распространенными типами распылителей являются гидравлические – щелевые, вихревые, дефлекторные. В настоящее время мировой рынок опрыскивающей техники на 80% представлен традицион-

ными гидравлическими опрыскивателями, а стоимость одного изделия, в зависимости от типа и конструктивного исполнения, колеблется в широких пределах – от 5 до 100 тыс. долл. США.

Все типы гидравлических распылителей не обеспечивают диспергирование рабочих жидкостей на капли оптимальной величины: в спектре распыла всегда имеются разные классы капель, различающиеся по диаметру, массе и объему содержащейся в каплях жидкости – от мелких и очень мелких до крупных и очень крупных. Вследствие этого при опрыскивании всегда отмечаются непроизводительные потери пестицидов из-за сноса очень мелких капель (20-80 мкм) и стекания очень крупных (360-1000 мкм) с обрабатываемого объекта на почву. Только капли размерами 80-360 мкм работают рационально.

Физика и природа потерь пестицидов известны – испарение и унос (снос) капель жидкости ветром за пределы рабочей зоны опрыскивания, некачественное их распределение на обрабатываемой поверхности, плохая избирательность осаждаемых капель и недостаточное удержание на вредных подавляемых объектах. По расчетам, при распыле СЗР из одной капли  $\varnothing 1$  мм образуется 125 капель  $\varnothing 200$  мкм или 1000 капель  $\varnothing 100$  мкм, либо 8000 капель  $\varnothing 50$  мкм. Плотность покрытия каплями из класса, например, 250-100 мкм, может варьировать (теоретически) в пределах от 2038 до 12738 шт. на 1 см<sup>2</sup>. Разумеется, что такого идеально равномерного покрытия в практике не бывает, но чем больше капель попадает в цель, тем меньше требуется пестицидов, и в этой практической истине заключаются токсикологический смысл защиты растений и экологическая рациональность технологий внесения всех средств защиты растений.

В самом факеле распыла рабочей жидкости (на выходе из распылителя) образуются капли в очень широком диапазоне размеров: от 10 мкм до 1-2 мм. Для экономически и экологически рационального использования пестицидов желательно, чтобы в спектре распыла образовывались капли  $\varnothing 80$ -360 мкм. Однако в настоящее время в мире не существует конструкций гидравлических распылителей, которые давали бы 100% капель таких размеров, и распылителей с абсолютно монодисперсным распылением, например,  $\varnothing 200$  мкм. Опрыскиватели по качеству выполнения операций и через 100 с лишним лет оста-

лись теми же – с каплями, изменяющими свои размеры от 10 мкм до 2 мм и даже более, и в этом – корень всех проблем применения пестицидов.

В последние годы тракторные навесные и прицепные гидравлические опрыскиватели подверглись большому конструктивному и технологическим изменениям. Коллекторы полевых штанг стали снабжать надежными отсекателями для исключения пролива и прокапывания рабочей жидкости из форсунок после прекращения подачи рабочего давления к ним. Внедрение автоматики позволило в случае изменения или нарушения технологического процесса отключать подачу рабочей жидкости в ненужную секцию штанги опрыскивателя и сохранять заданное давление в других секциях путем установки ручных или электромагнитных посеционных регуляторов, выравнивающих давление.

Для удобства и безопасности заправки резервуаров вместимостью свыше 600 л современные полевые опрыскиватели стали комплектовать специальными устройствами (миксерами) для приготовления рабочего раствора вне основного бака. Миксеры оборудуются специальными распылителями для мойки тары после окончания заправки опрыскивателя. Существенным конструктивным усовершенствованиям подверглись и штанги. Они снабжаются более надежной системой стабилизации положения при движении по неровностям поля. При ширине захвата более 18 м несущие конструкции штанг изготавливают из алюминиевых или титановых сплавов, что позволяет значительно уменьшить динамические нагрузки на штанги широкозахватных опрыскивателей и их массу.

Совершенствуются и создаются новые конструкции ранцевых и ручных опрыскивателей для обработки небольших участков. Одна из сложнейших проблем при использовании таких опрыскивателей – контакт человека с концентрированными рабочими растворами пестицидов при перемещении с опрыскивателем по обрабатываемому участку.

Несмотря на длительное и широкое применение опрыскивателей в практике мирового сельского хозяйства сведения о фактическом качестве диспергирования ими рабочих жидкостей до настоящего времени отрывочны, зачастую противоречивы и недостоверны. Причи-

ны создавшегося положения не столько в разнообразии конструкций распылителей и их недостаточно высоком техническом уровне, сколько в том, что существующие стандарты не ориентируют испытателя на определение показателей качества распыления при воздействии на диспергируемые растворы многих неуправляемых факторов (турбулентная диффузия, колебания влажности, температуры и др.). В связи с этим становится все более экологически насущной задача паспортизации и стандартизации существующих распыливающих устройств по ряду параметров, которые пока сообщаются лишь в агротехнических требованиях, предъявляемых к конструкциям создаваемой опрыскивающей техники, в самом обобщенном и неконкретном виде. Лабораторно-стендовой аттестации необходимо подвергать не только типовые конструкции, но и представительские партии распылителей при работе на тех препаратах, вносить которые предполагается с использованием именно этих распылителей. Аттестовывать необходимо и препаративные формы пестицидов в их рабочих концентрациях, так как присущие им физико-химические константы определяют дисперсность распыления, способность растворов к испарению и адгезии.

С учетом достоинств и недостатков традиционных распыливающих гидравлических форсунок всех типов в целях продления срока службы существующего парка опрыскивателей и снижения потерь препаратов ГНУ ВИЗР и ГНУ ВНИИФ испытаны и защищены патентом соответствующие мировому уровню гидравлические форсунки новейшей разработки – распылители с так называемой открытой камерой, в спектре распыла которых уменьшена доля мелких и крупных капель и которые не засоряются при работе с различными по фракционному составу и вязкости эмульсиями и суспензиями.

Принципиально новым направлением снижения потерь пестицидов и уменьшения нормы их расхода является создание и распространение в мире вращающихся распылителей, обеспечивающих узкий спектр размеров капель и на этой основе – монодисперсной ультрамалообъемной технологии с контролируемым размером и осаждением капель.

Поскольку вращающиеся дисковые распылители дают наиболее узкий спектр размеров капель, они обеспечивают и легкость регули-



рования их размеров путем изменения диаметра диска или частоты его вращения. В настоящее время больше всего вариантов разработок в мире предложено именно в этом направлении: дисковые распылители с вертикальной осью вращения; с горизонтальной осью вращения; заключенные в специальный кожух для ограничения угла факела распыла и обеспечения возврата в бак отсепарированной части жидкости; с сепарацией капель и без и др.

Еще одним принципиально новым направлением в повышении эффективности использования СЗР путем сокращения потерь препаратов, снижения норм расхода рабочей жидкости, увеличения точности нанесения СЗР на обрабатываемый объект, является переход на технологию опрыскивания с электростатической зарядкой капель. Технология защиты растений электростатически заряженными частицами отличается рядом особенностей. Прежде всего, электростатическое опрыскивание должно проводиться мелкими каплями (до 100 мкм) с малыми и ультрамалыми нормами расхода рабочей жидкости. При этой технологии диспергированная рабочая жидкость заряжается электростатическим зарядом, что способствует лучшему осаждению и проникновению пестицидов в растительный покров, уменьшению сноса мелких частиц жидкости.

Внедрение принципиально новых технологий защиты растений (малообъемное (МО), ультрамалообъемное (УМО) с сепарацией мелких капель и электростатическое (ЭО) опрыскивание) значительно повысят эффективность защитных мероприятий и позволит сократить нормы расхода пестицидов и рабочей жидкости. При этом существенно уменьшатся 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 степень.

Авторы выражают благодарность заместителю директора ФГНУ «Росинформагротех» В.Г. Селиванову и старшему преподавателю кафедры технологии обработки материалов МГТУ им. Н.Э. Баумана И.Я. Паремскому за ценные советы и предложения, данные при подготовке рукописи к изданию.

# ||| **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ СРЕДСТВАМ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

## ***Опрыскиватели***

**Назначение** – химическая защита сельскохозяйственных культур от сорняков, вредителей и болезней путем полнообъемного, малообъемного и ультрамалообъемного опрыскивания водными растворами, эмульсиями, суспензиями, смачивающими порошками и водорастворимыми концентратами.

## ||| **Технологические и экологические требования к качеству выполнения работ**

Процессы применения пестицидов с использованием опрыскивателей осуществляются путем полнообъемного, малообъемного и ультрамалообъемного опрыскивания в утренние, вечерние или ночные часы. Запрещается применять пестициды перед или во время дождя.

Полнообъемное опрыскивание наземными штанговыми опрыскивателями проводится при норме расхода 300-1000 л/га с коэффициентом полидисперсности капель диспергируемой рабочей жидкости 7-15.

Малообъемное опрыскивание проводится при норме расхода до 75-300 л/га, коэффициент полидисперсности капель диспергируемой рабочей жидкости 3-7. Для опрыскивания многолетних насаждений с помощью вентиляторных опрыскивателей допустимая норма расхода рабочей жидкости 100-500 л/га.

Ультрамалообъемное опрыскивание проводится при норме расхода рабочей жидкости 1-20 л/га, коэффициент полидисперсности капель диспергируемой рабочей жидкости 1,3-3, при опрыскивании многолетних насаждений с помощью вентиляторных штанговых опрыскивателей норма расхода рабочей жидкости 5-40 л/га.

При опрыскивании должна обеспечиваться максимально допустимая густота покрытия поверхности: для гербицидов – до-

всходовые 20-30 капель на 1 см<sup>2</sup>, послевсходовые – 30-40, для инсектицидов – 30 капель на 1 см<sup>2</sup>, для фунгицидов – 50-70 капель.

При осуществлении технологического процесса внесения пестицидов предельно допустимая рабочая скорость движения опрыскивателя определяется типоразмером распылителя, установленного на штанге, и должна составлять для стандартных распылителей или с эжекцией воздуха до 12 км/ч, для дефлекторных распылителей – до 25, для вращающихся дисковых распылителей и сетчатых барабанов – 12 км/ч.

Процесс применения пестицидов с помощью штанговых опрыскивателей допускается: при скорости ветра не более 3 м/с выполняется мелкокапельное опрыскивание, не более 4 – крупнокапельное, не более 7 м/с – с использованием гидравлических распылителей с уменьшенным дрейфом мелких капель или эжекцией воздуха.

Неравномерность распределения рабочей жидкости, выраженная коэффициентом вариации, должна составлять для штанговых опрыскивателей со стандартными щелевыми распылителями или с эжекцией воздуха не более 15%, для штанговых опрыскивателей, оснащенных дефлекторными распылителями, – не более 20, для штанговых опрыскивателей с вращающимися дисковыми распылителями, вращающимися сетчатыми барабанами – не более 25%.

При внесении пестицидов движение опрыскивателей должно осуществляться против ветра, а операторы, работающие с ранцевыми опрыскивателями, не должны находиться относительно друг друга с подветренной стороны с целью исключения попадания их в зону опрыскивания.

Места заправки агрегатов пестицидами (растворами) выбирают на краю поля, вне посевов. Слив и сбор гербицидов производят в специальные емкости и утилизируют в специально отведенных местах.

При внесении пестицидов не допускается работа на поле людей.

При въезде на обрабатываемое поле должна быть установлена табличка с указанием вида обработки, типа препарата, срока внесения и окончания действия препарата.

Давление ходовых систем агрегатов на почву должно соответствовать ГОСТ-26-955-86.

## ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

В настоящее время в Российской Федерации вместо длительно применяемых технических средств производства ОАО «Львовагрохиммаш» (Украина) налажен массовый выпуск разработанных отечественными специалистами опрыскивателей. При этом более 90% всего объема их производства составляют малообъемные штанговые опрыскиватели. По способу агрегатирования с энергетическими средствами они могут быть самоходными, монтируемыми, навесными, полуприцепными и прицепными.

В монтируемых опрыскивателях бак, рабочие коммуникации и штанга устанавливаются непосредственно на трактор, навесные представляют собой конструкцию, смонтированную на специальной раме, навешиваемой на стандартную трехточечную навесную систему трактора. Полуприцепные и прицепные опрыскиватели выполняются в виде одноосного прицепа, на котором смонтированы основные узлы машины.

Полуприцепные и навесные опрыскиватели составляют основную часть парка, а самоходные и монтируемые – менее 1% от общего количества машин. Основные технические характеристики штанговых опрыскивателей приведены в табл. 1.

Анализ конструкций отечественных штанговых опрыскивателей показывает, что у них нет принципиальных различий в технологическом процессе.

Технологический процесс работы опрыскивателей осуществляется следующим образом (рис.1).

От ВОМ трактора крутящий момент через карданный вал передается на вал насоса 5. Заправочным средством через горловину с фильтром в бак 1 заливают раствор рабочей жидкости, который засасывается насосом через всасывающую коммуникацию и фильтр 4. Далее раствор насосом подается по нагнетательной коммуникации с фильтром 11 в регулятор-распределитель 7 и рукояткой управления потоком 10 направляется в рабочий коллектор 13 и гидросмеситель 15 или на перелив через шланг 12 в бак для приготовления рабочего раствора, а также его интенсивного перемешивания.

Таблица 1

## Техническая характеристика штанговых опрыскивателей

Фирма-изготовитель	Модель	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Вместимость бака, л	Рабочая скорость, км/ч	Расход рабочей жидкости, л/га	Ширина на колени (регулируемая), м	Дорожный просвет, мм	Габаритные размеры, м	Масса, кг
ОАО «Казанская сельхозтехника»	ОП-2000М	16	18	2000	7-9	75-300	1,4; 1,5; 1,8	700	5,55x2,4x2,45	1350
	ОП-2500М-24, «Булгар»	До 22	24	2500	7-9	75-300	1,4; 1,5; 1,8	700	5,1x2,25x2,65	2500
	ОП-2500М	19	21,6	2500	7-9	75-300	1,4; 1,5; 1,8	700	5,55x2,6x2,45	1400
	А-18	10,8-21,6	18	2500	6-12	80-310	1,7-2,0	-	6,1x1,8x2,4	2100
ООО «Агро»	А-24	14,4-28	24	3000	6-12	80-310	1,7-2,0	-	6,1x2,4x2,4	2400
	ОП-18-2000	10,8-21,6	18	2000	6-12	70-300	1,4-1,8	-	5,55x2,85x2,3	1350
ООО «Влад-маш»	ОП-22-2500	16-24	22	2500	8-12	75-300	1,4-1,8	-	5,5x2,5x2,3	1500
	ОП-24-3000	19-24	24	3000	8-12	75-300	1,4-1,8	-	5,8x2,8x2,4	1610
	ОПМ-200ПН	10,8-21,6	До 22	2000	6-10	75-300	1,4; 1,5; 1,8	700	5,3x2,9x2,6	1100
ООО «НПФ ГУТА»	ОПМ-2505В	21,6	До 24	2500	6-10	75-300	1,5; 1,8	700	5,3x2,7x2,5	1450
	ОПМ-2800	28	До 28	2800	6-10	75-300	1,4; 1,5; 1,8	700	6,9x3,0x3,0	1600

Продолжение табл. 1

Фирма-изготовитель	Модель	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Вместимость бака, л	Рабочая скорость, км/ч	Расход рабочей жидкости, л/га	Ширина колеи (регулируемая), м	Дорожный просвет, мм	Габаритные размеры, м	Масса, кг
ЗАО ТПК «Астарт-плюс»	«Иртышанка»	55-75	30	1000	До 30	15-200	1,4	205	4,5x2,9x2,5	400
ОАО «Оptron»	«Туман»	31	24	-	13-15	10-130	1,4	205	-	3900
ООО «Аgrotech»	ОП-18	11-15	18	2000	12-18	80-200	1,4-1,9	750	-	810
	ОП-22	20-25	22	2000	12-18	80-200	1,4-1,9	750	-	850
ОАО «Таоспектр»	ОП-2000/21	24	21	2000	6-13	150-300	1,5	500	5,0x2,85x2,35	1250
	ОП-2500/24	28	24	2000	6-13	150-300	1,8	500	5,8x2,7x3,3	1350
ОАО «Автоприцеп-КамАЗ»	ОПУ-2000	20	21	2000	6-12	75-300	1,7-2,3	-	5,3x2,1x3,1	1500
Группа компаний «Заря»	«Заря-2000-21,6»	30	21,6	2000	-	15-80	1,4-1,8	500	4,55x2,4x4,25	870
	«Заря-2000Г-28»	35	28	2000	10-20	15-80	1,4-1,8	500	5,5x2,5x2,45	470
Группа компаний «Аgrotech-Гарант»	ОПГ-2500	До 20	24	2500	До 12	75-300	1,4-1,8	500	-	-
	ОПГ-2000	До 14	18	2000	До 12	75-300	1,4-1,8	500	-	-
ОАО «Аgro-маш»	ОП-3600	До 14	24	3600	До 12	75-300	1,5-2,0	650	-	3730
	ОП-4600	До 17	27	4600	До 12	75-300	1,5-2,0	600	-	3790

При опрыскивании (внесении) основной объем раствора по нагнетательной коммуникации под давлением, регулируемым маховиком 9 и контролируемым по манометру 8, по отдельным шлангам поступает в секции коллектора 13 и через распылители попадает на обрабатываемые объекты. Часть раствора через один из клапанных переключателей направляется в гидросмеситель 15. Излишки жидкости из регулятора-распределителя 7 по шлангу 12 сливаются в бак, что также способствует дополнительному перемешиванию рабочего раствора.

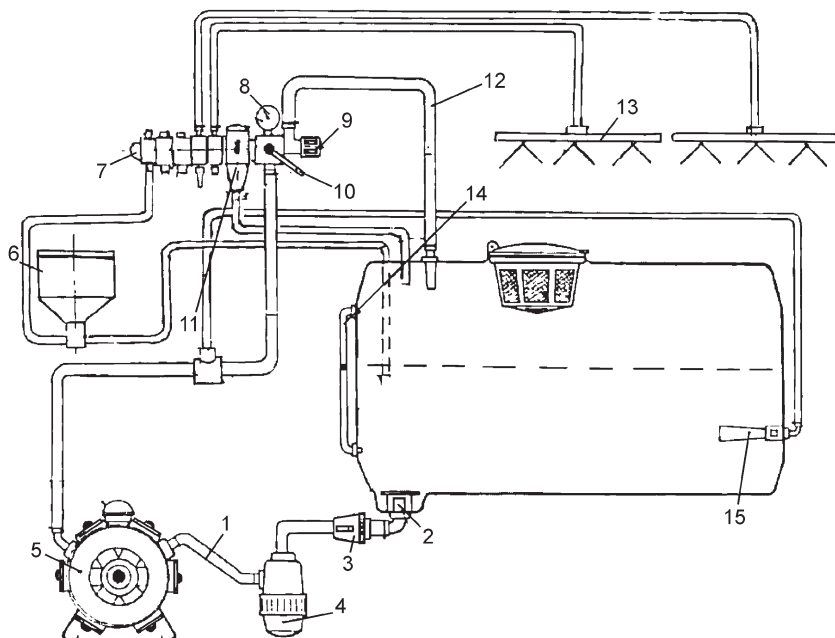


Рис. 1. Принципиальная гидравлическая схема расположения основных узлов и соединительных элементов опрыскивателя:

- 1 – бак для рабочего раствора; 2 – устройство заборное антивороночное; 3 – двухходовой кран; 4 – фильтр всасывающий;
- 5 – насос; 6 – экомиксер (опция); 7 – регулятор-распределитель;
- 8 – манометр; 9 – маховик регулирования давления; 10 – рукоятка управления потоком; 11 – фильтр напорный с самоочисткой; 12 – шланг слива излишней рабочей жидкости; 13 – рабочий коллектор;
- 14 – урвнемер; 15 – гидросмеситель

Для быстрого и качественного приготовления раствора из жидких концентратов ядохимикатов непосредственно на месте эксплуатации опрыскивателя его по заказу потребителя дополнительно комплектуют миксером 6.

Среди отечественных машин для защиты растений наиболее существенные изменения отмечены в конструкции полевых штанговых опрыскивателей, бурный рост номенклатуры которых наблюдается в последние годы.

Основными критериями оценки эффективности работы опрыскивателей являются сокращение расхода рабочей жидкости и потерь пестицидов, повышение равномерности обработки растений, что достигается, прежде всего, совершенствованием основных рабочих органов, широким внедрением компьютеризации для управления технологическим процессом, в том числе с использованием спутниковых навигационных систем, для осуществления технологии дифференцированного внесения ядохимикатов.

Важной тенденцией развития опрыскивателей является повышение их экологической безопасности. Это обеспечивается совокупным действием различных факторов, среди которых повышение качества распыла раствора ядохимикатов, снижение повреждаемости растений и уплотнения почвы ходовыми колесами машин, использование новых экологически безопасных технологий опрыскивания и др.

В настоящее время в стране сформировалось собственное производство современных опрыскивателей. Преимущественное развитие среди них получили малообъемные полуприцепные и навесные штанговые опрыскиватели. В практику отечественного машиностроения начали активно внедряться самоходные модели на базе отечественных (ГАЗ-66, УАЗ-3303) и зарубежных («Ниссан-Атлас», «Тойота-Хайс» и др.) автомобилей, обеспечивающих меньшее удельное давление на почву и лучшую проходимость и позволяющих существенно увеличить производительность опрыскивателей.

Анализ основных технических данных показывает, что ширина захвата опрыскивателей достигает 30 м, максимальная вместимость рабочего бака – 3,2-6 тыс. л, производительность – 27-30 га/ч (у самоходных – 75 га/ч), норма расхода рабочей жидкости для большинства опрыскивателей составляет 75-300, ультрамалообъемных – 5-10 л/га.



По сравнению с опрыскивателями предыдущего поколения в конструкцию большинства новых моделей заложены прогрессивные элементы, позволяющие оптимизировать показатели работы: новые более качественные и производительные насосные агрегаты и регуляторы давления (преимущественно зарубежного производства); распылители с улучшенными качественными характеристиками отечественного и зарубежного производства; системы фильтрации, отличающиеся более качественной очисткой рабочего раствора, с дополнительными фильтрами, которые устанавливаются на отдельных участках коммуникаций опрыскивателя, а также индивидуально на каждом распылителе; ходовая часть с регулируемой шириной колеи, шинами со сниженным давлением на грунт, возможностью движения «след в след» за трактором; штанги, имеющие защиту от поломок при встрече с препятствием, с возможностью посекционного включения в работу; рабочие баки опрыскивателей выполняются из химически стойких материалов, оснащаются гидравлическими или инжекторными мешалками. Обязательным оснащением отечественных моделей становятся дополнительные баки для промывочной воды, в ряде моделей имеются емкости для приготовления рабочего раствора. Начинают внедряться автоматизированные системы контроля технологического процесса.

Примером такой современной техники являются выпускаемые ООО «НПФ ГУТА» навесные штанговые (ОНШ-600) и полуприцепные опрыскиватели (ОПМ-2001, ОПМ-2505В, ОПМ-2800 (рис.2), ОПМ-6000). Они оснащаются полиэтиленовыми баками высокой химической стойкости, узлами и деталями в коррозионно-стойком исполнении, насосами и распылителями итальянского и немецкого производства, четырехступенчатой системой фильтрации, ходовой системой оснащенной шинами низкого давления. Управление штангой осуществляется из кабины трактора с помощью гидросистемы.

По заказу потребителей опрыскиватели комплектуются бортовыми компьютерами, регуляторами-распределителями с электроуправляемыми клапанами, миксерами для заправки концентратами ядохимикатов непосредственно из канистры, пенными маркерами, многопозиционными головками с распылителями и промывочными баками вместимостью до 400 л.



*Рис.2. Опрыскиватель полевой штанговый ОПМ-2800*

Особый интерес в этой серии представляет опрыскиватель ОПМ-6000 с шириной захвата штанг 18,2; 21,6; 24 и 28 м, который является первой отечественной моделью с рабочим баком вместимостью 6 тыс. л. Отличительная особенность этой модели – компоновка рабочего бака, который представляет собой последовательно расположенные три емкости вместимостью по 2 тыс. л.

ОАО «Казанская сельхозтехника» выпускает полуприцепной опрыскиватель ОП-2500М-24 «Булгар», укомплектованный импортной насосной группой и распылителями (рис.3). Его рама изготавливается из гнутых стальных профилей, колеса могут устанавливаться на необходимую ширину колеи путем перемещения полуосей. Штанги, выполненные из гнутых стальных профилей, оснащены гидроцилиндрами с дроссельными устройствами, гидрозамками для фиксации звеньев штанги и гидрокранами для обеспечения последовательного раскрытия звеньев. Двухшарнирная схема подвески рамы штанг позволяет регулировать угол колебания штанг от заблокированного до свободного. Складывание и раскладывание всех четырех звеньев штанг осуществляются с помощью гидросистемы. Специальная рычажная система подвески штанг со спаренными гидроцилиндрами простого действия обеспечивает плавную регулировку рабочей высоты штанг от 50 до 2000 мм.



*Рис. 3. Полуприцепной опрыскиватель ОП-2500М-24 «Булгар»*

Отличительной особенностью этой модели является то, что весь технологический цикл – от самостоятельной заправки чистой водой из цистерны или водоема, приготовления рабочего раствора, перемешивания и до подачи его по секциям штанги к щелевым распылителям с отсечным антисносовым устройством – происходит под контролем автоматики, что обеспечивает высокую производительность и безопасность работ. Опрыскиватель комплектуется пенным маркером, основным и промывочным баками вместимостью соответственно 2500 и 260 л, миксером для перемешивания препарата, манометром и дышлом, обеспечивающим перемещение опрыскивателя по одной колее с трактором.

Серию прицепных (ОП-22, ОП-18) и навесных (ОН-12, ОН-15) опрыскивателей производит ООО «Агро-Тех». Широкозахватные опрыскиватели ОП-18 и ОП-22 отличаются тем, что их штанга опирается на поворотные колеса с пружинными амортизаторами, что обеспечивает надежную стабилизацию ее положения. Навесные опрыскиватели имеют оригинальную пружинно-гидравлическую подвеску штанги к раме, позволяющую производить опрыскивание на повышенной скорости (до 15 км/ч). Все опрыскиватели оснащаются мембранно-поршневыми насосами фирмы «Annovi Reverberi» (Италия). Складывание-раскладывание штанги и регулирование ее по высоте производятся вручную у (мод. ОН-12, ОН-15) и механически (мод. ОП-18, ОП-22). Ходовая часть моделей ОП-22 и ОП-18 имеет ширину колеи, изменяемую от 1500 (1420) до 1780 (1860) мм.

Заслуживают внимания и выпускаемые группой компаний «Агротех-Гарант» опрыскиватели штанговые ОПГ-2500/24 м, ОПГ-2000/18 м (21,6 м) (рис. 4.) и ОП-2000/22(24).



*Рис. 4. Опрыскиватель ОПГ-2000/18 м*

Производительность опрыскивателей составляет от 12-14 до 18-21 га/ч ширина захвата штанг – от 18 до 24 м. Они оснащены насосами мод. RO фирмы «Udog» (Италия) производительностью от 160 до 210 л/мин.

Для повышения качества опрыскивания они оснащаются миксерами вместимостью 30 л, инжекторными распылителями, пенными маркерами, компьютерными системами контроля расхода рабочей жидкости и параллельного вождения (Trimble EZ-Guide 250 или Outback S-Lite).

Большое семейство малообъемных полуприцепных («Заря-2000-18», «Заря-2000-21,6») и навесных («Заря-600-18», «Заря-600-21,6») опрыскивателей производится Группой компаний «Заря» (рис. 5).

Отличительной особенностью их является укомплектованность электрическими вращающимися сетчатыми барабанами (распылителями) и центробежными насосами. Перевод из транспортного в рабочее положение и обратно, а также регулирование высоты штанги осуществляются гидравлически или с помощью лебедок. Вместимость

мость рабочих баков составляет 2000 и 600 л, расход рабочей жидкости – 15-80 л/га. Агрегируются с тракторами тягового класса 1,4.



*Рис. 5. Навесной опрыскиватель «Заря-600-21,6»*

Группа компаний «Заря» выпускает также самоходные опрыскиватели «Заря-2000Г-24» и «Заря-2000Г-28» на базе шасси автомобиля ГАЗ-66 (рис.6).



*Рис. 6. Самоходный опрыскиватель «Заря-2000Г-28»*

Наблюдающееся в последние годы за рубежом совершенствование систем спутниковой связи и развитие на их базе технологий точного земледелия позволили создать отечественные опрыскиватели, которые могут работать с использованием сигналов спутниковых навигационных систем.

Самоходный штанговый опрыскиватель АМО «Иртышанка» (ЗАО ТПК «Асгард-плюс») оснащен автоматизированной системой управления расходом жидкости АСУР-01 и спутниковой навигационной системой «Агронавигатор» (рис.7). АСУР-01 регулирует расход рабочей жидкости в зависимости от скорости движения и требуемой нормы внесения пестицида. Дополнительно на экран дисплея выводится информация об остатке рабочей жидкости в баке, обработанной площади, фактической норме расхода рабочей жидкости на 1 га и др.



*Рис. 7. Самоходный штанговый опрыскиватель АМО «Иртышанка»*

Аналогичный самоходный универсальный опрыскиватель «Туман» производится ОАО «Оптрон» для химической защиты полевых культур от сорняков, вредителей и болезней (рис.8).

Ширина захвата штанги составляет 24 м, рабочая скорость – 13-15 км/ч, норма расхода рабочей жидкости – 10-130 л/га, эксплуатационная масса – 5900 кг. Годовой экономический эффект от применения, по данным госиспытаний, составляет 22,1 тыс. руб.

Высокая эффективность и экологическая безопасность работы опрыскивателей, в первую очередь, определяются конструкцией основного рабочего органа – распылителя. Современные отечественные технологии внесения пестицидов основываются на традиционных способах распыления жидкости: гидравлическом (распылители щеле-

вые серии РЦ 110 и вихревые) и механическом (распылители центробежные, дисковые, барабанные и др.). В первом случае диапазон дисперсности капель составляет от 10 до 500 мкм, при этом мелкие капли испаряются и сносятся ветром, не достигая объекта, крупные (более 400 мкм) скатываются на землю. В результате эффективность использования препаратов не более 70%. При центробежном распылении дисперсность капель находится в узком диапазоне, близком к моодисперсному. Однако этот режим реализуется лишь при очень малых расходах жидкости. С увеличением расхода наряду с основными каплями образуются более мелкие, доля которых по массе в реальных условиях составляет около 10%, возникает опасность интенсивного испарения и сноса ветром, что ведет к активному загрязнению окружающей среды. Для устранения этих недостатков отечественными специалистами разрабатываются новые конструкции распылителей – вращающиеся роторные производства ГК «Аэрохим» и ООО «ИнтерАГРОмаш».



*Рис. 8. Самоходный штанговый опрыскиватель «Туман» на базе шасси автомобиля ГАЗ-66*

Роторные распылители представляют собой сетчатые барабаны с цанговым креплением на валу электродвигателя. Для их работы используется штатная система электрообеспечения (12 В) трактора или автомобиля, с которым агрегируются оснащенные ими опрыскиватели. Они могут быть смонтированы на современных опрыскивателях любых типов, в том числе самоходных на базе

автомобилей «Урал», ГАЗ, ЗИЛ и др. Образующиеся капли со средним  $\varnothing$ 80-250 мкм являются оптимальными для большинства пестицидных препаратов. Ширина захвата одного распылителя до 1,5 м.

Роторные распылители ООО «ИнтерАГРОмаш» являются основным рабочим органом комплектов оборудования «Радуга» («Радуга-4, -5, -6, -7, -8, -9, -10 и «Радуга-У»), которые также могут монтироваться на штанговых опрыскивателях любых типов. Комплект состоит из распылителей, электрического центробежного насоса, пульта управления работой установки, генератора, электропроводки, фильтра, комплекта гидравлической аппаратуры, резервуара под воду для промывки и технологических целей.

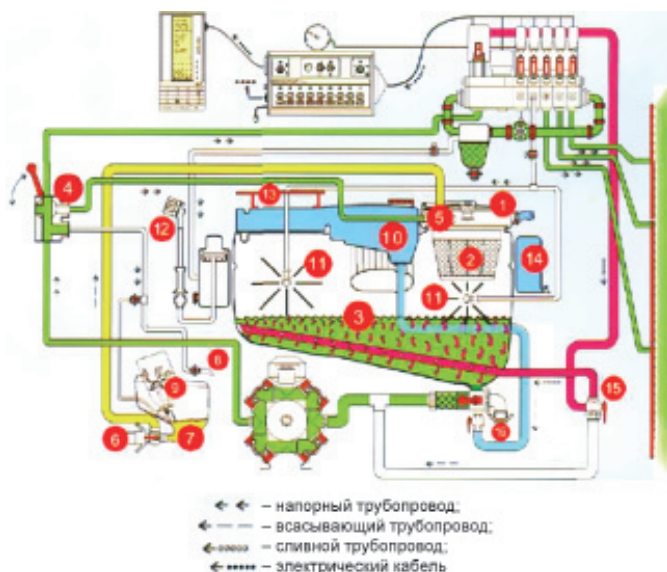
Отличаются наличием более высокооборотного электродвигателя в сочетании с распылителем, выполненным в виде перфорированного барабана, что позволяет удерживать размер капель 100-300 мкм в диапазоне рабочих расходов 10-100 л/га при ширине захвата 12-18 м. Ноу-хау распылителей системы «Радуга» является эллиптическая форма пятна распыла, что обеспечивает лучшую равномерность распределения рабочей жидкости.

Для зарубежных опрыскивателей характерны те же тенденции, что и для отечественных: продолжается дальнейшее увеличение ширины захвата, вместимости рабочих баков и производительности; большое внимание уделяется повышению качества обработки при соблюдении действующих норм экологической безопасности; расширяется внедрение систем автоматического контроля и управления, которые разрабатываются не только для регулирования нормы расхода рабочей жидкости опрыскивателями, но и для стабилизации положения штанги, а также систем промывки опрыскивателей после окончания работы и стабилизации движения по полю. Современным перспективным направлением их развития является создание систем, позволяющих работать в условиях технологий точного (координатного) земледелия.

Принципиальная гидравлическая схема расположения основных узлов в зарубежных опрыскивателях представлена на рис. 9.

Некоторые фирмы, выпускающие самоходные опрыскиватели, оснащают их и электрическими холодильными контейнерами (рис.10).





*Рис. 9. Гидравлическая схема расположения основных узлов в зарубежных опрыскивателях:*

1 – заправочная емкость; 2 – заливная горловина бака с крышкой и фильтром; 3 – клиновидный бак для обеспечения минимального остатка рабочего раствора; 4 – рукоятка управления потоком рабочего раствора; 5 – инжектор для снижения давления в заправочной емкости; 6 – заправочный шланг; 7- емкость для пестицидов; 8 – промывочный клапан для очистки и смачивания порошкообразных эмульсий; 9- промывочный аппарат; 10 –бак для промывочной воды; 11 – внутренняя гидравлическая очистка бака; 12 – оборудование для внешней очистки опрыскивателя; 13 – опора для эмульсии (опция); 14 - отдельный бак для мытья рук; 15 – кран для отсоединения мешалки; 16 – оборудование для заполнения бака рабочим раствором от насоса

Фирма «John Deere» (США) представляет современные модели прицепных серии 800 и самоходных опрыскивателей. Новый прицепной опрыскиватель 840 предназначен для небольших полей и средних объемов работ. Особенности его конструкции являются новая подвеска с электронной системой стабилизации положения штанги, вакуумная система автоматического заполнения трубопроводов, автоматическое сцепное устройство, позволяющее опрыскивателю копировать колею трактора (рис. 11).



*Рис. 10. Электрический холодильный контейнер фирмы «Dampp» (Германия)*



*Рис. 11. Прицепной опрыскиватель мод. 840 фирмы «John Deere» (США)*

Опрыскиватель оснащен баком вместимостью до 4 тыс. л, штангой с шириной захвата от 24 до 39 м (тройное складывание), насосом производительностью от 280 до 460 л/мин, потребляемая мощность 80 л.с. Масса опрыскивателя в заправленном состоянии 7880 кг.

Опрыскиватели серии 800 отличаются наличием системы принудительной подачи воздуха в форсунку «Twin Fluid» с образовани-

ем воздушно-капельной смеси, обеспечивающей более качественное опрыскивание благодаря лучшему удерживанию капель на поверхности растений, увеличенным ширине захвата и вместимости рабочих баков, возможности выборочного отключения секций штанги, а также двойным или тройным складыванием штанги при транспортировке, наличием электронного контроля процесса опрыскивания и системы мониторинга «GreenStar».

Самоходные мод. 4710 и 4720 оснащены шумоизолированной кабиной с улучшенной обзорностью, гидравлической системой регулирования ширины колеи, ударобезопасными крайними секциями штанги, складывающимися при встрече с препятствиями (рис. 12).

Опрыскиватели оснащены современной системой управления нормой расхода пестицидов, которая дает возможность установки и выбора любой из трех программируемых норм расхода химиката в диапазоне от 15 до 356 л/мин. Для обеспечения возможности последующего анализа автоматически регистрируются размер обработанной площади, объем израсходованного химиката и время работы. Диагностическая система постоянно контролирует рабочие параметры машин, включая частоту вращения двигателя, для обеспечения точного соблюдения нормы расхода ядохимикатов.

Заслуживают внимания и самоходные опрыскиватели SPRA-COUPÉ 4460/4660 фирмы «Challenger» (США), которые оснащены двигателем мощностью 125 л.с., баком вместимостью 1575 л, штангой с шириной захвата 18,3 или 24,4 м (рис. 13).

Дорожный просвет опрыскивателей до 122 см, ширина колеи задних колес регулируется от 1,84 до 2,75 м. Масса опрыскивателей составляет 6278 и 6383 кг.



*Рис. 12. Самоходный опрыскиватель мод. 4720 фирмы «John Deere» (США)*



*Рис. 13. Самоходный опрыскиватель «SPRA-COUPE 4460»*

Фирмой «Agrifac» (Голландия) производится самоходный опрыскиватель «Condor» имеющий ширину захвата штанги до 51 м, вместимость резервуара до 4 тыс. л, автоматически регулируемую ширину колеи в диапазоне 150-225 см и дорожный просвет до 110 см (рис. 14, 15). Он оснащен компьютерной системой управления двигателем и опрыскиванием, что позволяет сократить расход пестицидов на 10% и топлива – на 30%. Рабочая скорость 50 км/ч, потребная мощность двигателя 190 л.с.



*Рис. 14. Самоходный опрыскиватель «Condor»*



Рис. 15. Особенности конструкции опрыскивателя «Condor»:  
 а – пневматическая насадка для включения и выключения распылителей;  
 б – шины разных размеров; с – система смешивания воздуха  
 и рабочей жидкости; d – пятиходовой главный клапан с гидравлическим  
 управлением; e – емкость с системой промывки баков;  
 f – автоматическая система смазки; g – электронный индикатор  
 уровня рабочей жидкости в баке; h – система GPS для отслеживания  
 колеи и поворотной полосы

Фирмой «Berthoud» (Франция) выпускается современный самоходный опрыскиватель «Raptor», оснащенный двигателем мощностью 200 л.с., баком вместимостью 4,2 тыс. л, алюминиевой штангой (ширина захвата от 36 до 44 м), центробежным двухтурбинным насосом производительностью 550 л/мин, гидростатической трансмиссией с единым рычагом управления (рис. 16).



*Рис. 16. Самоходный опрыскиватель «Raptor»*

Герметичная кабина опрыскивателя оснащена кондиционером, радиоприемником, имеет панорамный обзор и комфортное кресло.

Фирма «Ag-Chem» (США) корпорации «Agco» представляет собой самоходные опрыскиватели серий «Rogator» и «Spra-Cour».

Полноприводные самоходные опрыскиватели «Rogator» оснащены двигателем с электронным управлением, турбокомпрессором и принудительным воздушным охлаждением; регулируемой рессорной подвеской с газовыми амортизаторами; кабиной с трехточечной подвеской и резиновой изоляцией, панорамным ветровым стеклом с обзором 360°, радиоприемником и холодильником; системой автоматической стабилизации штанг; колесами с широкопрофиль-

ными шинами и регулируемой шириной колеи (3048-3860 мм), электронными системами управления Falcon II и Raven SCS 661.

Самоходные полноприводные опрыскиватели серии «Sprag-Соур» оснащаются дизельным двигателем с турбонаддувом и полным электронным контролем; мультидисковыми тормозами «мокрого» типа, установленными на двух передних гидромоторах; гидростатическим рулевым управлением с приводом от отдельного гидронасоса; кабиной на трех опорах с пневмоподвеской, вентиляцией, панорамным ветровым стеклом и полностью прозрачной дверью; ходовой частью с шинами низкого давления и регулируемой шириной колеи (3,05-3,91 м); штангами с автоотводом наконечника и всей штанги при встрече с препятствием. Имеются возможности дистанционно управлять интенсивностью смешивания рабочей жидкости с помощью электроклапана и электронными системами Falcon II и Raven 661.

Фирма «Amazone» (Германия) предлагает для использования на отечественном рынке серию прицепных UX и навесных UF опрыскивателей (рис. 17).



Рис. 17. Опрыскиватели фирмы «Amazone»:  
а – прицепной серии UX 3200;  
б – навесной серии UF

Опрыскиватели серии UX отличаются компактным рабочим баком оригинальной формы, исключающей применение расклателей, с низко расположенным центром тяжести; системой параллелограммной подвески штанг с многократной амортизацией; стабильным подрессоренным дышлом; электронной системой Trailtron, обеспечивающей точное следование опрыскивателя по колеям трактора; наличием бака-смесителя с инжектором для быстрой подачи большого количества средств защиты или промывки канистр и вместительного бака с чистой водой с бесступенчатым переключением для разбавления остатков или для чистки систем опрыскивателя даже при полном рабочем баке; бесступенчатой системой переключения **Vario как с напорной стороны для опрыскивания, внутренней и внешней очистки, приготовления маточного раствора,** так и со стороны всасывания для опрыскивания, промывки, заправки; принудительной циркуляционной системой DUS, позволяющей с помощью системы регулирования давления обеспечивать постоянную циркуляцию рабочей жидкости, в том числе и при отключении отдельной линии, при каждом развороте и во время транспортировки, широкой номенклатурой различных штанг.

С новым прицепным опрыскивателем UX фирма «**Amazone**» завершает имеющуюся программу разработки прицепных опрыскивателей, которые отличаются вместимостью баков. Возможно исполнение с баками вместимостью от 3,6 тыс. л (UX 3200), 4,45 тыс. (UX 4200) до 5,46 тыс. л (UX 5200). Бак с благоприятным расположением центра тяжести и абсолютно гладкими стенками обеспечивает быструю и легкую очистку.

Опрыскиватели UX оснащаются штангами **Super-S шириной захвата от 15 до 28 м.** Диапазон ширины захвата штанг от 24 до 40 м позволяет увеличить новые штанги Super-L, которые складываются до сверхузкой транспортной ширины – 2,6 м. Размещаются штанги по бокам от бака.

Навесные опрыскиватели серии UF **оснащаются баками вместимостью от 1050 до 1980 л,** с оптимальным расположением центра тяжести, системой переключения Vario, циркуляционной системой DUS, различными типами штанг, могут дооборудоваться гибкими шлангами для локального внесения жидких минеральных удо-



брений и металлическими трубами, защищающими распылители во внешней области или по всей рабочей ширине. Широкозахватные штанги (до 28 м) компактно складываются в транспортное положение (2,4 м).

Прицепные высокопроизводительные опрыскиватели с баками вместимостью до 4 тыс. л и шириной захвата штанг 18-36 м предлагает фирма «Rau» (Германия). Они оборудованы маятниковыми механизмами, позволяющими выдерживать расстояние в 50 см между распылителями и обрабатываемой поверхностью как на равнине, так и на склоне. Имеют регулируемую ширину колеи от 1,5 до 2,1 м, высокую точность дозирования, пенные маркеры, возможность забора воды из открытых водоемов, усовершенствованную систему управления промывкой и заполнением бака, оснащены системой Telemat для управления опрыскивателем из кабины трактора (рис. 18).



Рис. 18. Прицепной опрыскиватель «Explorer B-28» фирмы «Rau»

Фирма «Lemken» (Германия) организовала производство новой серии навесных опрыскивателей с баками вместимостью 1,6-1,9 тыс. л (рис. 19). Они отличаются наличием алюминиевых штанг шириной захвата от 15 до 24 м и системой контроля нормы внесения пестицидов Easyspray. Среди современных прицепных

опрыскивателей доминируют модели с шириной захвата 27 м и рабочими баками вместимостью 2-2,5 тыс. л, максимальные значения этих параметров достигают соответственно 42 м и 13 тыс. л. В большинстве конструкций насосы непосредственно приводятся в действие с помощью карданного вала от ВОМ трактора. Если гидросистема трактора достаточно мощная, то насос опрыскивателя может работать непосредственно от нее. Для мощных прицепных агрегатов часто используют несколько насосов. Например, с помощью одного насоса подается рабочая жидкость к форсункам, а другой одновременно обеспечивает работу мешалки.



*Рис. 19. Навесной опрыскиватель фирмы «Lemken»*

Повышению качества обработки, уменьшению сноса мелких капель способствует использование широко распространенных в ряде стран (Дания, Германия, США, Франция, Великобритания, Израиль и др.) в последние годы штанг с воздушной завесой. Для этого на центральной секции штанги устанавливают осевой вентилятор с системой воздухопроводов в виде эластичных рукавов, которые крепятся на секциях штанги параллельно коллекторам с распылителями. Воздух, поступающий от вентилятора в воздухопроводы, выходит из них через узкую щель вдоль штанги, образуя завесу, снижающую снос, а

также частично дробит и направляет на обрабатываемый объект капли рабочей жидкости (рис. 20).



*Рис. 20. Опрыскиватель «Advance 3000 Vortex» фирмы «Jacto» (Бразилия)*

Аналогичный опрыскиватель «Alpha 2500 Twin Force» с шириной захвата штанги до 36 м выпускает и фирма «Hardi» (Дания) (рис. 21).



*Рис. 21. Самоходный опрыскиватель мод. «Alpha 2500 Twin Force»*

Система подачи воздушного потока на распылители позволяет на 10-15% сократить норму расхода пестицидов без потери их биологической эффективности за счет полного покрытия растений как с верхней, так и с нижней стороны листа; более чем в 2 раза повысить производительность опрыскивателя за счет увеличения скорости движения агрегата при обработке до 10-15 км/ч; расширить возможности проведения защитных мероприятий в ветреную погоду, позволяя проводить обработки при скорости ветра до 7 м/с без сноса капель и снижения эффективности препаратов; направленный воздушный поток позволяет проникать пестицидам сквозь густой сте-

блестой зерновых колосовых культур при обработках, что особенно важно при обработках фунгицидами и инсектицидами (рис. 22).



*Рис. 22. Технологическая схема подачи рабочего раствора в прикорневую часть зерновых колосовых культур*

Опрыскиватели с воздушной завесой системы **Air Plus** производятся фирмой «Rau» (Германия). Система **Air Plus** позволяет проводить полевые работы при температуре воздуха до 30°C и скорости ветра до 8 м/с. При этом (по данным фирмы) экономится до 40 % рабочего раствора при обработке картофеля и до 20% – в процессе опрыскивания зерновых.

Ведущие европейские производители опрыскивающей техники при разработке современных конструкций руководствуются законодательной базой, основанной на представленном Комиссией ЕС проекте типовых правил по дальнейшему применению средств защиты растений, который учитывает многообразие различных требований, одним из основных среди них остается охрана окружающей среды и здоровья потребителей. Наибольшее внимание уделя-

ется совершенствованию конструкций распылителей, штанг, процессам наполнения, опорожнения и промывки опрыскивателей, а также оснащению их современными средствами электроники.

Особые требования предъявляются к распылителям, используемым в конструкции штанговых опрыскивателей. Они должны обеспечивать качественное опрыскивание всей поверхности растений с минимальными потерями. Составлен перечень моделей распылителей, включающий в себя 141 наименование, с разбивкой на классы сокращения потерь раствора ядохимикатов. Согласно ему 68 наименований распылителей обеспечивают снижение потерь до 50% (например, турбопенные), 51 модификация позволяет сократить потери на 75 и 22 модели – на 90% (например, распылители для ленточного опрыскивания и инжекторные).

Так, фирмой «Technoma» (Франция) разработан инжекторный распылитель AIXR длиной 22 мм, который создает оптимальный баланс между степенью покрытия растений и снижением сноса рабочей жидкости (при давлении 0,2-0,4 МПа). Этому способствует использование для его изготовления уникального синтетического материала с повышенными износо- и кислотостойкостью.

Новую серию инжекторных распылителей с углом распыла 110-120°, изготовленных из керамики и полипропилена, выпускает и фирма «Lechler» (Германия).

Фирма «Mantis ULV-Spruhgerate GmbH» (Германия) производит сегментный вращающийся распылитель «Rotofix», который позволяет распылять неразбавленные препараты без напора в виде мельчайших капель в вертикальном направлении и экономит до 80% ядохимикатов при необходимом качестве опрыскивания, при этом исключается загрязнение окружающей среды и экономится время, расходуемое на приготовление рабочего раствора.

Ряд зарубежных фирм для сохранения угла распыла и обеспечения равномерного внесения пестицидов даже при ветре, превышающем 5-6 м/с, оборудует опрыскиватели различными экранами (рис. 23).

Конусные экраны не заслоняют видимость, не перегружают штангу и в отличие от других экранов не приводят во время работы к накоплению рабочего раствора.



*Рис. 23. Конусные экраны к опрыскивателям серии QF  
фирмы «Brandt» (Франция)*

Фирма «Dammann» поставляет опрыскиватели с защитным экраном распылителей, что позволяет им работать при скорости ветра до 3 м/с при качественном внесении ядохимикатов (рис.24).



*Рис. 24. Защитный экран распылителей фирмы «Dammann» (Германия)*

В конструкции штанг основное внимание уделяется уменьшению их массы путем использования новых материалов или конструктивных приемов, повышению их прочности и устойчивости в продольной и поперечной плоскостях при работе на ровной поверхности и на склонах, удобству складывания-раскладывания, регулировке высоты положения штанг, возможности работы при неполной ширине захвата. Большинство опрыскивателей оснащаются горизонтальными металлическими штангами ферменной конструкции. В последнее время наблюдается тенденция внедрения новых облегченных материалов для штанг – легкие и прочные сплавы, перфорированные (фирмы «Amazone», «Rau») и алюминиевые (фирмы «Matrot», «Lemken», «Berthoud») профили, полимерные материалы, армированное стекловолокно. Некоторые фирмы («Rau», «Technoma», «John Deere», «Amazone» и др.) выпускают несколько видов штанг одной и той же модели, что позволяет потребителю подобрать требуемую конструкцию.

При ширине захвата более 18 м опрыскиватели оснащаются системами стабилизации штанги в горизонтальной и вертикальной плоскостях для повышения равномерности опрыскивания. Для этого традиционно используются маятниковая (рис. 25) и шарнирно-рычажная системы стабилизации с различными демпферными устройствами, в том числе гидравлическими.



*Рис. 25. Самовыравнивающая маятниковая конструкция штанги*

Наряду с этим появляются новые системы и устройства: параллелограммная подвеска с тягой Z-образного профиля (фирма «John Deere»), система амортизации Parasol (фирма «Jacoby», Германия), обеспечивающая стабилизацию штанги в продольном и поперечном направлениях, система стабилизации HSS (фирма «Kverneland

Group») с устройством для предотвращения раскачивания, система DPS Toprider с пневмогидроаккумуляторами (фирма «Hardi») и др.

Большинство зарубежных фирм оснащают свои опрыскиватели штангами, у которых крайние секции при встрече с препятствием отклоняются назад и вверх, предотвращая поломку, а после прохода препятствия возвращаются в исходное положение. Складывание и раскладывание штанг, как правило, осуществляется гидравлически. У навесных орудий преобладает пакетное горизонтальное или вертикальное складывание, у прицепных и самоходных штанги складываются вдоль машины (рис. 26).



*Рис. 26. Самоходный опрыскиватель фирмы «Datmann» (Германия)*

В настоящее время максимальная ширина захвата навесных опрыскивателей достигает 28 м, вместимость баков – 1,9 тыс. л. Наиболее распространенными являются модели с захватом 21 м, для малых полей используются опрыскиватели со штангой в 15 м. Навесные опрыскиватели, как правило, оснащены приборными блоками: клапаном для регулировки рабочей ширины захвата, в том числе неполной, глав-



ным клапаном переключения, регулировочным клапаном. Клапаны регулировки неполной ширины захвата расположены за баком на штанге в непосредственной близости от форсунок, что обеспечивает более точное распределение раствора ядохимикатов в связи с незначительным перепадом давления между клапаном и форсунками. Регулировочные клапаны управляются преимущественно дистанционно с помощью электродвигателя, но имеются клапаны и с ручным управлением.

Ряд опрыскивателей оборудуется автономной гидросистемой с замкнутым контуром, не связанной с гидросистемой трактора. Это позволяет применять высококачественные масла, что увеличивает срок службы деталей гидросистемы и обеспечивает стабильное положение штанги над обрабатываемой поверхностью. С места тракториста из кабины с помощью пульта управления можно складывать штанги, отключать их посекционно, изменять высоту и угол расположения, что удобно при обработках краев поля и работе на пересеченной местности.

Некоторые опрыскиватели для послевсходовой обработки ядохимикатами в зоне рядка оборудуются специальными комплектами мод. 23770 фирмы «Teejet» (США) (рис. 27).

*Рис. 27. Комплект для рядковой обработки ядохимикатами мод. 23770*



Широкое распространение за рубежом получили мембранно-поршневые насосы производительностью до 403 л/мин, поршневые и центробежные – до 550 л/мин (рис. 28).



*Рис. 28. Типы насосов:  
а – поршневой; б – мембранно-поршневой; в – центробежный*

Для уменьшения времени переналадки опрыскивателей с одной нормы внесения на другую штанги оборудуют корпусами (головками), на которые устанавливают три-пять насадок-распылителей (рис. 29).



*Рис. 29. Штанга,  
оборудованная  
корпусом с пятью  
позиционными  
насадками-  
распылителями*

Рабочие баки в основном располагаются сзади трактора. Новую модель навесного опрыскивателя FT 1001-UF 1801 с двумя рабочими баками, один из которых расположен фронтально, предлагает фирма «Amazone». Конструкция бака позволила увеличить его вместимость до 1,8 тыс. л (в перспективе планируется дальнейшее увеличение объема до 2,8 тыс. л). Особенностью конструкции опрыскивателя является также использование электронной системы контроля уровня жидкости в баках Flow-Control. Она согласовывает между собой уровни заполнения переднего и заднего баков, поддерживая больший уровень во фронтальном баке для оптимального распределения нагрузки на колеса трактора, а также управляет интенсивностью смешивания рабочего раствора с минимальным образованием пены. Такая конструкция опрыскивателя, агрегируемая с наиболее распространенными тракторами мощностью до 147 кВт, является альтернативой небольшим самоходным машинам.

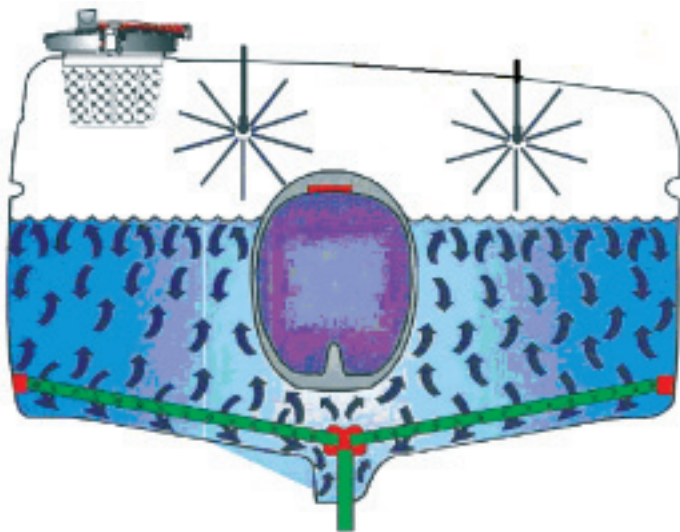
Прицепные опрыскиватели чаще всего имеют рабочий бак выпуклой или сильнозакругленной формы с плоским дном небольших размеров и низкорасположенным центром тяжести, например, опрыскиватель «Navigator» фирмы «Hardi» (Дания) (рис.30).



Рис. 30. Прицепной опрыскиватель «Navigator»

Таким образом, обеспечиваются минимальное остаточное количество пестицидов в баке и его лучшее опорожнение. Этому также способствует оснащение опрыскивателей рециркуляционной системой. Опрыскиватели оснащаются управляемыми осями с регулируемой шириной колеи, обеспечивающими за счет движения по следу трактора минимальное повреждение растений.

Многие опрыскиватели оборудуются мешалками рабочего раствора – механическими и гидравлическими. Во время работы агрегата мешалки предотвращают образование осадка препарата, при этом преимущество имеют гидравлические мешалки (рис.31).



*Рис. 31. Схема гидравлической мешалки с баком для промывочной воды*

Бесступенчатое регулирование колеи дает возможность адаптировать опрыскиватель для работы в междурядьях (рис. 32).

Важными составляющими работы опрыскивателей являются их наполнение, опорожнение и промывка. Обычно органы управления этими процессами сосредоточивают в так называемом центре управления, чаще всего расположенном на левой стороне машины. В более

совершенных моделях заполнение рабочего бака и его опорожнение осуществляются под контролем бортового компьютера. Электронные системы управления используются и при внутренней мойке систем опрыскивателя, что позволяет существенно снизить содержание остаточных пестицидов в почве и поверхностных водах. Например, в опрыскивателях фирмы «Amazone» функции заполнения бака, смешивания растворов пестицидов и промывки систем опрыскивателей осуществляются с помощью системы **Comfort-Paket** посредством бортового компьютера Amatron.

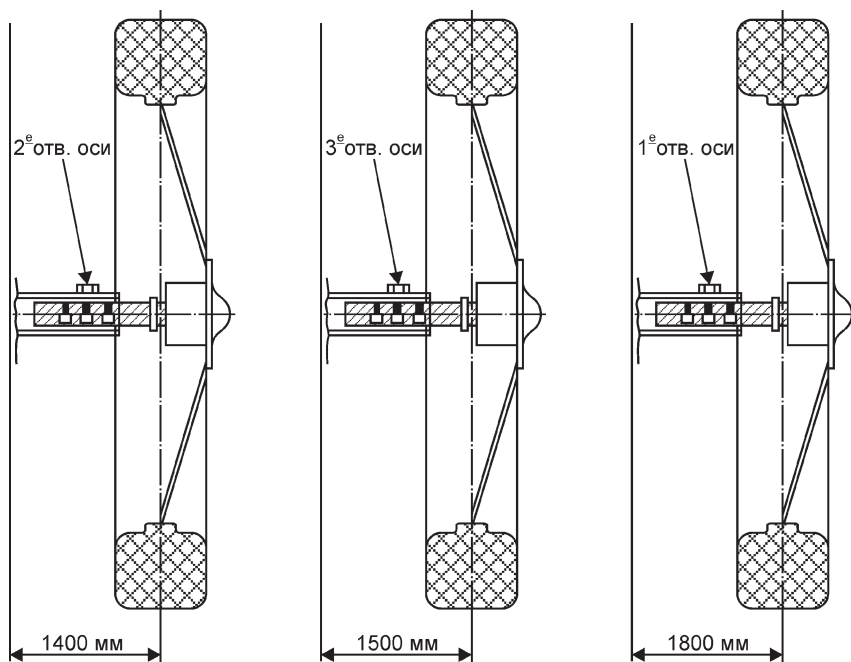
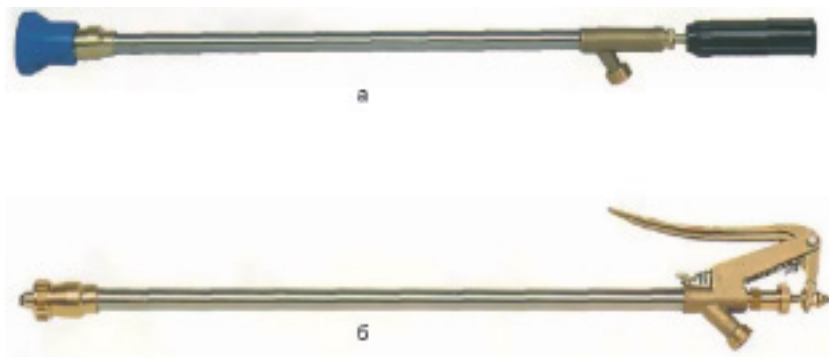


Рис. 32. Регулирование колеи опрыскивателя

Для наружной чистки предлагаются брандспойты со специальными наконечниками, которые могут работать от насоса опрыскивателя или от дополнительного насоса высокого давления (рис. 33).



*Рис.33. Брандспойты:  
а – тип 411С; б – 101С фирмы «ARAG» (Италия)*

Особое внимание в современных конструкциях опрыскивателей уделяется системам управления. Органы управления, монитор, многофункциональный рычаг имеют разнообразный дизайн и конструкторское исполнение. На информационную панель выводится наиболее значимая информация, в том числе норма внесения рабочей жидкости и скорость ее расхода. Фирмы «Sprague», «Technoma», «Matrot», «Amazone» и другие предлагают автоматическое устройство включения в работу отдельных секций штанги, поддерживаемое системой GPS, системы, позволяющие контролировать до пяти наименований препаратов с разной нормой внесения (система Viper фирмы «Sprague»), а также новейшие регулирующие устройства с возможностью выбора необходимого диаметра капель на основе данных о погодных условиях в сочетании с многокомпонентными системами включения распылителей.

Примером выбора необходимого диаметра капель путем регулирования воздушного потока к распылителям может служить контроллер Air Matic фирмы «Teejet» (США). В зависимости от изменения давления рабочей жидкости происходит настройка потока воздуха. В результате в системе поддерживается одинаковый размер капель при изменении скорости или нормы расхода рабочей жидкости (рис. 34).



*Рис. 34. Контроллер Air Matic*

Фирма «Challenger» (США) оборудует самоходные опрыскиватели мод. 7460 и 7660 контроллерами RAVEN 500, которые в непрерывном режиме регулируют норму внесения рабочей жидкости, давление, площадь обработки ядохимикатами, рабочую скорость и уровень рабочей жидкости в емкости (рис. 35).



*Рис. 35. Контроллер RAVEN 500*

Наблюдается тенденция использования электронного оборудования, оснащенного шинной связью в соответствии со стандартом ISO. Опрыскиватели с такой системой уже представлены на рынке. Их преимущество в использовании одного устройства сопряжения для управления различными техническими средствами (опрыскиватель, разбрасыватель удобрений, цистерна для внесения жидких удобрений). Дальнейшие разработки ведутся в направлении создания приложений, поддерживаемых системой GPS, включающих в себя составление документации по данным о площадях и проведенных мерах защиты растений.

Для повышения эргономичности управления большинство производителей устанавливают электрические и гидравлические устройства управления вентилями и штангами. В наиболее прогрессивных конструкциях, оснащенных системами GPS, **имеется возможность частично отключать ряды распылителей и проводить дифференцированную обработку полей**

Компания «Hardi» (Дания) представила систему электрически управляемых клапанов, устанавливаемых над каждым распылителем штангового опрыскивателя. В автоматическом режиме с использованием системы GPS **можно закрывать и открывать соответствующий распылитель, исключая при этом перекрытие рабочих проходов.** Такая система обеспечивает повышение точности внесения рабочего раствора, так как при этом способе распылители вдоль штанги могут находиться в рабочем или выключенном состоянии через каждые 50 см (вместо 6 м ранее). Сопла закрываются индивидуально, например, при завершении операции опрыскивания (на оставшихся клиновыих полосках) или на разворотных полосках. Общая система управляется с помощью системы GPS, при этом все данные сохраняются в памяти бортового компьютера, в том числе координаты и площади, которые уже обработаны. Эта же компания предложила новую концепцию промывки опрыскивателей, базирующуюся на трех автоматических (очистка труб штанги, быстрая основная и тщательная очистки) и трех полуавтоматических (промывка с очищающей жидкостью, очистка рабочего бака и насоса, очистка наполнителя) программах. Цель концепции – создание удобной и эффективной системы очистки полевых опрыскивателей в соответствии со всеми техническими и экологическими требованиями. При этом управление новой системой промывки осуществляется из кабины трактора.



## ||| НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОПРЫСКИВАНИЕМ

Особое внимание в современных конструкциях опрыскивателей уделяется системам их управления. Многие годы успешное решение проблемы вождения техники при междурядной обработке почвы зависело от двух взаимосвязанных факторов: профессиональных навыков механизаторов и наличия четких ориентиров, задающих маршрут движения по полю (технологическая колея, разметка пеной и т. д.). Появление в конце XX века спутниковых навигационных систем типа GPS привело к изменениям в технологии управления машин, используемых в сельскохозяйственном производстве.

Современная GPS-навигация имеет следующие преимущества:

- не требуется предварительная разметка поля и дополнительные расходные материалы для маркирования рядов;
- максимально используется ширина захвата и сводятся к минимуму перекрытия соседних рядов;
- исключаются пропуски между соседними рядами;
- увеличивается коэффициент загрузки техники (возможность работы ночью);
- обеспечивается возможность работы в условиях плохой видимости (пыль, туман);
- повышается комфортность работы, снижается утомляемость водителя.

Система вождения, объединенная с агрегатами точного дозирования и специальным программным обеспечением, позволяет создавать и применять карты обработки полей с запоминанием траектории вождения машины. В отечественном варианте привычным стал термин «система параллельного вождения», но современные системы с GPS-навигацией дают возможность прокладывать и отслеживать как прямолинейные, так и криволинейные траектории и их сочетания (рис. 36).

Анализ представленных на мировом рынке систем параллельного вождения показывает, что все они легко устанавливаются на трактор, обеспечивают отчетливость наведения с различной степенью точности (среднее отклонение от 3 до 30 см), позволяют повысить производительность и улучшить качество выполняемых работ.

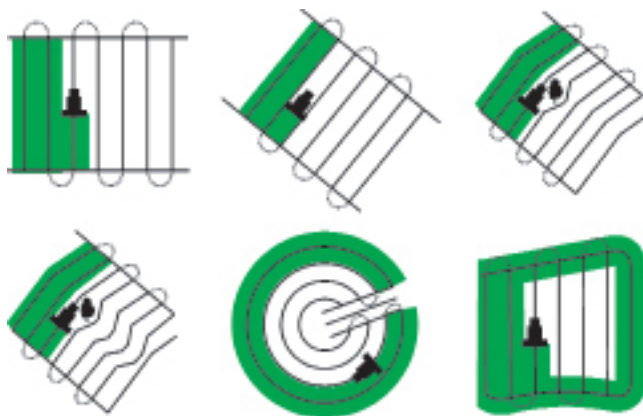


Рис. 36. Шаблоны движения агрегатов

В настоящее время на российском рынке присутствуют три функционально отличающиеся системы параллельного вождения.

**Ручная система** отображает на дисплее или информирует водителя (механизатора) комбинацией светодиодов (иногда и звуковыми сигналами) лишь об отклонении агрегата от базовой траектории. Отображаемая информация является сигналом для действий механизатора по устранению этого отклонения.

Так, фирма «Agrokom» разработала систему параллельного вождения Outback S для использования при опрыскивании. Она отличается простотой отслеживания, яркие световоды показывают направление движения и предупреждают об отклонении от курса (рис. 37).

Компанией «Trimble» организован выпуск курсоуказателя для параллельного вождения, который легко устанавливается на все типы сельскохозяйственных машин. Монтаж и пусконаладка занимают всего несколько минут, после этого необходимо указать параметры агрегата и система готова к работе (рис. 38).

Представляют интерес выпускаемые отечественными производителями агронавигаторы «Азимут-1» и «Азимут-2» фирмы «Asgard plus» и бортовой навигационный комплекс «Агронавигатор» (БНК) компании МПО «Сибирский аэросоюз» для параллельного вождения автотракторной техники при химической защите растений от вредителей и болезней (рис. 39).



Рис. 37. Ручная система фирмы «Агрокот» (Германия)



Рис. 38. Курсоуказатель  
фирмы «Trimble» (США)



Рис. 39. Агронавигаторы: а – «Азимут-1»; б – БНК

Ручные системы самые дешевые, но из-за низкой точности их применение ограничено внесением средств защиты растений.

**Система частичного автопилотирования** предполагает ручной ввод агрегата механизатором на заданное направление движения с требуемым шагом от базовой траектории, а дальнейшее копирование базовой траектории производится автоматически.

В процессе рабочего перемещения влияние ошибок механизатора на качественные показатели работы агрегата исключаются. В то же время механизатор имеет возможность полностью сконцентрировать свое внимание на качественном выполнении технологического процесса.

Конструктивно система частичного автопилотирования представлена в виде курсоуказателя и управляемых электро- или гидродвигателей, воздействующих на рулевую гидравлику трактора (рис. 40).



Рис. 40. Система частичного автопилотирования:  
а – курсоуказатель; б – подруливающее устройство

Точность системы  $\pm 5-30$  см. Это позволяет рекомендовать ее для выполнения приемов по аналогии с ручной системой, но с более высокой производительностью и качеством выполнения работ.

**Автопилотирование** отличается от параллельного вождения тем, что отклонения от заданной траектории, вырабатываемые GPS-приемником, через специальные устройства вводятся непосредственно в систему управления ходовой частью, обеспечивая движение по маршруту без вмешательства механизатора с точностью:

$\pm 10-30$ ,  $\pm 5-10$  и  $\pm 2$  см. Лучшие автоматические системы работают с точностью  $\pm 1-2$  см.

По данным ГНУ ВНИИЗ и ЗПЭ, рациональное расходование рабочего времени и ресурсов при возделывании сахарной свеклы с применением GPS позволяет получить экономический эффект в размере 400-1200 руб/га.

В Европе, например, подсчитано, что экономический эффект от применения GPS-оборудования достигает 2000-2400 руб/га.

## ||| МОДЕРНИЗАЦИЯ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

В настоящее время в хозяйствах Российской Федерации имеется не более 40% необходимого количества опрыскивателей, многие из которых не соответствуют требованиям технологии применения высокоактивных препаратов. Ежегодно из оборота выбывает и списывается до 25% опрыскивающей техники, а выпуск и поставки новой техники минимальны. В целях восстановления бывших в эксплуатации машин для защиты растений от сорняков, вредителей и болезней рядом фирм (ООО «НПФ Гута», ООО «Агро», ООО «Владмаш» и др.) организована поставка по заявкам сельхозтоваропроизводителей комплектов рабочего оборудования для модернизации на местах штанговых опрыскивателей типа ОП-2000-2-01, ОПШ-15-01, ОМ-630-2 и т.п. (рис. 41).

Комплект включает в себя фильтры всасывающий и напорный с кронштейнами крепления к раме опрыскивателя; четырех- или пятисекционный регулятор-распределитель с манометром; гидросмеситель с деталями крепления; шланги для соединения бака, насоса, фильтров и регулятора распределителя между собой; трех- или четырехсекционный гибкий коллектор, состоящий из соединенных шлангами распыливающих устройств (форсунок) с отсечными клапанами и распылителями, кронштейна для крепления коллектора к штанге; шланги для подачи рабочего раствора от регулятора-распределителя к секциям коллектора и гидросмесителю; хомуты, метизы и ЗИП (рис. 42).

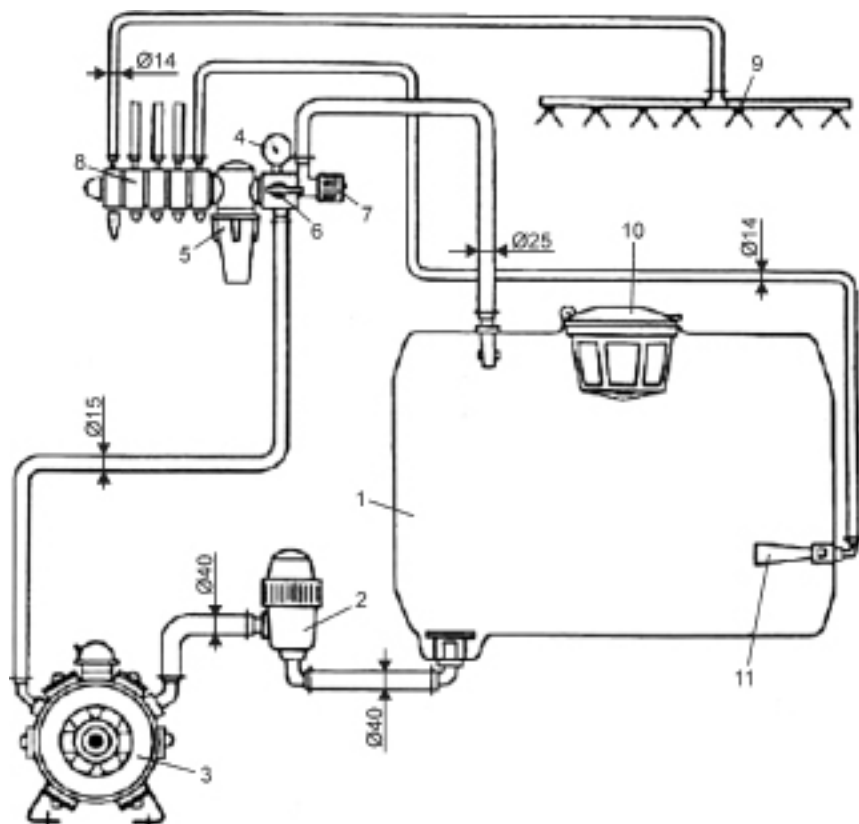


Рис. 41. Схема модернизированного штангового опрыскивателя:  
 1 – емкость; 2, 5 – фильтры всасывающий и напорный с кронштейном крепления к раме опрыскивателя; 3 – насос; 4 – манометр; 6 – рукоятка управления потоком; 7 – маховик регулирования давления; 8 – четырех- или пятисекционный регулятор-распределитель с кронштейном крепления; 9 – трех- или четырехсекционный гибкий коллектор, состоящий из соединенных шлангами распыливающих устройств (форсунок) с отсеченными клапанами и распылителями; 10 – заливная горловина бака с крышкой и фильтром; 11 – гидросмеситель с деталями крепления



Рис. 42. Основные комплектующие для модернизации опрыскивателей:  
 1 – регулятор-распределитель четырех- или пятисекционный с манометром; 2 – фильтр напорный производительностью 80-280 л/мин и точностью фильтрации 173 мкм; 3 – фильтр всасывающий производительностью 60-260 л/мин и тонкостью фильтрации 365 мкм; 4 – мембранно-поршневой насос

По заявкам потребителей форсунки оснащаются современными распылителями фирмы «Lechler» (Германия), обеспечивающими расход рабочей жидкости в диапазоне 50-400 л/га (табл. 2, 3), а также плоскоструйными распылителями воздушно-инжекторного типа фирмы «Teejet» (США) с расходом рабочей жидкости от 12 до 840 л/га (табл. 4) и др.





<b>Инсектицид</b>	<b>Контактный</b>	+	+	+	+	++	++	+	+	±	+	±
	<b>Системный</b>	++	++	++	+	++	++	+	+	+	-	+
<b>Жидкие удобрения (давление)</b>		++	++	++	++	++	++	++	++	+	±	++ (3-5)
		(2,0-3,5)	(1,5-2,5)	(1,5-2,5)	(1,5-2,5)	(1,5-2,0)	(2)	(1-2)				
<b>Регуляторы роста</b>		++	++	++	++	++	++	++	+	+	-	±
		++	++	++	++	++	+	-				+
<b>Дождевание</b>		++	++	++	++	++	+	-				
		++	++	++	++	++	+	-				+



++ – очень хорошо соответствует;

+ – хорошо соответствует;

± – не совсем соответствует;

- – не рекомендуется.

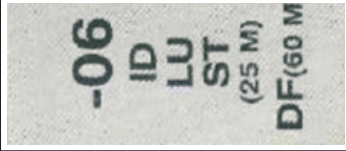
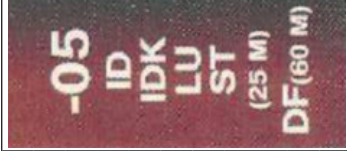
### Рекомендации по применению распылителей при обработке полевых культур

Типы опрыскивателей	Давление, бар	Расход, л/мин	Расход рабочей жидкости в зависимости от рабочей скорости (км/ч), л/га									
			5	6	7	8	10	12	16	20	25	30
	1,5	0,28	67	56	48	42	34	28	21	17	13	11
	2,0	0,32	77	64	55	48	38	32	24	19	15	13
	2,5	0,36	86	72	62	54	43	36	27	22	17	14
	3,0	0,39	94	78	67	59	47	39	29	23	19	16
	3,5	0,42	101	84	72	63	50	42	32	25	20	17
	4,0	0,45	108	90	77	68	54	45	34	27	22	18
	4,5	0,48	115	96	82	72	58	48	36	29	23	19
	5,0	0,51	122	102	87	77	61	51	38	31	24	20
	6,0	0,55	132	110	94	83	66	55	41	33	26	22
	7,0	0,60	144	120	103	90	72	60	45	36	29	24
	8,0	0,64	154	128	110	96	77	64	48	38	31	26
	1,5	0,42	101	84	72	63	50	42	32	25	20	17
	2,0	0,48	115	96	82	72	58	48	36	29	23	19
	2,5	0,54	130	108	93	81	65	54	41	32	26	22
	3,0	0,59	142	118	101	89	71	59	44	35	28	24
	3,5	0,63	151	126	108	95	76	63	47	38	30	25
	4,0	0,68	163	136	117	102	82	68	51	41	33	27
	4,5	0,72	173	144	123	108	86	72	54	43	35	29
	5,0	0,76	182	152	130	114	91	76	57	46	36	30
	6,0	0,83	199	166	142	125	100	83	62	50	40	33
7,0	0,90	216	180	154	135	108	90	68	54	43	35	
			192	165	144	115	96	72	58	46	38	

-02 ID IDK LU AD ST (60 M) DF(80 M)	1,5	0,56	134	112	96	84	67	56	42	34	27	22
	2,0	0,65	156	130	111	98	78	65	49	39	31	26
	2,5	0,73	175	146	125	110	88	73	55	44	35	29
	3,0	0,80	192	160	137	120	96	80	60	48	38	32
	3,5	0,86	206	172	147	129	103	86	65	52	41	34
	4,0	0,92	221	184	158	138	110	92	69	55	44	37
	4,5	0,98	235	196	168	147	118	98	74	59	47	39
	5,0	1,03	247	206	177	155	124	103	77	62	49	41
	6,0	1,13	271	226	194	170	136	113	85	68	54	45
	7,0	1,22	293	244	209	183	146	122	92	73	59	49
8,0	1,30	312	260	223	195	156	130	98	78	62	52	
-025 ID IDN IDK (60 M)	1,5	0,70	168	140	120	105	84	70	53	42	34	28
	2,0	0,81	194	162	139	122	97	81	61	49	39	32
	2,5	0,91	218	182	156	137	109	91	68	55	44	36
	3,0	0,99	238	198	170	149	119	99	74	59	48	40
	3,5	1,07	257	214	183	161	128	107	80	64	51	43
	4,0	1,15	276	230	197	173	138	115	86	69	55	46
	4,5	1,22	293	244	209	183	146	122	92	73	59	49
	5,0	1,28	307	256	219	192	154	128	96	77	61	51
	6,0	1,40	336	280	240	210	168	140	105	84	67	56
	7,0	1,52	365	304	261	228	182	152	114	91	73	61
8,0	1,62	389	324	278	243	194	162	122	97	78	65	



1,0	1,14	274	228	195	171	137	114	86	68	55	46
1,5	1,39	334	278	238	209	167	139	104	83	67	56
2,0	1,61	386	322	276	242	193	161	121	97	77	64
2,5	1,80	432	360	309	270	216	180	135	108	86	72
3,0	1,97	473	394	338	296	236	197	148	118	95	79
3,5	2,13	511	426	365	320	256	213	160	128	102	85
4,0	2,28	547	456	391	342	274	228	171	137	109	91
5,0	2,55	612	510	437	383	306	255	191	153	122	102
6,0	2,79	670	558	478	419	335	279	209	167	134	112
7,0	3,01	722	602	516	452	361	301	226	181	144	120
8,0	3,22	773	644	552	483	386	322	242	193	155	129
1,5	1,67	401	334	286	251	200	167	125	100	80	67
2,0	1,93	463	386	331	290	232	193	145	116	93	77
2,5	2,16	518	432	370	324	259	216	162	130	104	86
3,0	2,36	566	472	405	354	283	236	177	142	113	94
3,5	2,55	612	510	437	383	306	255	191	153	122	102
4,0	2,73	655	546	468	410	328	273	205	164	131	109
4,5	2,90	696	580	497	435	348	290	218	174	139	116
5,0	3,05	732	610	523	458	366	305	229	183	146	122
6,0	3,34	802	668	573	501	401	334	251	200	160	134
7,0	3,61	866	722	619	542	433	361	271	217	173	144
3,0	3,86	926	772	662	579	463	386	290	232	185	154



**Плоскоструйные распылители воздушно-инжекторного типа фирмы «ТееJet» (США)**



	Давление, бар	Производительность насадки, л/мин	Расход рабочей жидкости в зависимости от рабочей скорости (км/ч), л/га												
			4	5	6	7	8	9	10	12	16	18	20	25	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
AIXR110015 (100)		0,34	102	81,6	68,0	58,3	51,0	40,8	34,0	25,5	22,7	20,4	16,3	13,6	11,7
	2,0	0,48	144	115	96,0	82,3	72,0	57,6	48,0	36,0	32,0	28,8	23,0	19,2	16,5
	3,0	0,59	177	142	118	101	88,5	70,8	59,0	44,3	39,3	35,4	28,3	23,6	20,2
	4,0	0,68	204	163	136	117	102	81,6	68,0	51,0	45,3	40,8	32,6	27,2	23,3
	5,0	0,76	228	182	152	130	114	91,2	76,0	57,0	50,7	45,6	36,5	30,4	26,1
	6,0	0,83	249	199	166	142	125	99,6	83,0	62,3	55,3	49,8	39,8	33,2	28,5
AIXR11002 (50)	1,0	0,46	138	110	92,0	78,9	69,0	55,2	46,0	34,5	30,7	27,6	22,1	18,4	15,8
	2,0	0,65	195	156	130	111	97,5	78,0	65,0	48,8	43,3	39,0	31,2	26,0	22,3
	3,0	0,79	237	190	158	135	119	94,8	79,0	59,3	52,7	47,4	37,9	31,6	27,1
	4,0	0,91	273	218	182	156	137	109	91,0	68,3	60,7	54,6	43,7	36,4	31,2
	5,0	1,02	306	245	204	175	153	122	102	76,5	68,0	61,2	49,0	40,8	35,0
	6,0	1,12	336	269	224	192	168	134	112	84,0	74,7	67,2	53,8	44,8	38,4

AIXR110025 (50)	1,0	0,57	171	137	114	97,7	85,5	68,4	57,0	42,8	38,0	34,2	27,4	22,8	19,5
	2,0	0,81	243	194	162	139	122	97,2	81,0	60,8	54,0	48,6	38,9	32,4	27,8
	3,0	0,99	297	238	198	170	149	119	99,0	74,3	66,0	59,4	47,5	39,6	33,9
	4,0	1,14	342	274	228	195	171	137	114	85,5	76,0	68,4	54,7	45,6	39,1
	5,0	1,28	384	307	256	219	192	154	128	96,0	85,3	76,8	61,4	51,2	43,9
	6,0	1,40	420	336	280	240	210	168	140	105	93,3	84,0	67,2	56,0	48,0
AIXR11003 (50)	1,0	0,68	204	163	136	117	102	81,6	68,0	51,0	45,3	40,8	32,6	27,2	23,3
	2,0	0,96	288	230	192	165	144	115	96,0	72,0	64,0	57,6	46,1	38,4	32,9
	3,0	1,18	354	283	236	202	177	142	118	88,5	78,7	70,8	56,6	47,2	40,5
	4,0	1,36	408	326	272	233	204	163	136	102	90,7	81,6	65,3	54,4	46,6
	5,0	1,52	456	365	304	261	228	182	152	114	101	91,2	73,0	60,8	52,1
	6,0	1,67	501	401	334	286	251	200	167	125	111	100	80,2	66,8	57,3
AIXR11004 (50)	1,0	0,91	273	218	182	156	137	109	91,0	68,3	60,7	54,6	43,7	36,4	31,2
	2,0	1,29	387	310	258	221	194	155	129	96,8	86,0	77,4	61,9	51,6	44,2
	3,0	1,58	474	379	316	271	237	190	158	119	105	94,8	75,8	63,2	54,2
	4,0	1,82	546	437	364	312	273	218	182	137	121	109	87,4	72,8	62,4
	5,0	2,04	612	490	408	350	306	245	204	153	136	122	97,9	81,6	69,9
	6,0	2,23	669	535	446	382	335	268	223	167	149	134	107	89,2	76,5
AIXR11005 (50)	1,0	1,14	342	274	228	195	171	137	114	85,5	76,0	68,4	54,7	45,6	39,1
	2,0	1,61	483	386	322	276	242	193	161	121	107	96,6	77,3	64,4	55,2
	3,0	1,97	591	473	394	338	296	236	197	148	131	118	94,6	78,8	67,5
	4,0	2,27	681	545	454	389	341	272	227	170	151	136	109	90,8	77,8
	5,0	2,54	762	610	508	435	381	305	254	191	169	152	122	102	87,1
	6,0	2,79	837	670	558	478	419	335	279	209	186	167	134	112	95,7

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	1,0	1,37	411	329	274	235	206	164	137	103	91,3	82,2	65,8	54,8	47,0
	2,0	1,94	582	466	388	333	291	233	194	146	129	116	93J	77,6	66,5
	3,0	2,37	711	569	474	406	356	284	237	178	158	142	114	94,8	81,3
	4,0	2,74	822	658	548	470	411	329	274	206	183	164	132	ПО	93,9
	5,0	3,06	918	734	612	525	459	367	306	230	204	184	147	122	105
	6,0	3,35	1005	804	670	574	503	402	335	251	223	201	161	134	115



Для монтажа комплекта необходимо, чтобы основные узлы модернизируемой машины (рама с ходовой частью, бак для раствора и штанга с механизмами подвески и управления) сохранили работоспособность. Все остальное оборудование включено в предлагаемый комплект. Оснащенные им опрыскиватели превращаются в современные машины, отвечающие самым высоким требованиям. Отечественный или импортный насос включается в комплект по заказу потребителя. К комплекту прилагается инструкция по сборке, установке и регулировке входящих в него узлов и деталей.

Представляет интерес и импортируемое различными фирмами оборудование для оснащения отечественных опрыскивателей. Так, фирма «Апекс», являясь официальным представителем фирм «Agag» (Италия) и «Lechler» (Германия), поставляет комплекты, в которых количество входящих в них деталей и узлов зависят от ширины захвата опрыскивателя и схемы управления системой распределения (ручное, дистанционное или автоматическое – компьютерное).

В состав комплектов входят: мембранно-поршневой насос, всасывающий и напорный фильтры, отсечное устройство проходного и концевое типов, регулятор-распределитель давления, гидравлическое перемешивающее устройство, распылители, шланги всасывающие и напорные, двух-, трехходовые краны, пенный маркер, выходной набор с антивихреобразователем, шланги, пульт дистанционного управления или компьютер, бак с краном для мытья рук, карданный вал и спутниковая система позиционирования GPS SiRiO.

В результате эксплуатации выявлено, что применение модернизированных опрыскивателей позволяет экономить более 20% вносимых препаратов и окупать затраты на модернизацию в течение одного-двух сезонов.

## ПОДГОТОВКА ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ К РАБОТЕ

Химические меры борьбы с вредителями, болезнями и сорняками предполагают обязательное применение специализированной техники для внесения пестицидов в соответствии с установленными регламентами. В настоящее время основным способом применения химических и биологических средств защиты растений является опрыскивание. При работе с опрыскивателями необходимо руководствоваться «Гигиеническими требованиями к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов», «Каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» а также инструкцией по эксплуатации конкретного агрегата.

Эффективность работ по защите растений во многом зависит от состояния и технических характеристик опрыскивателя. В настоящее время на рынке машин по защите растений имеется множество моделей, которые различаются по конструктивному исполнению, форме и объему бака, конструкции штанг, комплектации гидросистемы. Принципиальное же отличие заключается в способе распыла жидкости: напорном струйном через жиклер или с вращающегося диска. Около 95% опрыскивателей оснащены щелевыми напорными распылителями, норма расхода рабочей жидкости при этом колеблется от 50 до 400 л/га.

Для выбора режима работы опрыскивателя необходимо знать группу пестицидов и рекомендуемый расход рабочей жидкости (табл. 5).

Таблица 5

### Параметры для выбора режима работы штанговых опрыскивателей, оборудованных щелевыми распылителями

Вид пестицида	Расход рабочей жидкости, л/га	Количество капель на 1 см <sup>2</sup> , шт.	Давление, атм.
<i>Штанговые опрыскиватели</i>			
Гербициды	50-250	30	2,5-4
Инсектициды	75-150	50	2,5-4
Фунгициды	100-200	60	2,5-4
ЖКУ, КАС	100-205	50	2,5-4
Стимуляторы роста	50-150	50	2,5-4

Кратность обработок регламентируется Каталогом. Во всех случаях пестициды следует применять с учетом биологии культур и вредных объектов, выбирая при этом оптимальные из рекомендуемых сроки обработки.

Техническое состояние опрыскивателя определяет успех проведения защитных мероприятий наряду с выбором необходимого пестицида или сроков обработки.

Самым ответственным агрегатом в опрыскивателе является насос. На опрыскивателях отечественного и зарубежного производства применяются центробежные, шестеренчатые, роликовые и мембранно-поршневые насосы. Производственный опыт и анализ работы насосов показывают, что самое широкое распространение получили мембранно-поршневые (диафрагменные) насосы с производительностью 70, 100, 120, 150, 230 л/мин и более.

Диафрагменные насосы работают по принципу карбюраторного бензонасоса с той лишь разницей, что на насосах, используемых на опрыскивателях, устанавливается не одна диафрагма, а три и более. Чтобы сгладить пульсацию подачи рабочего раствора на этих насосах имеется воздушный амортизатор. Давление в нем поддерживается в пределах 40-45% от рабочего давления в нагнетательной магистрали. Например, давление в нагнетательной магистрали опрыскивателя 4 атм., в воздушном амортизаторе должно поддерживаться в пределах 1,8 атм. ( $4 \times 0,45 = 1,8$  атм.).

Широкое применение диафрагменных насосов обусловлено и тем, что номинальная частота вращения вала насоса соответствует частоте вращения ВОМ отечественных тракторов. Краткая техническая характеристика мембранно-поршневых насосов приведена в табл. 6.

В настоящее время обработка посевов пестицидами осуществляется традиционным полнообъемным опрыскиванием, малообъемным и ультрамалообъемным способами. Существует классификация по распыляемому объему жидкости (рис. 43).

Таблица 6

**Краткая техническая характеристика мембранно-поршневых насосов**

Фирма	Модель	Производительность, л/мин	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
«Altek» (Германия)	P-70	70	220x195x300	8,7
	P-100	100	260x225x300	11,8
	P-120	120	265x225x330	13,2
	P-150	150	220x285x280	16,2
	P-200	200	260x315x295	22/26
	P-260	260	265x315x340	30
«Imovile Pompe» (IP) (Италия)	D 82	79	273x254x252	10,5
	D 113	110	281x294x270	12,5
	D 123	120	281x330x295	12,7
	D 133	130	320x300x290	13,4
	D 163	165	385x355x360	29,5
	D 174	168	392x338x403	29
	D 203	200	385x355x360	29,5
	D 245S	218	475x338x425	43
	D 274	273	510x355x440	44,5
D 406	403	580x355x535	51,5	
«Comet» (Италия)	BP-125	121	-	13,6
	BP-151	142	-	16,2
	BP-171	168	-	29,3
«UDOR» (Италия)	RO 110	110	-	17,0
	RO 130	132	-	17,2
	RO 160	170	-	24
	RO 180	177	-	24
	RO 320	329	365x463x503	53
	RO 400	400	365x463x503	53
	«Annovi Reverberi» (Италия)	AR 115	114	266x306x342
AR 135		132	266x306x342	14
AR 145		142	405x305x437	21
AR 160		161	420x415x434	28
AR 185		180	420x415x434	28
AR 215		215	458x407x434	36
AR 280		282	458x407x434	36
AR 370		371	412x464x632	58
AR 500		500	507x532x667	75

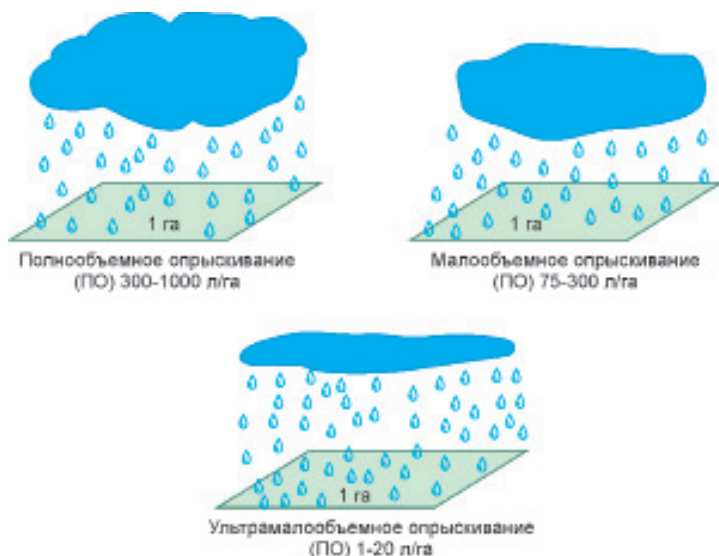


Рис. 43. Классификация по распыляемому объему жидкости

При составлении раствора рабочей жидкости для технологии малообъемной обработки уменьшают количество воды, а количество препарата остается таким, как рекомендует изготовитель. Вода выполняет функцию инертного разбавителя, носителя применяемых препаратов независимо от того, в каком виде они наносятся на растение (суспензия, эмульсия, раствор). Выполнив свою роль, вода испаряется.

При применении МО желаемый результат достигается не размером капель, а их количеством на единицу площади. Дисперсность распыла определяется размером капель, измеренных в микронах (1 мкм = 0,001мм). Классификация дисперсности распыла приведена в табл. 7.

Чтобы эффективно и качественно внести пестициды, необходимо правильно подобрать тип распылителя.

**Стандартные целевые плоскофакельные** распылители используются наиболее широко. Они предназначены для работы при рабочем давлении 1-5 атм.

**Классификация дисперсности распыла**

Диаметр капли, мкм	Состояние	Применение
500-600	Слабый дождь	Традиционные опрыскиватели с применением насоса высокого давления
300-400	Морось	
50-200	Туман	Только вращающиеся распылители
30-50	Облачность	
10-15	Аэрозоль	

**Инжекторные плоскофакельные** распылители появились на рынке относительно недавно. У них, в отличие от щелевых плоскофакельных распылителей, спектр распыла содержит значительно меньше мелких капель, подверженных сносу. Эти распылители работают при давлении 2-8 атм.

**Распылители с уменьшенным дрейфом мелких капель** представляют собой стандартный щелевой распылитель, который имеет дополнительную вставку – первичную камеру распыления с цилиндрическим соплом. Благодаря наличию такой камеры выходное сопло распылителя имеет больший размер, что способствует уменьшению доли мелких капель в спектре распыла, подверженных сносу, чем у стандартных плоскофакельных распылителей. Применяется для защиты полевых культур от вредителей, болезней и сорной растительности.

**Плоскофакельные щелевые** распылители обеспечивают более равномерное распределение рабочей жидкости на эффективной ширине захвата. Европейский стандарт регламентирует неравномерность распределения рабочей жидкости на эффективной ширине захвата, выраженную коэффициентом вариации. Для штанговых опрыскивателей – 7% в стационарном режиме и 9% – при движении в поле. Основными производителями высококачественных щелевых распылителей являются фирмы «Spraying System» (торговое название «Teejet») (США), «Lechler» (Германия), «Albuz» (Франция) и др.

**Дефлекторные** распылители применяются при обработке посевов гербицидами, а также для внесения жидких комплексных удо-

брений (ЖКУ). Такие распылители располагаются на штанге с расстоянием 1-1,5 м и по сравнению с плоскофакельными щелевыми дают худшую равномерность по ширине захвата (25-30%).

**Центробежные** распылители применяются для защиты садовых насаждений, виноградников и кустарников, для полевых культур применять их нецелесообразно из-за высокой неравномерности.

Одна из основных характеристик распылителей – угол факела распыла. От его величины зависит высота установки штанги к обрабатываемой поверхности и, соответственно, равномерность внесения. Для сплошного опрыскивания выпускаются распылители с углом факела распыла 80-90° и 110-120°. При угле факела распыла 80-90° высота штанги к обрабатываемой поверхности должна составлять 0,7 м, а при угле 110-120° – 0,45-0,5 м. Выпускаются также распылители со смещенным, так называемым асимметричным, факелом распыла, их обычно используют для обработки рядковых культур. Такие распылители устанавливаются на концы штанги опрыскивателя для увеличения ширины захвата. Они могут быть двойными – факел смещен влево-вправо, и одиночными – смещением только влево или вправо. Специальные щелевые плоскофакельные распылители с двумя соплами, расположенными под углом 30° или 45°, применяются для борьбы с болезнями сельскохозяйственных культур, так как обеспечивают лучшее проникновение капель диспергируемой рабочей жидкости по ярусам растений.

Согласно проверке в ГНУ ВИЗР уменьшение нормы расхода рабочей жидкости до 200 л/га при обработке против болезней значительно снижает биологическую эффективность фунгицидов. Поэтому при фунгицидных обработках необходимо применять более высокие нормы расхода – в среднем 200-400 л/га. С гербицидами на овощных культурах лучше работать при норме расхода до 50 л/га, а на зерновых – до 100 л/га. Норма расхода инсектицидов находится в диапазоне 100-150 л/га.

В связи с этим для эффективного и безопасного применения СЗР необходимо иметь не менее трех типоразмеров распылителей. Раньше опрыскиватели комплектовали распылителями одного типоразмера. В настоящее время действует международный стандарт

по цветовому кодированию распылителей, где каждому типоразмеру соответствует свой цвет, независимо от фирмы-производителя. В последнее время стандарт был дополнен новыми типоразмерами распылителей с малыми и большими нормами расхода, а также появились промежуточные классы. Теперь между желтым распылителем 110-02 и синим распылителем – 110-03 существует типоразмер 110-025, а между синим и красным – 110-04 – 110-035. Новые промежуточные типоразмеры позволяют работать с нормами расхода рабочей жидкости от 20-30 л/га, а также свыше 600 л/га.

В Германии необходимый распылитель подбирают в зависимости от класса опасности пестицидов, наличия водоохранной зоны, чувствительности культур и др. Если сельхозпроизводитель применяет не соответствующий требованиям типоразмер распылителей, то на него может быть наложен штраф до 25 тыс. евро.

Помимо нормы расхода и вида пестицида, необходимо учитывать метеорологические параметры (скорость ветра, температура и влажность воздуха) и выбирать те распылители, которые позволяют проводить защитные мероприятия в сжатые сроки. Например, для стандартных щелевых распылителей допустимая скорость ветра не более 3 м/с, а для инжекторных – 5 м/с. Если при обработке отмечаются низкая влажность воздуха и высокая температура, следует выбирать типоразмеры распылителей, формирующие более крупные капли, чтобы уменьшить их испарение и снос.

Исследованиями установлено, что наиболее привлекательной с экономической точки зрения является дисперсность распыла 100-300 мкм, а доминирующие на рынке гидравлические опрыскиватели имеют широкий разброс диаметров капель от мелких (50 мкм), которые сносятся с обрабатываемого объекта до более 400 мкм, которые не удерживаются на листе и стекают с него. Применение простых в эксплуатации вращающихся распылителей не требует создания высокого давления (0,6-0,8 кг/см<sup>2</sup>) в подающей магистрали, в ней нет насоса и шланга высокого давления, форсунок с калиброванными отверстиями, что позволяет использовать менее качественную техническую воду и отказаться от дорогостоящих фильтров их частой промывки и замены.



В настоящее время представляет интерес технология нанесения пестицидов в форме пены. Пена хорошо растекается по обрабатываемой поверхности, видна на ней, лучше удерживается на растениях, меньше сносится ветром. Пенная технология позволяет вдвое снижать концентрацию пестицидов, в результате достигаются экономия препаратов и уменьшение их вредного влияния на окружающую среду.

Известны два способа применения пестицидов в форме пены: нанесение слоя пены на обрабатываемый объект и опрыскивание растений пенными хлопьями. В первом случае используется низкократная пена (увеличивает объем жидкости в десятки раз), во втором – высокократная (в сотни раз). Высокократную пену получают воздушно-механическим способом. Одновременно с нанесением на сетку распыленной жидкости, содержащей пенообразователь (растворитель и пестицид) подается воздушный поток (соотношение воздуха и жидкости не менее 2,5:1). Воздух «выдавливает» жидкость через ячейки сетки, образуя пузырьки пены. На рис. 44 приведена гидравлическая схема получения высокократной пены. Электродвигатель 2 работает от бортовой сети трактора и приводит в работу насос для подачи жидкости 1 и воздушный компрессор 3. Жидкость, в состав которой входит пенообразователь, вместе с воздухом подается в генератор пены 4. Подобная схема эффективна на обработке пропашных культур. Генераторы пены обрабатывают в рядах культурные растения или (при работе с гербицидами) межрядковое пространство. Добавляя отвердители можно регулировать стойкость пены от нескольких минут до нескольких часов. Пенообразователь нейтрален к растениям. Эффективность использования пестицидов достигает 95 %. Пена, обладая высокой текучестью, обволакивает растение со всех сторон, проникая в пазухи, трубки листьев, мутовки и розетки.

Для сплошной обработки используют низкократную пену и специальное распыливающее устройство (рис. 45), работающее по принципу эжектора. Рабочая жидкость с добавкой пенообразователя при поступлении в распылитель благодаря эжекционной насадке перемешивается с подсосываемым воздухом, образуя пену.

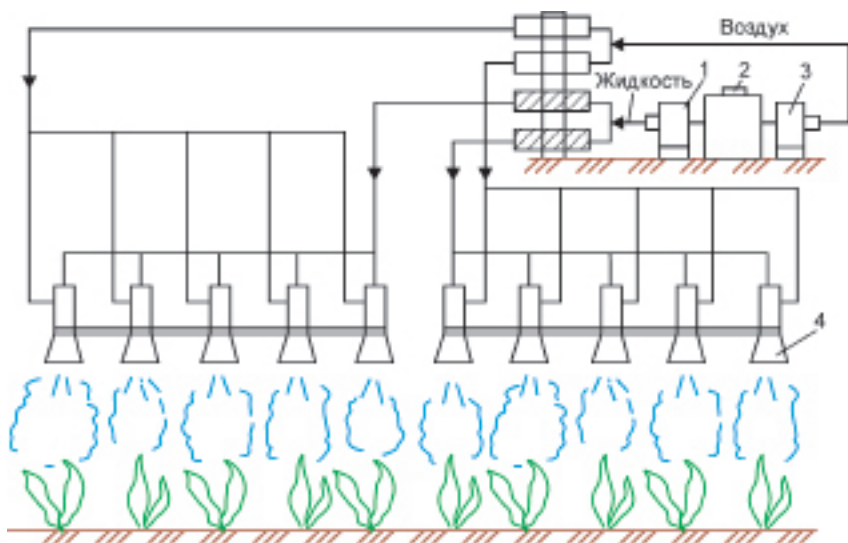


Рис. 44. Гидравлическая схема получения высокократной пены

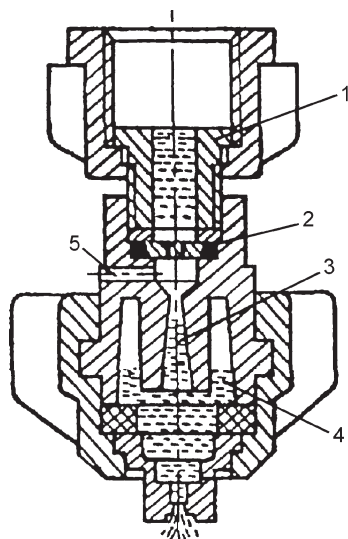


Рис. 45. Эжекционный (турбопенный) распылитель

Эжекционный (турбопенный) распылитель с байонетным креплением устанавливается на полевых штанговых опрыскивателях, с резьбовым – на вентиляторных. Принцип его работы следующий. Жидкость под давлением подается через втулку 1, проходит через калиброванное отверстие шайбы 2, эжектор 3, с помощью которого осуществляется подсос воздуха через канал 5, и попадает в камеру смешения 4. Затем пена через щелевой распылитель распыляется в виде воздушных капель по обрабатываемой поверхности. Эти капли крупнее, чем образованные стандартными щелевыми распылителями, и не сносятся ветром. В одной большой капле содержится не-

сколько воздушных пузырьков. Сталкиваясь с поверхностью растения, они распадаются на более мелкие капли, которые растекаются по поверхности очень тонкой пленкой. За счет сил поверхностного натяжения пленка хорошо держится на растении.

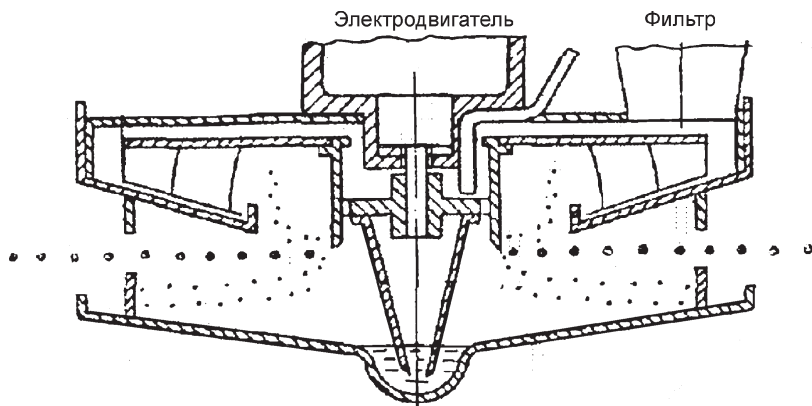
Эффективность использования препарата не менее 90% против 70% при обычном опрыскивании. Отсутствие мелких капель в потоке рабочей жидкости исключает потери препарата за счет испарения. Крупные капли ( $\varnothing$  400-800 мкм) глубоко проникают в гущу растений, значительно улучшая качество покрытия. Благодаря этому расход пестицида можно уменьшить на 40% по сравнению с принятыми нормами.

Турбопенные распылители позволяют работать при большой скорости передвижения опрыскивателя (до 15 км/ч) и сильном ветре (до 8 м/с), экономить топливо за счет уменьшения кратности обработок. Добавка к рабочей жидкости 0,1-0,3% пенообразователя придает каплям структуру устойчивости низкократной пены, увеличивая степень покрытия обрабатываемого объекта. При этом на 50-70% повышается удерживаемость капель на плохосмачиваемых листьях. Обработанная полоса просматривается при последующем проходе, благодаря чему уменьшается число огрехов и двойных перекрытий.

Во избежание проливов рабочей жидкости при вынужденных остановках во время работы, особенно при внесении гербицидов, перед наконечниками в корпусе устанавливают индивидуальные отсекатели, а для повышения эксплуатационной надежности опрыскивателей – индивидуальные фильтры.

Заслуживают внимания и проводимые ГНУ ВИЗР и ГНУ ВНИИФ работы в направлении создания вращающихся распылителей с сепарацией мелких капель (рис. 46).

С реализацией этих разработок будет решена одна из главных проблем безопасности химического метода защиты растений – устранен снос аэрозоля препаратов за пределы обрабатываемого участка. Также будет достигнуто снижение рекомендуемых доз препаратов в 1,5-2 раза, повышена производительность приема в 2 раза, затраты на опрыскивание снижены в 3 раза, улучшены санитарно-гигиенические условия труда обслуживающего персонала.



*Рис. 46. Схема распылителя с сепарацией мелких капель (монодисперсные и полидисперсные режимы распыления)*

Использование монодисперсных опрыскивателей относится к высоким, дорогостоящим технологиям, но только такие технологии смогут вывести отечественное сельское хозяйство на конкурентоспособный уровень.

Важнейшим показателем технического уровня опрыскивателей является стабильность расходных характеристик распылителей, определяемая износостойкостью материалов форсунок и исходной точностью их изготовления. Выявлено, что в процессе эксплуатации меньшему износу подвержены сопла из керамики, недолговечны – из пластмассы и латуни. По данным ГНУ ВИЗР, отклонение расходных характеристик у пластмассовых сопел через 50-80 ч работы превышает 10% по сравнению с новыми, у керамических через 120 ч – не более 2%.

Требования по износостойкости распылителей приобретают особенно важное значение в отечественных условиях по двум причинам. Во-первых, значительное количество препаратов химической защиты применяются в виде порошков (суспензий), которые обладают определенной абразивностью и способны интенсивно изнашивать материалы низкой износостойкости – пластмассы и латунь. Во-вторых, воду для приготовления растворов и суспензий в хозяйствах во многих случаях берут из открытых водоемов (реки, озера, пруды и колодцы), при этом в проточную систему опрыскивателя вместе

с водой попадает природный абразив – мелкие песочные частицы кварца и кремния высокой твердости ( $HV = 800-1200 \text{ кг/мм}^2$ ). Особую опасность представляют мелкие частицы диаметром до 0,15 мм, которые длительно удерживаются в водном объеме в виде взвеси и легко проходят через фильтры в проточную систему опрыскивателя. Эта фракция составляет большую часть (60-70 %) состава наиболее распространенных в Российской Федерации суглинистых и супесчаных почв, достаточно часто устилающих берега и дно естественных водоемов. Отметим также, что применение фильтров с размерами ячейки менее 0,10-0,16 мм в условиях реальной эксплуатации затруднено из-за их быстрого забивания инородными включениями, необходимости частых остановок агрегата для очистки и промывки.

Многие механизаторы после окончания работы нарушают правила эксплуатации и не промывают распылители, которые загрязняются препаратами, что также влияет на качество работы распылителя. Особенно это касается суспензий. Забившийся распылитель многие чистят проволокой, повреждая его. Для правильной очистки распылителей нужно использовать специальную щетку и воду, тогда распылитель прослужит долго.

Кроме высоких абразивной износостойкости и коррозионной стойкости материалы для распылителей должны быть доступны для технологии получения точных миниатюрных деталей сложной конфигурации в условиях массового производства. Перечисленным требованиям достаточно полно соответствует современная конструкционная керамика на основе оксидов алюминия (алюмокерамика, корунд), перерабатываемая в изделия методами термопластической технологии и широко применяемая в мировой практике для изготовления форсунок распылителей.

В нашей стране было освоено производство щелевых плоскофакельных распылителей марки ФПК из керамики ВК-94-1 (содержит 96% трехоксида алюминия) (рис. 47).

По техническим показателям форсунки ФПК соответствовали нормативам, а по износостойкости не уступали аналогичным форсункам зарубежных фирм.

Эффективность химических обработок посевов значительно повышается при оснащении опрыскивателей инжекторными распылителями

(рис. 48), образующими крупные (размером более 500 мкм) жидкостно-воздушные капли с пузырьками воздуха. Корпус и инжектор в них выполнены из пластмассы, а выходное щелевое сопло – из керамики.

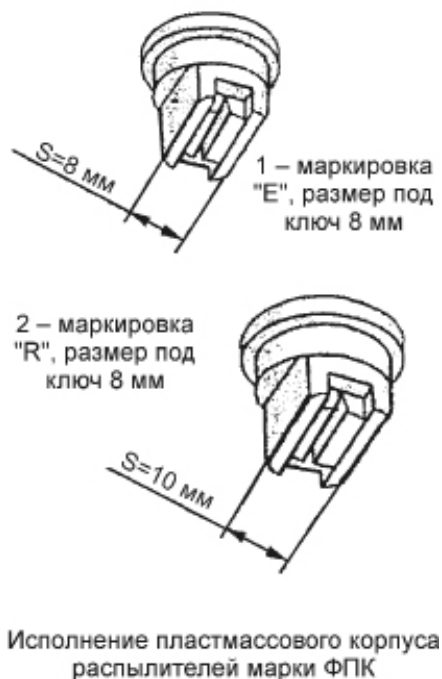


Рис. 47. Щелевые плоскофакельные распылители марки ФПК

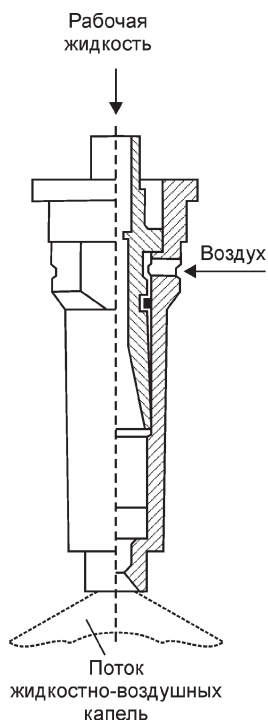
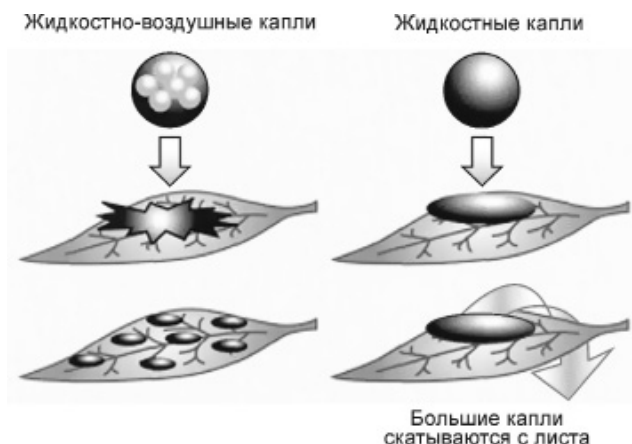


Рис. 48. Схема инжекторного распылителя

В свободном полете капля (с ускорением  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ) разделения жидкостно-воздушной смеси не происходит. При соприкосновении с поверхностью частей растений ускорение каплей резко снижается до нулевого значения, в этот момент воздушные пузырьки с большой скоростью всплывают (вырываются) из тела каплей, образуя микровзрыв. В результате обрабатываемая поверхность покрывается тонкой пленкой рабочей жидкости (рис. 49).

Жидкостно-воздушные капли примерно в 2 раза тяжелее капель, образуемых щелевыми распылителями, устойчивы против ветра, меньше испаряются. У таких капель большая вероятность оседания на трудносмачиваемых поверхностях. Инжекторные распылители по сравнению со щелевыми позволяют выполнять опрыскивание посевов при скорости ветра до 5 м/с и снизить снос капель до 90%.



*Рис. 49. Взаимодействие с поверхностью растений при применении инжекторной и стандартной форсунок*

Вместе с тем следует отметить, что вопросы износа для инжекторных распылителей особенно важны, поскольку одновременно с гидроабразивным наблюдается интенсивный кавитационный износ, инициированный схлопыванием воздушных пузырьков в турбулентной зоне распыливаемого потока в области щели форсунок.

Время существования водяной капли и дальность ее полета до полного испарения зависят от размера, температуры и влажности воздуха. Капли  $\text{Ø}70$  мкм при температуре воздуха  $30^\circ\text{C}$  и влажности 20 % до полного испарения пролетают 15 с, а капли в  $\text{Ø}50$  мкм и меньше испаряются за 3,5-12 с при любых метеоусловиях. Поэтому при мелком распылении рабочего раствора пестицидов резко возрастают их потери, загрязнение почвы и атмосферы. Даже при нормальных условиях работы (высота штанги 0,5 м, влажность возду-

ха 65-70 %, температура до 20°C (скорость ветра 2 м/с) 30-40 % капель уносятся за пределы обрабатываемой площади. В то же время использование крупных капель также снижает эффективность опрыскивания за счет потерь от их стекания с листовой поверхности и увеличивает расход препарата.

В зависимости от дисперсности распыла опрыскивание классифицируют следующим образом: термические аэрозоли (размер капель до 20 мкм), механические (Ø20-50), мелкокапельное опрыскивание (Ø50-150), среднекапельное (Ø150-300), крупнокапельное (более 300 мкм).

В зависимости от вида пестицидов рекомендуют следующую минимально допустимую густоту покрытия обрабатываемой поверхности (число капель на 1 см<sup>2</sup>): инсектициды – 40; фунгициды – 50-70 (при диаметре капель 80-360 мкм); гербициды: опрыскивание до всходов – 20, после всходов – 30 (при диаметре капель 100-360 мкм).

Качество обработки в полевых условиях проверяют с помощью индикаторных карточек, закрепляемых на растениях. После опрыскивания водой карточки меняют цвет в местах осаждения капель жидкости. По окрашенным следам определяют число капель на 1 см<sup>2</sup> и их размеры. Имея определенный навык, это можно делать визуально либо сравнивая с эталоном, представляющим собой карточку из плотной бумаги с нанесенными на нее точками в пять рядов с размерами 50, 100, 250, 500 и 1000 мкм. Густоту покрытия можно определять, также используя влаговосприимчивую бумагу, а для распыления – воду, подкрашенную каким-либо красителем. Чем больше густота покрытия обрабатываемой поверхности, тем выше техническая эффективность опрыскивания.

У современных плоскоструйных распылителей для создания высококачественного факела выходные отверстия сопел имеют тщательно обработанные острые края. Незначительные повреждения, особенно при грубой очистке, например, с использованием твердых предметов, могут привести к повышенному расходу рабочей жидкости, неравномерному ее распределению по ширине захвата и нарушению монодисперсности распыла, поэтому необходимо чаще менять или промывать фильтры, а наконечники очищать мягкой щеткой.



Подготовка опрыскивателя к работе состоит в проверке его комплектности, правильности сборки и настройке на требуемый режим работы. Особое внимание обращают на исправность рабочих органов, приборов управления и контроля, насоса, прочность соединения трубопроводов и шлангов. Обнаруженные неисправности немедленно устраняют.

После проверки надежности всех креплений приступают к обкатке машины в течение 5 мин, заправив предварительно в резервуар чистую воду. Убеждаются в нормальной работе опрыскивателя и дополнительно проверяют герметичность всех соединений. При обработке пропашных культур колеса трактора и опрыскивателя (прицепного) устанавливают на колею, соответствующую ширине междурядий, зерновых – ширине технологической колеи.

Для настройки опрыскивателя вначале осуществляют подбор насоса по производительности из условия ширины захвата штанги и максимально возможного расхода рабочей жидкости по формуле

$$N = (B/a + 1) \cdot q \cdot k,$$

где  $N$  – производительность насоса, л/мин;

$B$  – ширина захвата опрыскивателя, м;

$a$  – расстояние между смежными распылителями на штанге (на всех отечественных и большинстве зарубежных опрыскивателей  $a=0,5$  м), м;

$q$  – минутный расход жидкости одним распылителем (определяется по табл. 2 при средней скорости движения агрегата 8 км/ч), л/мин;

$k$  – коэффициент запаса и надежной работы гидромешалки ( $k = 1,4-1,5$ ).

При этом приемлем любой тип насоса с обязательным соответствием производительности выбранного насоса допустимому расходу рабочей жидкости. В этом случае насос будет работать надежно и безаварийно.

Минутный расход рабочей жидкости (л/мин) рассчитывают по формуле

$$M=Q \cdot B \cdot V/600,$$

где  $Q$  – норма расхода пестицида, л/га;

$B$  – ширина захвата опрыскивателя, м;

$V$  – рабочая скорость, км/ч.

Минутный расход не должен превышать 80% производительности насоса. При расчетах важно правильно выбрать ширину захвата (В). При сплошном опрыскивании она равна ширине захвата штанги. Для подкормщиков (опрыскиватели, используемые с сеялками и культиваторами на сплошном или ленточном внесении пестицидов при культивации, посеве или на подкормке жидкими удобрениями при междурядной обработке) рабочая ширина захвата соответствует ширине захвата машины, с которой работает подкормщик.

Минутный расход  $q$  (л/мин) через один распылитель определяют по формуле

$$q = M/n,$$

где  $n$  – число распылителей.

По минутному расходу, пользуясь табл. 8 либо данными инструкции к машине, или справочниками, выбирают рабочее давление (Р), тип и диаметр отверстия (d) распылителей (каждому диаметру соответствует определенный цвет распылителя).

Таблица 8

**Расход рабочей жидкости (q) через один распылитель в зависимости от рабочего давления (Р), типа распылителя и диаметра отверстия (d), мм**

Р, МПа (атм)	Щелевой распылитель					Дефлекторный распылитель	
	желтый (d=0,6)	оранже- вый (d=1)	крас- ный (d=1,6)	синий (d =2,5)	черный (d =4)	корич- невый (d = 1,6)	черный (d =4)
0,2(2)	0,45	0,7	1,13	1,77	2,83	2,12	8,4
0,3(3)	0,55	0,87	1,39	2,16	3,46	2,60	10,3
0,4(4)	0,63	1	1,6	2,50	4	3	12,1
0,5(5)	0,7	1,12	1,79	2,80	4,47	3,35	13,85

Одно из основных требований к опрыскиванию – равномерность нанесения рабочего раствора на обрабатываемую поверхность. Большая роль в выполнении этого требования отводится подбору распылителей. Они могут быть различных видов, каждый из которых имеет несколько типоразмеров, отличающихся выходными параметрами и материалом.

При внесении пестицидов, а также баковой смеси их с раствором удобрений, рекомендуются центробежные (вихревые) распылители с различным диаметром выходного отверстия. Форма факела распыла таких распылителей – полый конус с углом распыла 60-90°.

Опрыскивание полевых культур с нормой расхода рабочей жидкости 75-150 л/га эффективно осуществлять распылителями с диаметром отверстия 1,2 мм, при норме расхода свыше 150 л/га – 2 мм.

Для внесения гербицидов устанавливают щелевые распылители, которые образуют факел в виде веера. Наилучший распыл жидкости обеспечивают щелевые распылители при давлении 0,2-0,4 МПа, когда форма веера представляет собой треугольник, верхний угол которого (угол распыла) составляет 90-120°. Корпуса распылителей в зависимости от диаметра выходного отверстия изготавливают из пластмассы разного цвета, что облегчает подборку и установку распылителей на штангу.

Для сплошного внесения пестицидов и жидких минеральных удобрений и при крупнокапельном распыле используют дефлекторные распылители, которые представляют собой разновидность плоскофакельных. Эти распылители имеют широкий угол распыла (более 130°), что позволяет изменять их количество на штанге.

Распылители закрепляют на штангу соплами (выходными отверстиями) вниз по вертикали. Щелевые распылители фиксируют так, чтобы угол между щелью сопла и продольной осью штанги составлял 10-15°.

При установке корпусов распылителей на штангах необходимо придерживаться рекомендаций, показанных на схеме (рис. 50).

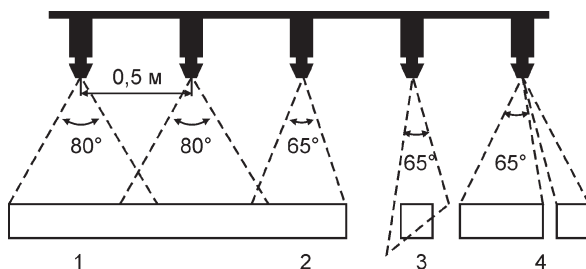


Рис. 50. Часто встречающиеся ошибки при установке распылителей на штанге: 1 – правильное расположение факела распыла; 2 – недостаточное перекрытие из-за установки распылителя с другим углом факела распыла; 3 – на штанге распылители установлены не в одной плоскости; 4 – засорился распылитель (разорванный факел)

Для качественного внесения пестицидов в зависимости от типа распылителей высота расположения нагнетательной штанги над поверхностью внесения должна выдерживаться на заданном уровне на всей длине рабочего прохода агрегата. В табл. 9 показана рабочая высота расположения штанги над поверхностью обработки с учетом угла факела распыла.

Таблица 9

**Рабочая высота расположения штанги над поверхностью обработки, см**

Угол факела распыла	Рабочая штанга
65° – плоскоструйные	55-56
90° – полый конус	48-50
110° – плоскоструйные	28-30
80° – плоскоструйные	45-48

Минимальная рабочая высота расположения нагнетательной штанги 28-30 см. Даже при незначительном колебании ее край штанги будет задевать за землю или растения, что неизбежно приведет к изгибу или поломке. Чтобы избежать аварийной ситуации, оператор вынужден поднимать штангу на недопустимую высоту, что отрицательно сказывается на качестве покрытия.

Проведя наблюдения за работой различных по конструкции штанг и оценив фактический рельеф полей, можно сделать вывод, что наилучшее качество химической обработки полей достигается при копировании рельефа поля нагнетательной штангой. Практически это осуществимо, если нагнетательные штанги установить на опорные колеса. Такая штанга всегда остается исправной, практически не теряются корпуса распылителей. Агрегат с шириной захвата штанги до 20 м безотказно работает длительное время, легко складывается и транспортируется на любые расстояния по обычным дорогам.

Для изготовления штанг с шириной захвата менее 18 м обычно используются конструкционные стали, а свыше 18 м – титановые или дюралевые сплавы, которые позволяют облегчить конструкцию штанги. Обычно штанга состоит из нескольких секций, каждая из которых должна быть не более 4,5 м. Это необходимо для того,

чтобы обеспечить равномерное распределение рабочей жидкости по коллекторам. Исключение составляет лишь центральная секция штанги – ширина ее 2,5 м, чтобы не превышать габаритные размеры транспортного средства.

На штанге используется два типа крепления распылителей: быстросъемные байонетные головки, которые удерживаются за счет специальных резиновых подкаток, устойчивых к химикатам, а также коллекторы. Для подвода рабочей жидкости к распылителям используется шланговая разводка с отсекателями или коллекторы с монтажными хомутами. Коллекторы, как правило, изготавливаются в виде трубы из пластмассы или нержавеющей стали. На них с помощью монтажных хомутов крепятся распылители с отсекателями. За счет конструкции байонетных головок плоскофакельные щелевые распылители на штанге относительно ее оси располагаются не параллельно, а со смещением на 10-15°, чтобы исключить взаимное влияние факелов распыла друг на друга.

При шланговой разводке по краям ставятся концевые отсекатели, по центру секции – подводящие, а между ними – проходные отсекатели, которые между собой соединяются шлангами. Отсекатели нужны для исключения подтекания жидкости после отключения подачи жидкости на отдельную секцию или всю штангу. Все отсекатели должны срабатывать одновременно. Допускается прокапывание не более 5 капель после отсечки при давлении 0,6 атм. В основном устанавливаются механические отсекатели, однако некоторые фирмы для увеличения быстродействия снабжают свои опрыскиватели пневматическими отсекателями, время срабатывания которых менее 1 с.

Заправленный водой опрыскиватель включают в работу, редукционным клапаном по манометру устанавливают необходимое рабочее давление и визуально проверяют качество факелов распыла жидкости. Они должны быть с равными углами у всех распылителей, сплошными (без отдельных струй), симметричными по отношению к вертикальной оси, проходящей через центр сопла. Распылители, у которых факелы распыла жидкости не соответствуют указанным требованиям, заменяют. Изменением высоты штанги над поверхностью поля добиваются такого положения, при котором факе-

лы распыла жидкости соседних распылителей наполовину перекрывают друг друга. Затем выборочно замеряют фактический расход жидкости несколькими распылителями (по всей длине штанги). Для этого под распылители подставляют мерные емкости вместимостью по 1,5-2 л и собирают в них воду в течение нескольких минут. Разделив собранный объем жидкости (л) на время опыта, определяют фактический минутный расход жидкости через один распылитель. Контрольные пробы берут 3-5 раз. Среднее значение должно равняться расчетному (табличному) с отклонением  $\pm 5\%$ . В случае, если фактический минутный расход не совпадает с табличным, уменьшают или увеличивают давление и повторяют опыт до тех пор, пока не будет установлен требуемый расход.

Если на штанге опрыскивателя уже установлены исправные распылители определенного типа, диаметра (цвета) с известным минутным расходом жидкости, то по табл. 3 определяют необходимое рабочее давление в нагнетательной магистрали и рассчитывают требуемую скорость движения (км/ч) по формуле

$$V = 600 \cdot n \cdot q / (B \cdot Q),$$

где Q – норма расхода пестицида, л/га;

B – ширина захвата опрыскивателя, м;

q – минутный расход пестицида, л/га;

n – число распылителей.

При несоответствии полученной скорости движения условиям работы минутный расход жидкости через распылители увеличивают или уменьшают, изменяя рабочее давление в нагнетательной магистрали.

На обрабатываемом участке контролируют фактическую скорость движения опрыскивающего агрегата. Для этого отмеряют два-три отрезка длиной по 100 м и определяют время прохождения каждого отрезка агрегатом, движущимся с рабочей скоростью и включенным опрыскивателем, резервуар которого наполовину заполнен водой. Разделив пройденный путь на время, рассчитывают скорость движения, которая не должна отличаться от заданной. Фактический расход жидкости (л/га) определяют по формуле

$$Q=104 \cdot G' / (B \cdot L),$$

где  $G'$  – контрольная навеска (фиксированное количество залитой в бак воды), л;

$B$  – ширина захвата опрыскивателя, м;

$L$  – длина контрольного пути (отрезка), м.

Если полученный расход жидкости в расчете на 1 га отличается от заданного менее чем на 5%, то можно приступать к обработке. В противном случае необходимо откорректировать давление, обеспечивающее нужный расход пестицида, и повторить проверку.

Перед опрыскиванием посевов выбирают направление движения агрегата, отмечают поворотные полосы и определяют места заправки. Основной способ движения, как правило, челночный. Ширину поворотной полосы устанавливают в зависимости от состава агрегата. Опрыскивание следует выполнять в сжатые агротехнические сроки, в утреннее (до 10 ч) и вечернее (18-22 ч) время. Не рекомендуется обрабатывать посевы перед дождем, сразу после дождя, при обильной утренней росе, при температуре воздуха более +20°C и скорости ветра более 5 м/с. Не следует опрыскивать растения в период цветения.

Обработку участка начинают с таким расчетом, чтобы обработанная площадь находилась по ветру от работающего агрегата. Провешивают линию первого прохода и устанавливают рабочую скорость, выбранную в соответствии с заданной нормой расхода пестицида. Последующее опрыскивание проводят с этой же рабочей скоростью.

Во время поворота агрегата подачу рабочей жидкости прекращают, для этого отключают ВОМ. Во время работы опрыскивателя регулярно проверяют по манометру соответствие давления рабочей жидкости табличному и бесперебойность работы распылителей, контролируют уровень жидкости в баке. Технологическое обслуживание опрыскивателей должно осуществляться каждые 60 ч их работы.

Рабочий раствор приготавливают с применением стационарной заправочной станции типа СЗС-10 или агрегатов типа АПЖ-12 и других емкостей, обеспечивающих хорошее перемешивание жидкости.

Если рабочий раствор приготавливается в опрыскивателе, возникает проблема точной дозировки препарата. Необходимое количество препарата при пустой емкости определяют по формуле

$$P = U \cdot Q / G,$$

где P – необходимое количество препарата на полный объем, л;

U – вместимость опрыскивателя, л;

G – норма расхода рабочего раствора, л/га;

Q – норма расхода препарата, л/га.

При дальнейших приготовлениях практически всегда в емкости остается рабочий раствор, которого не хватает на полный проход и поэтому необходимо дозаправлять опрыскиватель. Для определения, на какой путь хватит рабочего раствора, следует воспользоваться формулой

$$L = 10 \cdot U / G \cdot B,$$

где L – путь, пройденный опрыскивателем, км;

B – ширина захвата опрыскивателя, м.

Рассчитать количество препарата на долитую в емкость опрыскивателя воду можно по формуле

$$E = (U - O) \cdot Q / G,$$

где E – необходимое количество препарата на долитую воду, л;

O – остаток рабочего раствора в емкости опрыскивателя, л.

Для приготовления маточного и рабочего растворов должна применяться теплая (22-25°C), мягкая (не более 3,5-4 моль) вода – речная или озерная. При использовании артезианской воды снижается растворимость препаратов и уменьшается их эффективность применения (на 30% и более).

Заправочные площадки выбирают с учетом расположения полей и сельскохозяйственных культур, подлежащих обработке, при условии соблюдения санитарных разрывов от питьевого водоснабжения. На площадках располагают аппаратуру для приготовления маточных и рабочих растворов, резервуары с водой, баки с герметичными крышками и приспособления для заполнения емкостей опрыскивателя (насос, шланги), весы с разновесами, мелкий вспомогательный инвентарь, метеорологические приборы, аптечку, мыло, полотенца, рукомойник.



Для приготовления маточного раствора применяют отдельные емкости вместимостью 10-15 л. Емкость наполняют водой на 1/3, затем добавляют необходимое количество препарата при постоянном перемешивании раствора деревянной лопаткой, доливают оставшиеся 2/3 воды. Перемешивание раствора осуществляется в течение 15 мин. До приготовления маточного раствора перед заполнением емкости опрыскивателя следует проверить соответствие препаратов их наименованию и назначению, исправность емкостей, наличие в баках фильтров и состояние мешалок.

Количество препаратов, находящихся на площадке, не должно превышать норму однодневного применения. Кроме тары с препаратами, на площадке должны находиться емкости с водой и гашеной известью. По завершении работы запрещается оставлять без присмотра (охраны) пестициды и агрохимикаты или приготовленные рабочие растворы.

В тех случаях, когда фазы развития вредных объектов и сроки обработок против них совпадают, широкое распространение находят баковые смеси гербицидов, инсектицидов и фунгицидов. Использование баковых смесей позволяет сократить затраты на проведение защитных мероприятий, однако при этом необходимо учитывать совместимость препаратов и последовательность их загрузки в бак – порошки (СП и ВДГ), затем жидкие суспензии (ВСК или КС), водные растворы (ВР) или водные концентраты (ВК) и в последнюю очередь концентраты эмульсии (КЭ). Добавление следующего компонента в бак должно осуществляться только после качественного перемешивания предыдущего.

Обработку рекомендуется проводить в ясную погоду при отсутствии осадков. Выпадение осадков в течение 2 ч после опрыскивания снижает эффективность обработки на 40-50%. В подобных случаях необходима повторная обработка с половинной дозировкой препарата. При этом подбор плоскофакельных форсунок производится по таблице норм расхода для полевых опрыскивателей в зависимости от применяемого препарата, обработки, дозы и скорости движения агрегата.

Работу опрыскивателей планируют и организуют так, чтобы одной заправки бака хватило на четное число проходов агрегата. В

этом случае заправку проводят на одном конце поля. При нечетном числе проходов опрыскиватель заправляют на двух концах поля. Перед заправкой и в процессе ее рабочую жидкость тщательно перемешивают.

Складывание или раскладывание штанги штанговых опрыскивателей, а также развороты агрегата с разложенной штангой следует проводить, убедившись, что поблизости нет людей.

В целях недопущения огрехов, исключения повторных обработок и повышения качества работы при опрыскивании культур сплошного способа посева агрегат ведут по технологической колее, а при ее отсутствии – по следу пенного маркера, используя следоуказатель СВА-1, или с помощью навигационной спутниковой системы GPS.

Для обеспечения точного совмещения смежных проходов штанговых широкозахватных машин можно размечать проходы с помощью сигнальщиков. Находясь на противоположных концах поля, они отмеряют нужную ширину захвата опрыскивателя и ставят сигнальные вешки.

После прохода агрегата сигнальные вешки переставляют на ширину захвата нового прохода. Сменную производительность одного опрыскивателя (га/день) определяют по формуле

$$\Pi = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot T \cdot K,$$

где  $T$  – время смены, ч;

$B$  – ширина захвата опрыскивателя, м;

$V$  – рабочая скорость, км/ч;

$K$  – коэффициент использования рабочего времени смены 0,4-0,6.

Количество опрыскивателей, необходимых для проведения работ в агротехнические сроки, можно вычислить по формуле

$$N = F / (C \cdot \Pi),$$

где  $F$  – подлежащая обработке площадь, га;

$C$  – агротехнический срок, дни.

В процессе эксплуатации постепенный и неравномерный износ гидравлических наконечников ухудшает качество распыла жидкости и увеличивает степень неравномерности ее распределения. Ежегод-

но перед подготовкой опрыскивателей необходимо селективно подобрать распылители.

Порядок проведения калибровки распылителей:

установить опрыскиватель на ровной площадке, развернуть штангу, проверить угол установки распылителей ( $100^\circ$  относительно штанги – для щелевых распылителей);

заполнить бак опрыскивателя 200 л воды;

выставить регулятором значение давления – 3 атм.;

проверить работу распылителей визуальным способом (факел распыла должен быть равномерным, сплошным, без отдельных струй и подтеканий);

с помощью мерного цилиндра и секундомера произвести замер расхода жидкости через каждый распылитель за 1 мин, записывая результат. В распылителях с расходом жидкости более 1 л/мин можно производить замер расхода жидкости за 0,5 мин;

сложить полученные расходы распылителей и разделить на число распылителей;

сравнить полученный результат с расходом через каждый распылитель. Допускается отклонение не более 5%.

Распылители, имеющие плохой факел или расход с отклонением более 5 %, подлежат выбраковке и к использованию не допускаются. Подбор распылителей можно произвести и на специальном стенде. На рис. 51 представлена принципиальная его схема.

Бак заполняют водой. На реле времени пульта управления фиксируют время испытания в секундах в пределах 1 мин в зависимости от вместимости мерных стаканов. С помощью переключателя на пульте управления «ПУ» включают в работу насос, который перекачивает воду из бака через регулятор давления к наконечнику (избыток переливается по шлангу в бак). Регулятором устанавливают давление в пределах 0,2-0,5 МПа, измеряемое манометром. Расстояние (высоту) наконечника до распределителя воды регулируют перемещением штанги по стойке.

Для получения полной характеристики наконечника (т. е. отсутствие проливов рабочей жидкости при остановках, качество ее распыла и равномерность распределения) определяют расход воды при давлении в напорных магистралях 0,2-0,5 МПа через каждые 0,05 МПа.

Угол факела распыла измеряют с помощью угломера, при необходимости включают подсветку; перекидные лотки устанавливают в положение II. Допустимое отклонение угла факела распыла  $\pm 10\%$ .

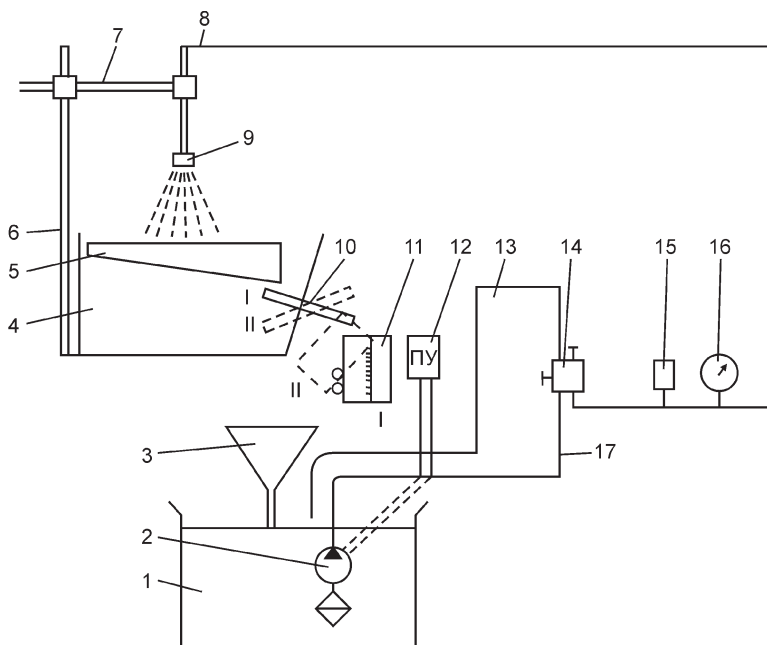


Рис. 51. Принципиальная схема стенда для калибровки распылителей:  
 1 – бак для воды; 2 – насос с фильтром; 3 – водосборник; 4 – ванна;  
 5 – распределитель; 6 – стойка; 7 – штанга; 9 – наконечник; 8, 13,  
 17 – напорные шланги; 10 – перекидные лотки; 11 – мерный стакан;  
 12 – пульт управления; 14 – регулятор давления; 15 – гаситель колебаний  
 давления; 16 – манометр

Если определяют равномерность распыла по ширине факела, то наконечник устанавливают на такой высоте, когда эта ширина составляет 500 мм на линии верхних кромок перегородок распределителя. При этом масса факела попадает в желоба распределителя. Ширина каждого желоба по кромкам 50 мм. Вода стекает по наклонному дну каждого желоба в лотки, установленные в позиции II, а из них в ванну, водосборник и бак.

Бывшие в употреблении наконечники (из полимеров) сортируют по типоразмерам, замачивают на сутки в воде с моющими средствами, затем волосяной (не металлической!) щеткой очищают от грязи, промывают теплой водой и просушивают. При наличии трещин, сколов и других повреждений выбраковывают. Остальные проверяют на стенде.

На металлических наконечниках при обработке сельскохозяйственных культур пестицидами происходит отложение солей. У наконечников мелкокапельных типов «Teejet» 11001-11004 тонкий слой отложений в щелях приводит к нарушению формы факела и минутного расхода жидкости и ее неравномерному распределению на обрабатываемой поверхности. Механическим путем эти отложения не удалить. На наконечник рекомендуется нанести тонкий слой 30-32%-ной соляной кислоты. Через 1,5-2 мин отложения растворяются, а наконечник очищают волосяной щеткой в проточной воде.

При калибровке наконечников для комплектования ими опрыскивателя расход воды определяют при давлении 0,3 МПа. Лотки переводят в положение I. При установившемся давлении и заданном времени определяют расход воды через наконечник 3 раза подряд. Воду отбирают в мерные цилиндры (стаканы) в течение 20-60 с через равные промежутки времени с точностью  $\pm 1$  с. Для удобства используют реле времени типа ВЛ43УХЛ4.

На мерных цилиндрах водостойкой краской наносят риски с номерами групп подборки наконечников. Наконечники одной группы должны иметь отклонения от среднеарифметического  $\pm 5$  %. Например: первая группа – 380-420 ( $400 \pm 20$ ); вторая – 420-464 ( $442 \pm 5$  %); третья группа – 464-512 ( $488 \pm 5$  %) и т.д.

Подобранный комплект наконечников складывают в пакет вместе с этикеткой, в которой указываются тип и группа подборки, средний минутный расход воды и другие данные.

Лабораторный стенд разработки ГНУ ВНИИЗ и ЗПЭ предназначен для испытания распылителей и определения расхода рабочей жидкости, л/мин; угла факела распыла; равномерности распределения рабочего раствора по ширине факела распыла; дисперсности распыла (диаметра капель), мкм; густоты покрытия каплями обрабатываемой поверхности, шт/м<sup>2</sup> (рис. 52).

Лабораторная установка состоит из рамы 1, на которой смонтированы электродвигатель 2, бак 3, насос 4 и регулятор давления 5. Рабочее давление контролируется манометром и устанавливается регулятором давления.

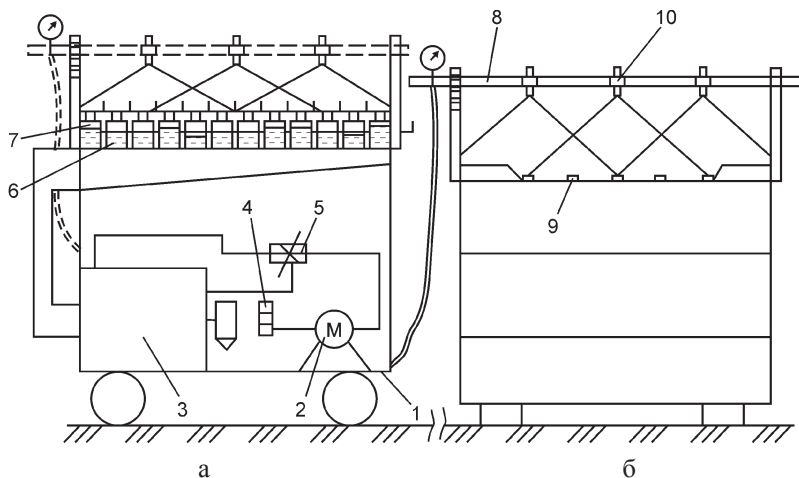


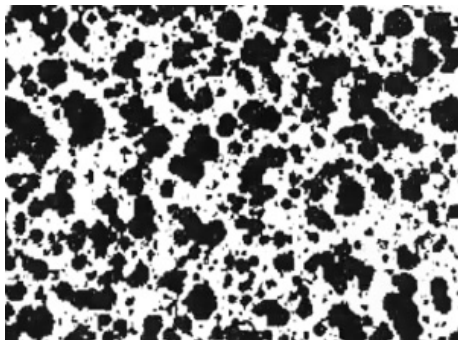
Рис. 52. Схема лабораторной установки: а – рабочая жидкость поступает на стол-классификатор; б – рабочая жидкость поступает на ленту «бегущего поля»

При включении электродвигателя насосом из бака через регулятор давления рабочая жидкость по гидрокommуникациям подается к штанге 8. На штанге с заданным шагом закрепляются корпуса с распылителями 10. Жидкость из распылителей поступает на наклонный стол-классификатор 7 и стекает в мерные цилиндры 6. После каждого опыта поворотом мерных цилиндров на  $120^\circ$  жидкость сливается на желоб, по которому она поступает обратно в бак.

Для измерения диаметра капель и степени покрытия рабочей жидкостью обрабатываемой поверхности, штанга с распылителями помещается над лентой «бегущего поля» на заданной высоте. Лента имитирует рабочую скорость опрыскивателя. На ленту помещаются карточки 9 для улавливания капель. Экспериментальные исследования проводятся на подкрашенной воде. Для имитации ветра используется вентилятор.

Особенность работы инжекторного распылителя – образование на выходе из щели пенных капель, содержащих пузырьки воздуха. Такие капли лопаются при соприкосновении с листьями растений и покрывают обрабатываемую поверхность тонкой пленкой. Поэтому при определении качества работы инжекторных распылителей показатель «диаметр капель» применить нельзя. Здесь скорее подойдет понятие площади или степени покрытия обрабатываемой поверхности жидкостной пленкой. Для ее определения существует несколько методик, основанных на использовании микрофотоирования и компьютерных программ. Их недостаток – трудоемкость ручного микрофотоирования и необходимость приобретения дорогостоящих специальных компьютерных программ и техники. Предлагаемая институтом методика оценки качества работы инжекторных распылителей включает в себя следующее.

Карточки, изготовленные из мелованной бумаги, обработанной 3-5%-ным раствором парафина в толуоле, размером 50x70 мм со следами капель сканируют в черно-белом спектре на планшетном сканере. Полученные изображения сохраняют в виде файла графического формата с расширением .bmp. Сохраненный в компьютере файл открывали в программе Paint и сохраняли как монохромный рисунок с исходным расширением (рис. 53).



*Рис. 53. Образец черно-белого изображения карточки после опрыскивания инжекторным распылителем*

Далее этот файл открывали в программе для работы с графикой, имеющей функцию построения гистограммы (например, программа Adobe Photoshop версии 7.0 или выше). Спектр оттенков делили на области. Одна область отражает содержание черного цвета (на карточке эта часть соответствует площади, покрытой рабочей жидкостью). Она находится в крайнем левом положении шкалы гистограммы. Другая область, содержащая информацию об оттенках белого цвета, соот-

ветствует площади, непокрытой рабочей жидкостью и находится в крайнем правом положении шкалы гистограммы.

На последнем этапе определяли процентное содержание цветов в интересующих областях гистограммы. Выделяли область, отражающую содержание черного цвета, при этом в строке Percentile (проценты) отображается информация по процентному содержанию оттенков черного цвета на всей площади изображения. Это значение (в приведенном примере на рис. 53 – 40,83%) соответствует степени покрытия карточки раствором после обработки.

Для определения диаметра капель, например щелевого распылителя, методика несколько меняется. Карточки сканируют, на компьютере увеличивают масштаб изображения и, нанеся на миллиметровую сетку, получают информацию для оценки качества работы распылителя.

Для определения в автоматическом режиме равномерности распределения растворов пестицидов представляет интерес стенд фир-



Рис. 54. Стенд для испытаний штанговых опрыскивателей: 1 - надувной бассейн; 2 – тележка-сканер; 3 – рельсы

мы «Hardi» (Дания). Он включает в себя надувной бассейн (габаритные размеры 27500x2600x300 мм), алюминиевые рельсы для перемещения тележки-сканера с восемью сливными измерительными трубками и пульт управления (рис. 54), а также электрическую батарею (12 В), погружной водяной насос, зарядное устройство для батареи, блок памяти и пульт управления, блок питания для соединения блока памяти с компьютером, дискету с программой обработки данных на компьютере.



Источником энергии стенда служит батарея на 12 В. Перекачивание раствора из бассейна в емкость опрыскивателя осуществляется погружным насосом.

Технологический процесс испытаний опрыскивателя начинается с калибровки сканера. При этом проверяются движение сканера, герметичность измерительных трубок, действие сенсорного датчика, электроды пустых и заполненных водой измерительных трубок. Снятие данных производится в автоматическом режиме. При этом сканером осуществляется автокалибровка на первой позиции непосредственно перед измерением и снятием данных, затем передвижение на вторую позицию и т.д.

По окончании снятия данных они переносятся из сканера в блок памяти через специальное гнездо с электрическим разъемом в компьютер, который производит их обработку с выдачей результатов на дискету в виде графика (рис. 55) и коэффициента вариации, характеризующего равномерность распределения рабочей жидкости.

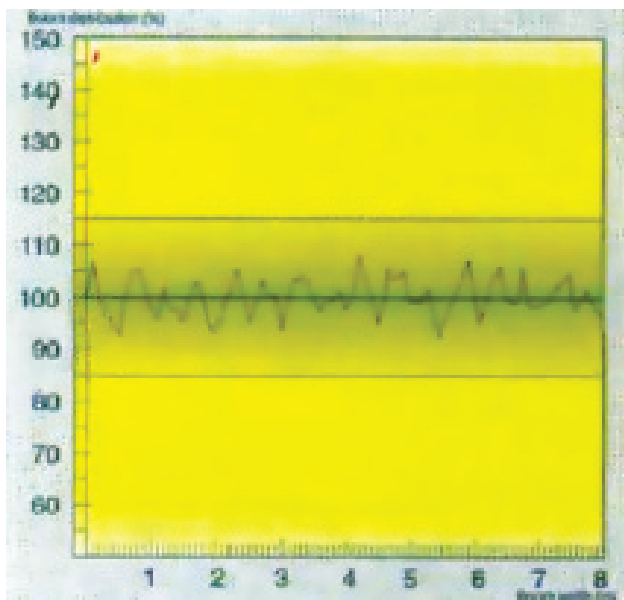


Рис. 55. График равномерности распределения раствора штангой

Фирма «Ага» (Италия) производит калибраторы и мерные кружки для проверки распылителей (рис. 56). Фирма «Тееjet», наряду с калибраторами и мерными кружками, поставляет щетки для очистки наконечников (распылителей), специальную водочувствительную бумагу желтого цвета размером 76x52 и 76x26 мм (до 50 карточек в упаковке), которая синее под воздействием распыляемых капель воды при оценке распределения распыления, а также анемометры для измерения скорости ветра (м/с). Аналогичное оборудование производится и поставляется другими зарубежными фирмами.

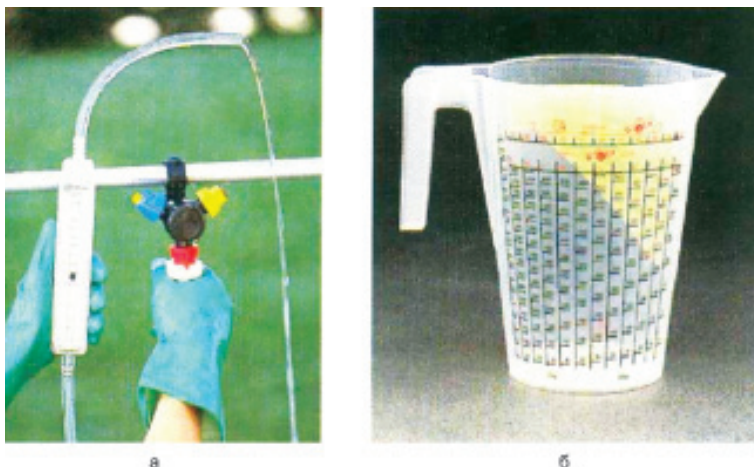


Рис. 56. Оборудование для оценки качества работы распылителей:  
а – калибратор; б – мерная кружка

Во время работы опрыскивателей наибольшие потери пестицидов происходят на стыках между проходами. При этом в случае нестыковки проходов на необработанных препаратами участках культурные растения развиваются медленнее, соответственно, меньше урожайность. В результате перекрытия проходов вследствие получения двойной дозы ядохимикатов культурные растения угнетаются и даже могут погибнуть.

Для предупреждения подобных недостатков применяют маркеры (слепоказатели), которые классифицируют на механические, пенные, радиометрические и оптические.

В мировой практике наибольшее распространение получили пенные маркеры (рис. 57).

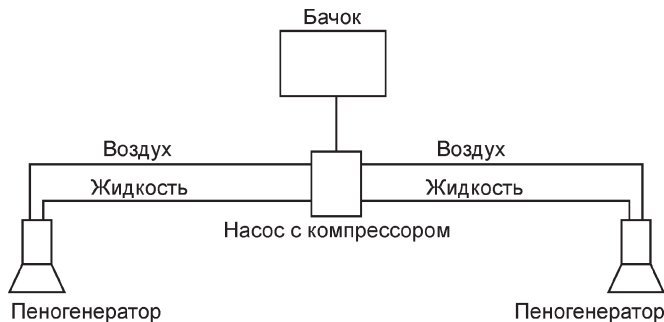


Рис. 57. Устройство пенного маркера

Пеногенератор, находящийся на конце штанги, формирует «шапки» пены, которые располагаются на поле на расстоянии 3-10 м друг от друга. Пена сохраняется в течение 15-45 мин. По этим «шапкам» пены и ориентируется механизм. Пена не представляет вреда для растений, ее формирование пеногенератором происходит с кратностью 1:70, 1:100.

Возможен следующий состав пенообразователей:

алкилсульфат аммония (1 %) + желатин (1 %);

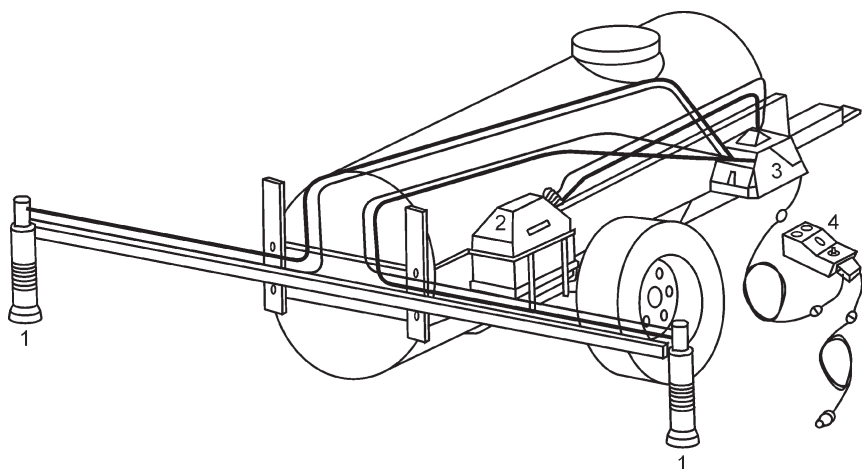
алкилсульфат аммония (3 %) + КМЦ (2 %);

оксанол (2 %) + казеин (1 %);

ПО-1,5%.

Конструкция пенного маркера включает в себя следующие составляющие: устройство, формирующее пену (пеногенератор); насос, подающий жидкость с пенообразователем; компрессор, подающий воздух (0,2-0,5 атм.); бак для хранения жидкости с пенообразователем и пульт управления (рис. 58). Пульт управления маркером располагается в кабине механизатора, остальные аксессуары – на штанге и раме бака. Емкость бачка представляется достаточной для разовой работы на площади, равной 100 га.

Посредством регулирования расхода воздуха и раствора пенообразователя можно получить пену с различной кратностью.



*Рис. 58. Пенный маркер: 1 – устройства, формирующие пену; 2 – бачок для хранения жидкости; 3 – насос с компрессором; 4 – пульт управления*

Следует отметить, что объем пенных меток должен составлять 0,5-1 дм<sup>3</sup>, в противном случае они не будут заметны на поле. Допустимая точность стыковки будет обеспечена соблюдением скорости вождения по меткам в рамках 6-10 км/ч. Применение маркерных устройств экономически эффективно в случае, если ширина захвата распыливающей штанги больше 10 м. Использование пенных маркеров будет способствовать повышению эффективности применения дорогостоящих препаратов и увеличению урожайности.

Очистка опрыскивателя от остатков пестицидов в конце или в течение рабочей смены (при переходе с одного препарата на другой) является необходимым технологическим приемом при проведении защитных мероприятий. Это особенно важно, если использовавшиеся пестициды несовместимы с последующей сельскохозяйственной культурой. Например, если вносили гербициды на зерновых, а затем намечается обработка посевов сахарной свеклы, то непромытая опрыскивающая аппаратура (насос, регулятор расхода с пультом управления, резервуар, гидравлические коммуникации и распыливающие наконечники) может быть причиной ожогов, а иногда и гибели культурных растений.

Такие фирмы, как «Харди» (Дания), «Амазоне» (Германия), «Teejet» (США) и другие оснащают выпускаемые машины промывочными устройствами, монтируемыми внутри основного бака и соединяемыми с напорной магистралью гидравлической системы опрыскивателя. В зависимости от назначения насадки оснащают распылителями (рис. 59), вращающимися под воздействием струи жидкости, что обеспечивает высокую эффективность промывки емкостей опрыскивателей.



Рис. 59. Распылители фирмы «Teejet» (США): а – 27500Е; б – 23240; в – D41892-1/2-Р0М-6

Представляет интерес разработанное и испытанное ГНУ ВИЗР устройство для промывки резервуаров опрыскивателей (рис. 60).

В резервуар 6 заливают чистую промывочную воду (8-10 % от его вместимости). Включают ВОМ трактора и насос 1 при открытых вентилях 2, 3 и 11 (вентиль 5 закрыт), подают промывочную воду под давлением 0,2-0,5 МПа на пульт управления 4, а от него – на трубу коллектора 8, из которой по противоположно направленным каналам 9 она поступает к распылителям 7, расположенным под углом к каналам 9. Образующаяся при этом реактивная сила водяных струй приводит во вращение весь коллектор. Струи воды, с силой ударяясь о стенки полости резервуара, смывают остатки пестицида. Время цикла промывки резервуара 5-10 мин. Затем при работающей гидравлической или механической мешалке 10, поддерживающей смесь воды с пестицидом в однородном состоянии, откры-

вают сливную пробку резервуара и направляют жидкость в отстойник или на очистную установку для обезвреживания. При производственных испытаниях использовали препарат Децис (расход рабочего раствора 300 л/га). По завершении обработок заливали в резервуар 100 л чистой воды и промывали в трехкратной повторности. Анализ на остаточное количество препарата на внутренней поверхности бака выполняла КТЛ Воронежской областной станции защиты растений по соответствующей методике. Результаты анализа свидетельствовали об отсутствии остаточных количеств препарата, превышающих МДУ (для воды 0,006 мг/л).

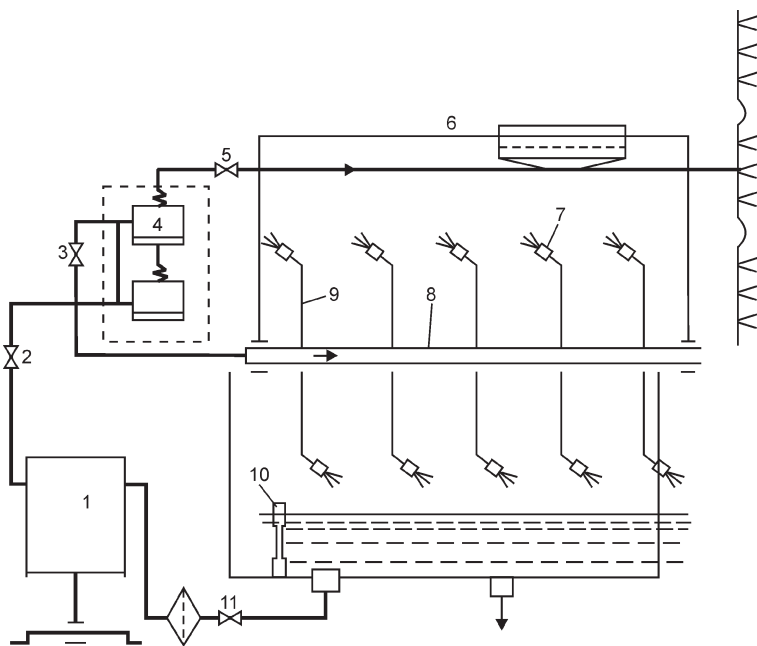


Рис. 60. Схема промывки резервуара опрыскивателя

# ||| ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ОПРЫСКИВАТЕЛЯМИ

## ||| Общие требования безопасности

Опрыскиватель должен надежно присоединяться к транспортному средству (носителю).

Части и детали опрыскивателя, при всех высотах установки распылителей по отношению к обрабатываемой поверхности, не должны подвергаться непосредственному воздействию на них распыла рабочей жидкости.

Прицепной опрыскиватель должен находиться в устойчивом положении в отсоединенном от трактора состоянии и сохранять устойчивость в любом направлении на опорной поверхности до 15°, независимо от количества жидкости в технологической емкости.

Внутренние соединения гидросистемы навески трактора (носителя) должны иметь сочленения (замки), ограничивающие любую утечку при присоединении или разъединении. Допускается утечка не более 2,5 мл для каждого соединения при давлении до 17,5 МПа.

Опрыскиватели должны быть оснащены фильтрами для фильтрации рабочей жидкости при заправке и подаче к распылителям.

Конструкция опрыскивателя должна обеспечивать возможность очистки от загрязнения наружных и внутренних поверхностей.

Для поддержания равномерности концентрации рабочей жидкости в технологической емкости опрыскивателя необходимо устройство для ее перемешивания. Допуск отклонения от заданной равномерности не более 5%. Устройство для перемешивания рабочей жидкости в технологической емкости опрыскивателя должно исключать пенообразование ее.

Для контроля заправки и технологического процесса внесения пестицидов технологические емкости опрыскивателей должны быть оборудованы уровнемерами. Шкала уровнемера должна быть видима с рабочего места оператора.

Горловины технологических емкостей должны обеспечить безопасную заправку опрыскивателя, исключаящую вытекание рабочей

жидкости. Усилие открывания заливной горловины не более 50 Н.

Высота (глубина) сетчатого фильтра заправочной горловины должна составлять при вместимости бака до 200 л – 80 мм, от 200 до 600 л – 200 и более 600 л – 250 мм.

Опрыскиватели, работающие с избыточным давлением, оборудуются средствами измерения давления и предохранительными устройствами, предотвращающими рост давления в любой части системы более чем на 20% сверх максимального рабочего давления. Гидравлические коммуникации опрыскивателя должны быть оснащены предохранительной системой для предотвращения обратного тока рабочей жидкости. Опрыскиватели, работающие при давлении менее 0,5 МПа, должны оснащаться средствами контроля давления со шкалами измерения давления до 0,5 МПа, при этом деление шкалы должно составлять не менее 0,02 МПа. Разметка индикации шкалы должна также быть не менее 0,02 МПа.

### **Требования безопасности к штанговым опрыскивателям**

На штанговых опрыскивателях должно быть предусмотрено по-секционное включение и отключение подачи рабочей жидкости на каждую секцию штанги и (или) половины ее ширины захвата, а также установлен клапан центрального управления для включения и отключения подачи ко всем секциям штанги.

Для исключения контакта оператора с распыленной рабочей жидкостью штанга опрыскивателя и ее секции при ширине захвата более 10 м должна иметь гидравлический механизм складывания и раскладывания с управлением из кабины трактора.

Штанговые опрыскиватели с шириной захвата от 18 м и более для стыковки технологических проходов с целью исключения пропусков и передозировки препаратов в почве или на обрабатываемых растениях должны оснащаться маркерами или системой навигации.

Для обеспечения равномерности внесения пестицидов на обрабатываемую поверхность навеска штанги должна иметь систему стабилизации, обеспечивающую горизонтальное расположение штанги при движении на неровных участках поля.



Для обеспечения механической безопасности штанга оснащается предохранительным устройством, обеспечивающим автоматический возврат ее в первоначальное рабочее положение в случае удара о препятствие.

Системы регулирования высоты установки штанги с приводом оснащают устройством задержки от падения, ограничителем, который регулирует высоту установки штанги над уровнем земли. Все системы регулирования высоты установки штанг должны быть оснащены блокирующим устройством.

В транспортном положении штанга не должна преграждать доступ к рабочему месту оператора, сопла не должны размещаться выше рабочего места оператора при отсутствии защитного экрана от попадания рабочей жидкости на оператора.

Для исключения контакта с воздушными линиями электропередач при раскладывании штанги высота ее не должна быть выше 5 м от уровня земли. Опрыскиватели, имеющие выступающие части (в рабочем положении выше 3,5 м от земли), должны быть оснащены предупредительным знаком, указывающим потенциальную опасность от воздушных линий электропередач. Этот знак должен быть видим и понятен оператору с рабочего места.

Конструкция штанги авиационных опрыскивателей, оборудованная гидравлическими распылителями должна иметь возможность поворота на 180° для изменения угла установки форсунок относительно направления полета для изменения дисперсности распыла в зависимости от требований к процессу внесения пестицидов.

Длина штанги не должна превышать 80% размаха крыльев самолетов, микросамолетов и дельталетов, для вертолетов длина штанги не должна превышать диаметр несущего винта.

Для исключения аварийной утечки рабочей жидкости и загрязнения окружающей среды распылители, установленные на штанге, должны быть защищены от повреждения при контакте с основанием (землей).

На штанге опрыскивателя должны быть устройства, препятствующие утечке жидкости через распылители в момент прекращения подачи рабочей жидкости. Время срабатывания устройств не должно превышать 1 с при давлении 0,06 МПа одновременно на всех рас-

пылителях, установленных на штанге. После срабатывания устройства утечка рабочей жидкости через выходное отверстие распылителя не должна превышать 2,5 мл.

На штанге опрыскивателя устанавливаются распылители одного типоразмера, во время работы максимальное отклонение расхода рабочей жидкости через каждый распылитель не должно превышать  $\pm 5\%$  от общего среднего значения.

Распылители должны иметь кодирование. Конструкция распылителей должна обеспечивать заданную ориентацию сопла на держателе относительно обрабатываемой поверхности.

Опрыскиватели, оснащенные двухфазными соплами, должны быть оборудованы отдельными редуцированными клапанами и манометрами для независимого управления подачей рабочей жидкости и воздуха.

Для исключения сноса мелких капель из зоны обработки применение вращающихся дисковых распылителей или вращающихся сетчатых барабанов на опрыскивающей технике допускается при наличии в них устройств сепарации мелких капель (до 0,06 мм) из факела распыла или принудительного осаждения мелких капель воздушным потоком.

Для регулировки дисперсности распыла, конструкция вращающихся дисковых распылителей и сетчатых барабанов должна предусматривать изменение угла наклона лопаток крыльчатки привода распылителя.

## **Требования безопасности при эксплуатации опрыскивателей**

Для обеспечения безопасных условий работы оператора опрыскиватели с вместимостью технологической емкости 1000 л и более должны быть оборудованы приемным бункером для смешивания препарата с водой, а также для мойки тары из-под пестицида после ее опорожнения. Минимальный рабочий объем бункера – 15 л. Конструкция бункера должна обеспечивать безопасную загрузку всех препаративных форм пестицидов (порошки, гранулы, растворимые пакеты и мешки) и рабочих жидкостей.

Опрыскиватели, оснащенные приемным бункером, должны иметь промывочный резервуар для чистой воды с объемом не менее 20% от объема технологической емкости для рабочей жидкости.

Для исключения перелива рабочей жидкости при заправке технологическая емкость должна быть маркирована уровнями заполнения – номинальный и заполненный (не более 95% от общего объема емкости).

Для исключения выплескивания препарата или рабочей жидкости технологическая емкость должна иметь устройство для герметичного закрывания. Отверстие для заполнения должно иметь диаметр не менее 250 мм. Отверстие для загрузки должно быть не ниже 0,5 м от уровня земли. Для безопасного обслуживания вокруг технологической емкости должно быть пространство не менее 500 мм.

Давление в технологической емкости не должно отличаться от атмосферного более чем на 0,03 МПа при всех условиях эксплуатации.

Для равномерного внесения рабочей жидкости при постоянной частоте вращения вала отбора мощности давление, регулируемое с помощью специальных устройств (регуляторов давления), должно сохраняться постоянным с допуском  $\pm 5\%$ .

Изменения в технологическом процессе опрыскивания продолжительностью не более 5 с, связанные с необходимостью переключения подачи рабочей жидкости к распылителям, изменением скорости движения опрыскивателя, отключением и включением секций штанги, влияющие на расход рабочей жидкости, не должны приводить к погрешности расхода более чем на  $\pm 10\%$  от среднего значения до установления заданного режима работы.

Фильтры магистрали давления должны иметь экран (сито) площадью, обеспечивающей при забивании фильтра на 50% максимальный заданный расход без увеличения рабочего давления насоса больше чем на 10%.

Для исключения аварийного разлива рабочей жидкости все шланги, установленные на опрыскивателе, должны иметь расчетное давление, на 20% превышающее максимальное рабочее давление опрыскивателя, а также маркировку с указанием расчетного давления. Шланги должны быть установлены так, чтобы в случае разрыва риск загрязнения оператора был исключен. Они не должны проходить че-

рез кабину управления транспортного средства. Близко расположенные к оператору шланги должны иметь защитные кожухи. Шланги должны быть установлены без резких изгибов (петель), которые могли бы понижать эффективность прохождения рабочей жидкости по шлангу.

При установке опрыскивателей на летательных аппаратах должна обеспечиваться надежность их крепления, исключая во время полета и выполнения процесса опрыскивания механическое разрушение или падение элементов конструкции опрыскивателя.

Остаточное количество рабочей жидкости в технологической емкости опрыскивателя после окончания технологического процесса не должно превышать: при вместимости до 600 л – 4%, более 600 л – 3 % от общей вместимости. Остаток рабочей жидкости после окончания работы разбавляется водой (не менее 50 % от вместимости технологической емкости) и вносится на обработанные участки путем опрыскивания.

Опрыскиватели должны быть оборудованы дополнительной технологической емкостью вместимостью не менее 15 л с чистой водой для смыва препарата, случайно попавшего на открытые кожные покровы.

## ||| СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Для защиты организма от попадания пестицидов через органы дыхания, кожу и слизистые оболочки все работающие с химическими веществами должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты. За каждым работающим на весь период работ в соответствии с нормами выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений закрепляют комплект СИЗ: спецодежду, спецобувь, респиратор, противогаз, защитные очки, перчатки или рукавицы. К противогазам и респираторам даются сменные коробки и патроны.

Выбор СИЗ проводится с учетом физико-химических свойств и класса опасности препаратов, характера условий труда, а также в соответствии с индивидуальными размерами работающего. Для правильного и грамотного выбора СИЗ применительно к конкретным условиям следует пользоваться каталогами и государственными стандартами, в которых приводятся основные технические, защитные и эксплуатационные характеристики. Подбор СИЗ возлагается на лиц, ответственных за проведение работ. СИЗ необходимо хранить в специально отведенном чистом, сухом помещении в отдельных шкафчиках. Запрещается хранить СИЗ в помещении, где хранят пестициды. Носить спецодежду и спецобувь после работы категорически запрещается.

Лица, ответственные за проведение работ, должны строго учитывать время защитного действия фильтрующих устройств в соответствии с действующими требованиями по применению средств защиты органов дыхания. Своевременно должна проводиться замена фильтрующих устройств. Появление запаха пестицида под маской исправного респиратора или противогаза свидетельствует о непригодности фильтрующих устройств и требует их немедленной замены.

При работе с умеренно опасными малолетучими веществами в виде аэрозолей необходимо использовать противопылевые (противоаэрозольные) респираторы типа «Лепесток», У-2К и Ф-62-Ш (рис. 61).



Рис. 61. Противопылевые (противоаэрозольные) респираторы типа:  
а – «Лепесток-200»; б – У-2К; в – Ф-62-Ш

Для защиты органов дыхания при работе с летучими соединениями, а также с препаратами 1 и 2 классов опасности необходимо ис-

пользовать противогазовые респираторы (РПГ-67), универсальные респираторы (РУ-60М) с соответствующими патронами, промышленные противогазы со сменными коробками (рис. 62).



а

б

Рис. 62. Универсальные респираторы: а – РПГ-67; б – РУ-60М

Отработанные патроны респираторов, фильтры и коробки противогазов необходимо заменять своевременно по истечении срока защитного действия, а также при первом появлении запаха пестицида под маской. Отработанные фильтры, коробки и патроны должны уничтожаться в отведенных для этой цели местах.

При работе с малоопасными и умеренно опасными пылевидными препаратами должна применяться спецодежда с маркировкой защитных свойств по действующим государственным стандартам (рис. 63).

При контакте с препаратами 1 и 2 классов опасности, а также с растворами пестицидов должна применяться специальная одежда, изготовленная из смесовых тканей с пропиткой (типов грета, камелия), а также дополнительные средства индивидуальной защиты кожных покровов – фартуки, нарукавники из пленочных материалов.

Для защиты рук при работе с растворами и другими жидкими формами пестицидов применяют резиновые перчатки технические КЩС (тип 1 и 2), латексные, промышленные из латекса, бутилкаучука и другие перчатки технического и промышленного назначения, в том числе импортного производства. Запрещается использовать медицинские резиновые перчатки.



а



б

Рис. 63. Костюмы защитные: а – легкий Л-1; б – КЦС

При работе с растворами пестицидов для защиты рук используют резиновые перчатки на трикотажной основе. Для защиты ног – резиновые сапоги с повышенной стойкостью к действию пестицидов и дезинфицирующих средств. При работе с пылевидными пестицидами в качестве спецобуви следует применять брезентовые бахилы, на складах пестицидов – кожаную спецобувь. В южных районах с повышенными температурами допускается работа в кирзовых сапогах при выполнении опрыскивания за исключением случаев приготовления рабочих растворов.

Для защиты глаз следует применять защитные очки марок ЗН-5, ЗН-18 (В, Г), ЗН-9-Ф и др. Для предотвращения запотевания стекол используют клершайбы из пленки НП (вкладывается внутрь защитных очков), карандаши типа ГЭЖЭ или жидкость типа ПК-10 (рис. 64).



а



б

Рис. 64. Защитные очки: а – ЗН-9Ф; б – ЗН-18 (В, Г)

Защитные средства по окончании каждой рабочей смены подлежат очистке. Снимают их в следующей последовательности: не снимая с рук, вымыть резиновые перчатки в обезвреживающем растворе (3-5%-ный раствор кальцинированной соды, известковое молоко), промыть их в воде; снять сапоги, комбинезон, защитные очки и респиратор; снова промыть перчатки в обеззараживающем растворе и воде и снять их. Резиновые лицевые части и наружную поверхность противогазовых коробок и респираторных патронов обезвреживают мыльно-содовым раствором (25 г мыла + 5 г кальцинированной соды на 1 л воды) или 1%-ным раствором ДИАС с помощью щетки, затем прополаскивают в чистой воде и высушивают. Лицевые части противогаза и респиратора дезинфицируют ватным тампоном, смоченным в 0,5%-ном растворе перманганата калия или в спирте.

Спецодежду ежедневно после работы необходимо очищать от пыли при помощи пылесоса. Освобожденную от пыли спецодежду вывешивают для проветривания и просушки под навесом или на открытом воздухе на 8-12 ч. Кроме механического удаления пестицидов и агрохимикатов со спецодежды, последняя должна подвергаться периодической стирке и обеззараживанию по мере загрязнения, но не реже, чем через шесть рабочих смен.

## **Первая доврачебная помощь при отравлении пестицидами**

При работе с ядохимикатами нужно уметь оказать первую доврачебную помощь пострадавшему вследствие случайного отравления. Степень опасности отравления пестицидами при контакте с ними зависит от скорости реакции – следует удалить заражающее вещество до того, как оно проникнет в организм и вызовет отравление. Для этого необходимо:

- надеть перчатки для собственной безопасности, снять загрязненную одежду;
- тщательно вымыть тело водой с мылом, промыть, волосы;
- повторить при наличии достаточного количества воды мытье и полоскание;
- обеспечить чистую одежду для переодевания.

Признаками острого отравления служат слабость, рвота, судоро-



ги в животе, понос, холодный пот, слюноотделение, сжатие в груди, подергивание век, языка, мышц, сужение зрачков.

В особо тяжелых случаях у пострадавшего возможна приостановка дыхательной и сердечной деятельности. При таком отравлении необходимо оказать срочную помощь, освободив предварительно от стесняющей дыхание одежды. Общие меры доврачебной помощи независимо от характера яда, вызвавшего отравление, предусматривают выполнение следующих действий:

- исключить дальнейший контакт с препаратом, удалить пострадавшего из опасной зоны на свежий воздух;
- спокойно оценить обстановку, положить пострадавшего в удобное положение и поддерживать состояние абсолютного покоя, тщательно смыть препарат струей воды (лучше с мылом) или снять препарат куском ткани, не втирая и не размазывая, затем обмыть холодной водой или слабощелочным раствором. При попадании яда в глаза обильно промыть их водой либо 2%-ным раствором борной кислоты или 2%-ным раствором пищевой соды;
- положить пострадавшего на бок, чтобы он не задохнулся в случае рвоты;
- дать выпить пострадавшему несколько стаканов воды (желательно теплой) или слабого раствора марганцевокислого калия, раздражением (пальцем) задней стенки глотки вызвать рвоту 2-3 раза, после чего дать выпить полстакана воды с двумя-тремя столовыми ложками активированного угля, а затем солевое слабительное (20 г горькой соли на полстакана воды);
- обратить внимание на дыхание, при необходимости делать искусственное дыхание.

При ослаблении дыхания пострадавшему дать понюхать нашатырный спирт. В случае посинения или остановки дыхания немедленно начать делать искусственное дыхание. Продолжать искусственное дыхание до восстановления самостоятельного дыхания или до вмешательства врача. Искусственное дыхание проводится в следующей последовательности:

вымывать лицо пострадавшего, при необходимости очистить рот; запрокинуть голову пострадавшего назад и приподнять подбородок – это прочистит дыхательные пути;

на нос или рот пострадавшего положить носовой платок или кусок чистой материи, при этом, если воздух вдывается в нос, то рот пострадавшего следует держать закрытым и наоборот;

глубоко вдохнуть, обхватить губами нос (рот) пострадавшего и медленно вдуть в него воздух, пока грудь не поднимется;

набрать воздух в легкие еще раз, пока воздух выходит из груди пострадавшего.

Действия повторять 10-15 раз в 1 мин.

На каждом месте работы с пестицидами должна быть аптечка со следующими медикаментами: бинты, вата, нашатырный спирт, раствор бриллиантовой зелени, настойка йода, активированный уголь, марганцевокислый калий, перекись водорода, борная кислота, кислородная подушка, крахмал, поваренная соль, ацетилсалициловая кислота, бесалол и валидол.

---

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В общем объеме вредных веществ, загрязняющих объекты окружающей среды, пестициды занимают всего 2-3%. Однако среди неблагоприятных факторов экологии они самые сильные по действию на живые организмы. Это в первую очередь объясняется тем, что в отличие от более простых загрязнителей – окислов, тяжелых металлов, нитратов, являющихся частью живого организма, пестициды – это продукты химического синтеза и поэтому чужды всему живому.

Основные причины загрязнения почв, водных источников и сельскохозяйственной продукции пестицидами – нарушение регламентов их применения, потери при транспортировке и хранении, использование малопроизводительной и несовершенной техники для внесения, а также отсутствие должного контроля при работе с пестицидами.

По имеющимся данным, в хозяйствах страны имеется не более 40% необходимого количества опрыскивателей, многие из которых не соответствуют требованиям технологии применения высокоактивных препаратов. Ежегодно из оборота выбывает и списывается до 25% опрыскивающей техники, а выпуск и поставки новой – минимальны.

Сельское хозяйство страны по-прежнему ориентировано на работу с нормами расхода пестицидов, завышенными в 2-3 раза, поскольку они рассчитаны на использование опрыскивающих машин, которые допускают (по действующим стандартам) непроизводительные потери пестицидов от сноса и стекания их на почву (до 70-80%).

В настоящее время внедряются химические вещества нового поколения с малыми нормами расхода, но с большей (до 100 раз) биологической активностью. Это требует создания принципиально иной высокоточной, экологически и технологически надежной техники, рассчитанной для применения в крупных коллективных, мелких (крестьянских, фермерских), приусадебных хозяйствах и садово-огороднических коллективах.

Как показывает анализ рынка техники для защиты растений (по материалам выставок и рекламным проспектам, опыту эксплуатации в сельскохозяйственном производстве), более чем из 50 наименова-

ний машин, производимых, поставляемых и используемых сельскими товаропроизводителями, не более 4-5 наименований по каждому типу можно аттестовать как «условно пригодные».

С учетом Федерального закона от 27.12.02 №184-ФЗ «О техническом регулировании» и проведения единой технической политики по разработке и производству техники для защиты растений необходимо безотлагательно принять следующие решения:

- разработать нормативные документы и утвердить регламенты, предусматривающие конструктивные, технологические и экологические требования к технике для защиты растений, которые обязательны для исполнения производителями любой формы собственности;

- принять нормативные и законодательные акты по обязательной проверке техники для защиты растений у сельхозтоваропроизводителей один раз в два года на право ее эксплуатации в сельском хозяйстве;

- на примере опыта ведущих европейских стран на базе ГНУ ВИЗР организовать Государственный центр по проведению испытаний техники и машинных технологий химической и биологической защиты растений с оценкой их соответствия требованиям отечественных и международных стандартов по качеству внесения средств защиты растений и экологической безопасности для окружающей среды и человека;

- предусмотреть лизинг только на технику, прошедшую государственные приемочные испытания и рекомендованную для включения в Федеральный технологический регистр. Оперативное решение этих вопросов позволит навести порядок в столь важной отрасли и улучшить экологическую ситуацию на полях.

За последние годы скорость поступления антропогенных ядов в природу приняла экспоненциальный характер и опередила скорость детоксикации их природой. В результате монодисперсное применение (взамен полидисперсного) дисперсионных (способных к капельному диспергированию) химических энергий углеводородных видов топлива и пестицидов позволит снизить на 30-40% их антропогенную нагрузку на биосферу. Но для этого научно-технический прогресс необходимо конвертировать с научно-экологическим прогрессом.

## Литература

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 74 с.

2. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.1077-01 «Гигиенические требования к хранению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов».

3. Специальный технический регламент «О требованиях к безопасности технических средств и процессов применения пестицидов» (проект федерального закона Российской Федерации).

4. **Абубикеров В.А.** Совершенствование технологии и технических средств для внесения пестицидов: автореф. дис...канд. техн. наук, специальность 05.20.01. – М.: 2005. – 27 с.

5. **Бабаев Ш.** Экономичный способ борьбы с сорняками // Защита и карантин растений. – 2007. – № 4. – С.38

6. **Баздырев Г.И.** Проблемы защиты растений от вредных организмов в точном земледелии // Сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф.: Агротехнологии XXI века. – М., ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2007. – С. 13-16.

7. **Безуглов В.Г.** Анализ технологий и техники для внесения химических средств защиты растений // Техника и оборуд. для села. – 2003. – № 7. – С. 7-10.

8. **Безуглов В.** Техника и технология внесения пестицидов // Международный с.-х. журнал. – 2003. – №1. – С. 55-59.

9. **Веретенников Ю.М.** О восстановлении государственного регулирования в области обращения с пестицидами // Техника и оборуд. для села, 2008. – № 2. – С. 23-24.

10. **Багмут С., Ясюк С.** Опрыскивает и опыливает одновременно// Сельский механизатор. – 2004. – №9. – С. 17.

11. **Бернштейн Д.Б.** Керамические распылители производства ОАО «ВИСХОМ» // Защита и карантин растений. – 2005. – № 2. – С.46-47.

12. **Бирюкова Е.В.** Совершенствование технологии внесения пестицидов и оптимизация параметров распыливающего устройства с дроссельной шайбой-вставкой: автореф. дис... канд. техн. наук, специальность 05.20.01. – Мичуринск-Наукоград, 2006. – 19 с.

13. **Болвонович В.В.** Европейское качество по доступным ценам // С.-х. вестник. – 2004. – № 5. – С. 7.

14. **Бондаренко А., Босенко Н.** Умные программы для вольного ветра// Сельский механизатор. – 2003. – № 9. – С. 12-13.

15. **Бондаренко А.М.** и др. Обоснование и разработка конструктивно-технологической схемы и рабочих органов вентиляторного опрыскивателя // Сб. науч. тр.: Ресурсосберегающие и экологически сбалансированные технологии и технические средства в растениеводстве. – Зерноград: ВНИП-ТИМЭСХ, 2005. – С.77-87.

16. Ваша надежная защита от «ХимАгроТех»! // АгроСнабФорум. – 2008. – № 5. – С. 52.

17. Выбор наконечников опрыскивателей для достижения оптимального результата = Pflanzenschutz: Welche Duse passt? // Top agrar. – 2007. – № 3. – P.112-117.

18. **Веретенников Ю.М., Паремский И.Я., Овсянкина А.В.** Глобальное отравление уничтожит цивилизацию раньше, чем глобальное потепление // АГРО XXI. – 2010. – №1-3. – С. 55-57.

19. **Вялых В.А., Савушкин С.Н.** От чего зависит качество работы опрыскивателей // Защита и карантин растений. – 2004. – № 12. – С. 46-47.

20. **Вялых В.А.** и др. Устройство для промывки опрыскивателей // Защита и карантин растений. – 2004. – № 6. – С. 37.

21. **Вялых В.А., Савушкин С.Н., Балакирев Н.А., Хрюкина Е.И.** Заправщики опрыскивателей – нужны ли они сегодня? // Защита и карантин растений. – 2008. – № 11. – С. 36-37.

22. **Горбачев И.В., Швед Н.Н.** Настройка и использование штанговых опрыскивателей // АгроСнабФорум. – 2008. – № 3. – С. 54-55.

23. Две модели самоходных опрыскивателей вместимостью 3400 л и 4000 л фирмы «Agrihold Farm Machinery» = Agrihold launches two self-propelled sprayers // Farmers Weekly. – 2006. – Vol. 145, № 11. – P. 75.

24. Две новые модели самоходных опрыскивателей (7450, 7650) фирмы «Supra-Coupe» Traditional transmission for self-propelled sprayer // Farmers Weekly. – 2004. – Vol. 141, № 11. – P. 59.

25. Две новые модели самоходных опрыскивателей Apache AS 710 и AS 1010 фирмы «Equipment Tehnologies» = Introducing the Apache AS710 and AS1010 out two newest darlings//Farm Equipment. – 2006. – June/July. – P. 23.

26. **Киселев В.И., Бердыш Ю.И., Марсев П.И., Федотов А.А.** Руководство по сборке и настройке полевых опрыскивателей для защиты растений. – Краснодар, 2002. – 36 с.

27. **Корнилов Т.В., Шагохин Е.А.** Модернизация опрыскивающей техники // С.-х. вести. – 2003. – № 2. – С. 15-16.

28. **Коробов В.А., Скрынник Б.С.** Высокопроизводительная техника // Защита и карантин растений. – 2005. – № 1. – С. 36-37.

29. **Королев А.В.** Выбираешь опрыскиватель: семь раз отмерь! // Картофель и овощи. – 2003. – № 4. – С. 24-25.

30. **Королев А.В.** Чтобы машина работала долго и хорошо // Защита и карантин растений. – 2003. – № 1. – С. 36-37.

31. **Краховецкий Н.Н.** Техника для защиты растений // Тракторы и с.-х. машины. – 2003. – № 2. – С. 23-25.

32. **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 с.-х. техника. – 2009. – Т. 2. – С. 50-56

33. **Лысов А.К.** Каким должен быть опрыскиватель с вращающимися дисковыми распылителями//Защита и карантин растений. – 2003. – № 5. – С. 38-39.

34. **Лысов А.К.** О технической политике в области механизации защиты растений // С.-х. вести. – 2003. – С. 14-15.

35. **Лысов А.К.** Совершенствование механизации опрыскивания растений // Защита и карантин растений. – 2003. – № 9. – С. 38-39.

36. **Лысов А.К.** Условно пригодные или безусловно непригодные? О российской технике и агротехнологиях для защиты растений // Аграрный эксперт. – 2004. – № 4 (август). – С. 20-21.

37. **Никитин Н.В.** и др. Штанговые опрыскиватели с вращающимися распылителями // Защита и карантин растений – 2005. – № 3 – С. 46-48.

38. **Олешицкий В.В., Голоцуцких В.И.** Методика определения качества работы распылителей // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 6. – С. 42-44.

39. **Пушкарев Б.В., Шербалин Е.Н.** Устройство для опрыскивания нижней поверхности листьев // Защита и карантин растений. – 2004. – № 5. – С. 3.

40. **Петровская Е.В.** Выбор параметров работы штанговых опрыскивателей // Тракторы и с.-х. машины. – 2006. – № 6. – С. 28.
41. Тенденции развития в конструкции самоходных опрыскивателей = Fur grobe Flächenleistung // Agrartechnik. – 2003.
42. Усовершенствованные распылители = RAU Spridomat D3 mit mehr Komfort // Sonne Wind und Wärme. 2006, 68, №5. – С.14. Нем. – 2006. – [РЖ ВИНТИ. Тракторы и с.-х. машины и орудия. – 2006. – № 11. Реф. 06.11-44.117].
43. **Цымбал А.А., Яцков Р.П.** Оценка качественных показателей опрыскивателя с электростатической подзарядкой капель // Тракторы и с.-х. машины. – 2003. – № 2. – С. 44-45.
44. Электронный прибор Spramat П для управления полевыми опрыскивателями = Spramat П // Проспект фирмы «Muller Elektronik GmbH u. Co. KG» (Германия). – 2005. – 2 р.
45. **Юсупов Б.Ю.** Монодисперсное распыление рабочей жидкости вращающимся распылителем/ Б.Ю. Юсупов, Э.И. Ибрагимов // Аграрная наука. – 2003. – № 9. – С. 30-31.
46. **Юсупов Б.Ю.** Монодисперсное распыление рабочей жидкости вращающимся распылителем // Аграрная наука. – 2003. – № 9. – С. 30-31.
47. **Ямников Ю.Н., Каблуков Г.В.** Обслуживание и настройка штанговых опрыскивателей с импортной комплектацией // Сахарная свекла. – 2003. – №3. – С. 21-22.
48. **Ямников Ю.Н.** Маркеры для сельскохозяйственных опрыскивателей // Сахарная свекла. – 2006. – № 8. – С. 26.
49. **Ямников Ю.Н.** Расчет рабочих органов опрыскивателей // Тракторы и с.-х. машины. – 2003. – № 11 – С. 26-27.
50. **Ямников Ю.Н.** Турбопенные распылители пестицидов // Тракторы и с.-х. машины. – 2003. – № 12. – С. 8-9.
51. **Ямников Ю.Н.** Как модернизировать старый опрыскиватель // Защита и карантин растений. – 2006. – № 12. – С. 36-37.



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Технологические и экологические требования к техническим средствам для химической защиты растений .....	10
Основные особенности конструкций отечественных и зарубежных опрыскивателей .....	12
Навигационные системы управления опрыскиванием .....	49
Модернизация опрыскивателей .....	53
Подготовка опрыскивателей к работе .....	66
Техника безопасности при работе с опрыскивателями .....	103
Средства индивидуальной защиты .....	108
Заключение .....	115
Литература .....	117

**Евгений Лукич Ревякин,  
Николай Николаевич Краховецкий**

**МАШИНЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ  
В ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

*Научный аналитический обзор*

Редактор *И.С.Горячева*  
Художественный редактор *Л.А.Жукова*  
Обложка художника *Т.Н.Лапиной*  
Компьютерная верстка *Л.И. Болдиной, Е.Я. Заграй*  
Корректоры: *Н.А. Буцко, В.А. Суслова*

[fgnu@rosinformagrotech.ru](mailto:fgnu@rosinformagrotech.ru)

---

Подписано в печать 26.08.2010      Формат 60x84/16      Бумага писчая  
Гарнитура шрифта “Times New Roman”      Печать офсетная  
Печ. л. 7,75      Тираж 1000 экз.      Изд. заказ 104      Тип. заказ 330

---

Отпечатано в типографии ФГНУ “Росинформагротех”,  
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

ISBN 978-5-7637-0784-4



9 785736 370784

# **ФГУ «Росинформагротех» предлагает руководителям и специалистам АПК новые информационные издания:**



**«Золотая осень – демонстрация достижений российских аграриев»** (материалы мероприятий в рамках деловой программы 11-й Российской агропромышленной выставки, 9-12 октября 2009 г., Москва). – 2010. – 20,5 п.л. (350 руб.)



**Тенденции машинно-технологической модернизации сельского хозяйства** (по материалам международных выставок «Sima-2009», «Agritechnica – 2009», «Золотая осень – 2009», «Агросалон-2009»). – 2010. – 18,25 печ. л. (560 руб.)



**Машины для селекции, сортоиспытания и первичного семеноводства полевых культур.** – 2009. – 14 печ.л. (350 руб.)



**Приборы, технологии и оборудование для технического сервиса в АПК.** – 2009. – 20 печ.л. (560 руб.)

А также другие информационные материалы (более 90 наименований) позволят специалистам выбрать необходимые машины и оборудование, обеспечивающие внедрение передовых технологий в сельскохозяйственное производство. Информация размещена на сайте института [www.rosinformagrotech.ru](http://www.rosinformagrotech.ru).

Телефоны для справок: (495), 993-44-04; 993-42-92  
E-mail: [inform-iko@mail.ru](mailto:inform-iko@mail.ru)  
141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60