

# ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Известия ТСХА, выпуск 4, 2000 год

УДК 632.954

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВНЕСЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Л. В. ЗАХАРЕНКО

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Приводится описание современных технических средств и технологий применения гербицидов в системе земледелия. Рассматриваются перспективные направления совершенствования технологий защиты сельскохозяйственных культур от сорных растений при использовании химического метода и пути повышения его агротехнической эффективности.

В связи с усилением экологической направленности современных систем земледелия большой природоохранительный резерв заложен в совершенствовании техники и технологии применения гербицидов. Совершенствование техники опрыскивания и снижение норм расхода рабочей жидкости, разработка и внедрение монодисперсных и электростатических опрыскивателей не только обеспечивают высокую точность обработки, но и заметно снижают опасность загрязнения агроландшафтов.

Повышение агроэкологической эффективности при-

менения гербицидов при снижении объемов их применения в немалой степени зависит и от правильной организации работ по защите растений, соблюдения регламентов применения гербицидов.

Значительное разнообразие почвенно-климатических условий возделывания сельскохозяйственных культур, неодинаковые по структуре и численности сорного компонента агроценозы, а также большой набор культур требуют не только большого ассортимента гербицидов, но и различных технологических способов их применения.

Серьезные экологические проблемы при использовании гербицидов во многих случаях обусловлены отсутствием необходимой техники для их внесения, невысоким качеством работы опрыскивателей. Особенно это касается препаратов, обладающих повышенной биологической активностью и поэтому представляющих повышенную опасность при их передозировках.

В настоящее время наиболее распространенным способом применения гербицидов является опрыскивание. При опрыскивании гербициды в виде распыленной рабочей жидкости наносятся на обрабатываемый объект. Как правило, растворителем препарата является вода.

В зависимости от объема рабочей жидкости различают ультрамалообъемное опрыскивание (УМО) с расходом жидкости до 5 л/га; малообъемное (МО), осуществляемое вентиляторными и авиационными опрыскивателями — 10—50 л/га — или штанговыми наземными — 50—75 л/га; объемное (О) — 200—300 л/га и многообъемное (МНО) — более 300 л/га.

При химической прополке зерновых, технических (сахарной свеклы, хлопчатника) и овощных культур наиболее широкое применение находят опрыскиватели, обеспечивающие расход рабочего раст-

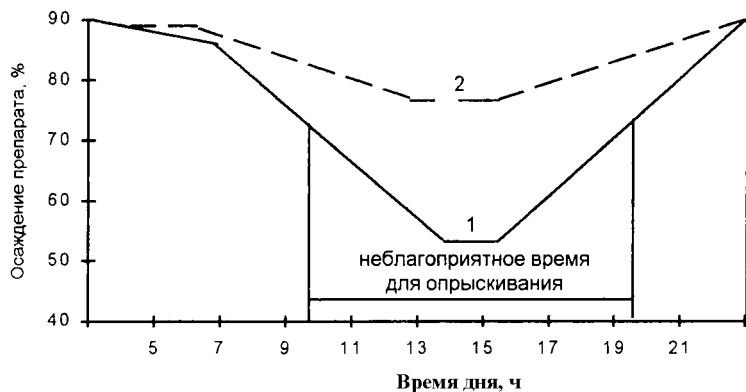
вора 75—300 л/га. При обработке посевов по вегетирующим сорнякам и использовании растворимых порошков и концентратов эмульсий оптимальный расход рабочего раствора составляет 75—150 л/га. При нанесении на поверхность почвы смачивающихся порошков, а также порошков и других форм препаратов, применяемых в высоких дозах (далапон, пропанид, нитрафен, ТХА), расход рабочего раствора увеличивается до 150—300 л/га. Многообъемное опрыскивание находит широкое применение, когда необходимо хорошо смочить вегетирующие сорняки и уменьшить удержание капель препарата на поверхности листьев культур, например при опрыскивании гербицидом 2М-4Х льна-долгунца в фазу «елочки» [4]. Малообъемное опрыскивание является прогрессивным способом, обеспечивающим высокую эффективность системных гербицидов при использовании штанговых дефлекторных распылителей и работе агрегата на больших скоростях. Ультрамалообъемное опрыскивание, как показывает опыт, возможно лишь в ограниченных условиях, в частности, при химической прополке зерновых культур гербицидами группы 2,4Д.

При современном уровне технического обеспечения

системы защиты растений гербициды рекомендуется вносить с нормой расхода рабочей жидкости более 100 л/га, так как при меньших расходах часто забиваются выходные отверстия сопел гидравлических распылителей [7]. Техническое состояние опрыскивателя должно соответствовать гигиеническим и природоохранным требованиям, а обработку посевов должны проводить специалисты, имеющие профильную профессиональную подготовку. Обрабатываемый участок должен иметь выровненный рельеф. Оптимальная рабочая скорость движения трактора с опрыскивателем — 5—8 км/ч (не более 10 км/ч). Обработку целесообразно проводить в утренние (до 9-00) и вечер-

ние (после 19-00) часы при скорости ветра не более 4 м/с (рисунок). Наибольшая высота обрабатываемых растений — 50 см. Отклонение концентрации препарата в рабочей жидкости от исходной не должно превышать 5%, расхода рабочей жидкости от заданного — не более 10%, а отклонение неравномерности ее распределения по ширине захвата, выраженной коэффициентом вариации, — не более 25%.

На качество опрыскивания влияют температура и влажность воздуха, наличие турбулентности и восходящих воздушных потоков, которые в значительной мере определяют уровень испарения, снос, осаждение и равномерность распределения препарата при обработке.



Зависимость осаждения гербицидов на обрабатываемой площади от времени опрыскивания.

1 — солнечный день, 2 — пасмурный день, ветер 2—4 м/с,  $t = 18-22^{\circ} \text{C}$ .

Общее ухудшение экологической ситуации в аграрном секторе экономики России требует тщательного научно обоснования системы защиты растений. Это касается прежде всего нового поколения высокоэффективных гербицидов, для которых необходима и новая технология их применения. Современные технические средства для обработки посевов сельскохозяйственных культур гербицидами совершенствуются по следующим основным направлениям:

— снижение нормы расхода рабочей жидкости за счет повышения качества ее распыления;

— внедрение компьютерного контроля стабильности заданного режима опрыскивания с постоянной цифровой индикацией на табло в кабине трактора;

— использование самоходных опрыскивателей с маркерами и герметичной кабины с кондиционером.

Во ВНИИФ на основе многолетних научных исследований разработана и апробирована технология ультрамалого объема опрыскивания посевов сельскохозяйственных культур гербицидами с нормой расхода рабочей жидкости 3—10 л/га. По мнению авторов. УМО наиболее перспективно в засушливых условиях. когда при низкой

влажности и высокой температуре резко возрастает скорость испарения воды из капель раствора.

В настоящее время разрабатываются принципиально новые высокоэффективные системы опрыскивания на основе электрического заряда капель, позволяющие снизить расход дорогостоящих гербицидов. Капли рабочей жидкости наряду с механико-динамическими силами приобретают дополнительные электрические силы притяжения, что способствует лучшему их осаждению на растениях и уменьшению сноса ветром.

Разработано три способа электрического заряда капель рабочей жидкости: контактный, коронирующий и электродинамический. Технические средства, позволяющие реализовать эти способы, имеют принципиальные различия. Общим для них является наличие высоковольтного генератора постоянного тока, один электрод которого контактирует с рабочей жидкостью, другой — с почвой [5].

Данный метод имеет преимущества перед традиционным опрыскиванием. В благоприятных условиях норма гербицида может быть уменьшена в 2 раза, а объем вносимой жидкости — в 100 раз без снижения гербицидной

активности. При этом значительно уменьшаются снос и загрязнение почвы остатками препаратов.

При ультрамалообъемном опрыскивании в комплексе с электрическим зарядом капель рабочей жидкости используются специальные препараты, содержащие не-испаряющиеся растворители, а при малообъемном в рабочую жидкость добавляются антииспарители.

В современных системах земледелия используют штанговое (наземное и авиационное) и дистанционное опрыскивание посевов гербицидами.

При штанговом опрыскивании осуществляется непосредственное нанесение распыленной жидкости на обрабатываемый объект. Это достигается с помощью штанги, на которой монтируются рабочие органы — распылители. Рабочая ширина захвата штанг изменяется в широких пределах — от 5 до 35 м. Серийные тракторные опрыскиватели, выпускаемые в настоящее время отечественной промышленностью, имеют штанги шириной захвата 26,2; 18; 21,6 м, а при использовании дождевальных агрегатов рабочий захват превышает 100 м.

Качество обработки посевов гербицидами в значительной степени зависит от

работы распылителей. На сельскохозяйственных опрыскивателях получили распространение три основных типа распылителей: гидравлические, пневматические и вращающиеся. Гидравлические распылители производят распыление поступающей жидкости за счет энергии давления, которое в зависимости от требуемых норм расхода рабочей жидкости и размеров капель находится в пределах 0,1—1,5 МПа, размеры выходных отверстий распылителей, как правило, составляют 1—2 мм.

В пневматических распылителях жидкость дробится на мелкие капли путем ее введения в воздушный поток под небольшим давлением. Как показывает практика, пневматические распылители более надежны в эксплуатации, чем гидравлические, так как при низком давлении жидкости установленные нормы ее расхода достигаются при сравнительно больших проходных отверстиях (более 2 мм). Изменение размера капель при работе воздушнотруйных распылителей регулируется скоростью воздушного потока (80—200 м/с), а также соотношением расхода воздуха к расходу рабочей жидкости.

Вращающиеся распыливающие рабочие органы опрыскивателей выпускаются

в виде дисков, конусов или барабанов (перфорированных или сетчатых), частота вращения которых достигает 1000—1200 об/мин. Регулировка диспергирования жидкости этими распылителями достигается изменением скорости их вращения.

Преимущество гидравлических распылителей состоит в простоте их конструкции и возможности обеспечить достаточно большой диапазон расхода рабочей жидкости (от десятков до нескольких сотен литров на 1 га).

Пневматические распылители позволяют достигать более тонкого распыла рабочей жидкости и сокращения ее расхода. Однако при этом наряду с оптимальным размером капель в отдельных случаях образуется значительное число их более мелких фракций, подверженных сносу ветром.

При дистанционном опрыскивании распыляемую жидкость наносят на обрабатываемый объект направленным воздушным потоком. Рабочим органом опрыскивателя является сопло, в которое нагнетается воздух от вентилятора. Для распыла жидкости используются гидравлические форсунки, установленные в воздушном потоке (опрыскиватель ОПВ-1200), пневматический способ (опрыски-

ватель ОВХ-28) или вращающиеся распылители (СШ-2000, ОМ-630, ОМ-320).

Дистанционные опрыскиватели характеризуются простотой конструкции и их обслуживания, высокой маневренностью при большой ширине захвата и высокой производительностью. Вместе с тем при дистанционном опрыскивании существует опасность значительного сноса рабочей жидкости ветром и неравномерного ее распределения.

Для обработки посевов гербицидами на больших площадях с 50-х годов в нашей стране применяется авиационный метод. В 70-е годы площади, обрабатываемые авиационным методом, составили 25—30 млн га. В настоящее время 90% общего объема авиационных работ приходится на зерновые культуры. При этом самолетами Ан-2, Ан-2М обрабатывается 97% общего объема обрабатываемых площадей, вертолетами Ми-2, Ка-26 — 3% [8].

Для авиационного опрыскивания обычно используют штанговые опрыскиватели, комплектуемые распылителями с определенными размерами выходного отверстия: для ультрамалообъемного опрыскивания — 1х1 мм, малообъемного мелкокапельно-

го — 1x5 и 2x5 мм, среднекапельного и среднеобъемного — 3x5 мм, крупнокапельного — 4x5 и 5x5 мм.

Авиационные обработки, как правило, проводят на больших участках правильной конфигурации, без препятствий на поле и на подходах к нему (линии телефонных, телеграфных, высоковольтных передач, ветрозащитные лесополосы, высокие деревья). Длина гона должна быть не менее 500 м для самолета и 200 м для вертолета, расстояние от аэродрома до участка — не более 10 км для самолета и 1 км для вертолета.

Высокая эффективность авиационного опрыскивания гербицидами установлена при использовании самолета АН-2, оборудованного модифицированным опрыскивателем Ш 76-7000 с новыми унифицированными распыливающими устройствами РЖУ-1 в комплекте с целевыми распылителями РЦ 110-4,0 и РЦ 110-2,5. Оптимальная скорость полета самолета составляет 150 км/ч с отклоненными на 5° закрылками, высота полета — от 2 до 5 м. Норма расхода рабочей жидкости — 15—50 л/га [2].

Преимущества авиационного опрыскивания заключаются в его высокой производительности, отсутствии ме-

ханических повреждений растений, проведении обработок без воздействия на почву ходовых систем агрегатов, в возможности выполнения работ в условиях высокой влажности почвы, когда движение наземных машин затруднено. Однако опасность значительного сноса рабочей жидкости ветром за пределы обрабатываемого участка ограничивает практическое использование авиационного опрыскивания.

Одним из главных технологических недостатков опрыскивателей является зависимость качества распределения рабочей жидкости от скорости движения агрегата, которая изменяется под действием различных факторов (рельефа почвы, нагрузки трактора и др.). Для устранения подобных недостатков разработано устройство, позволяющее автоматически регулировать нормы расхода рабочей жидкости путем изменения площади выходного окна задвижки опрыскивателя в зависимости от изменения скорости его движения [1]. Экспериментальные исследования, проведенные на серийных опрыскивателях ОПШ-15, показали, что при использовании данного устройства рабочая жидкость более равномерно распределяется по площади поля. Неравномерность распределе-

ния в опытном варианте составила 15%, а на контрольном — 40%.

По мнению ряда авторов [6], сократить потери и одновременно уменьшить норму расхода гербицидов можно при решении следующих задач:

- обеспечении направленной обработки с заданным (контролируемым) размером капель;

- обработке полевых культур с сепарацией мелких капель;

- повышении эффективности и равномерности распределения препарата на обрабатываемой поверхности за счет электростатической зарядки капель;

- внедрении в практику средств контроля и автоматизации управления процессом опрыскивания.

Снос капель рабочей жидкости можно уменьшить путем установки на штанге специальных устройств, обеспечивающих воздушную завесу, или пористых улавливающих экранов в комплекте с ветрозащитными кожухами, а также специальных защитных камер, монтируемых над штангами.

Сплошное внесение почвенных гербицидов осуществляется штанговыми опрыскивателями при повышенных нормах расхода рабочего

раствора. При высокой влажности почвы, затрудняющей проходимость наземных машин, целесообразно проводить крупнокапельное опрыскивание почвенными гербицидами с помощью авиационной техники.

При отсутствии осадков почвенные гербициды, попавшие на поверхность почвы, могут разрушаться и терять активность под влиянием ветра, солнечных лучей и повышенной температуры воздуха. Некоторые из них (производные триазинов, мочевины и др.), попадая в верхний слой почвы, вообще не проявляют гербицидной активности. Поэтому поверхностное опрыскивание почвы этими и аналогичными по характеру действия гербицидами оказывается эффективным лишь в зонах с достаточным увлажнением или при орошении. В остальных случаях необходима заделка гербицидов в почву.

Заделка гербицидов в почву осуществляется почвообрабатывающими орудиями — дисковой бороной, культиватором в агрегате с зубовой бороной или зубовой бороной. Наиболее равномерное распределение гербицида в почве обеспечивает дисковая бороны, наименее равномерное — зубовая. Высокоскоростные препараты необходимо



заделывать одновременно с опрыскиванием или в течение 0,5 ч после него [4].

Внесение гербицида с одновременной заделкой в почву обычно осуществляется комбинированным агрегатом, включающим опрыскиватель и почвообрабатывающее орудие, например трактором, на котором монтируются узлы опрыскивателя ГЮМ-630 и культиватор; на брус последнего крепятся коллекторы штанг с распылителями. За один проход трактора выполняются две агротехнические операции — внесение гербицида и культивация поля.

Агротехнические требования к сплошному опрыскиванию обусловлены большим ассортиментом гербицидов и различными почвенно-климатическими условиями их применения. Для этого используется широкий ассортимент опрыскивателей (таблица).

Во Львовском КБ разработаны конструкции вентиляторных опрыскивателей нового поколения ОП-2000А и ОМ-630. Они предназначены для защиты садов, виноградников и полевых культур методом обычного и малообъемного опрыскивания [9]. Рабочий орган опрыскивателя, состоящий из двух осевых вентиляторов и дисковых распылителей, может устанавливаться под определен-

ным углом в вертикальной плоскости: при обработке виноградников — горизонтально, в высокорослом саду — под углом 25°, на полевых культурах — до 30° (боковое дутье) или 3-5° (направленный поток). Благодаря равномерности дробления рабочей жидкости опрыскиватели работают с сокращенными нормами ее расхода (до 50 л/га). В производственных условиях суточная производительность опрыскивателя ОП-2000А достигает 600 га.

Таким образом, к основным направлениям совершенствования технологии опрыскивания можно отнести следующие:

- 1) повышение качества обработки путем улучшения конструкций машин, правильного расчета доз препарата и калибровки опрыскивателей, оснащения последних контрольно-измерительными приборами, автоматически регулирующими норму расхода рабочей жидкости;

- 2) снижение количества вносимых гербицидов путем использования опрыскивателей пульсирующих или прерывистого действия, приспособлений для контактного нанесения гербицидов на сорняки, систем распыла с рециркулирующей жидкости, опрыскивателей, работающих без приготовления рабочей жидкости (системы прямого

## Основные технические данные машин для сплошного опрыскивания гербицидами

Показатель	ОПШ-15	ОПШ-15-01	ОП-2000-2-01	ОМ-630-2	ПОМ-630	ПЖУ-2,5	ПЖУ-5	ПЖУ-9	АПВ-5
Производительность, га/ч	9,9-16,5	12,9-21,6	18,0-22,5	13,5-16,5	9,7-19,4	18-22,5	14,8-23	14-27	27-45
Ширина захвата, м	16,2	21,6	18,0-22,5	16,2	16,2	18,6-22,5	18,5-21	18,5-21	18
Вместимость бака, л	1200	1200	2000	630	630	2000	3200	6400	4000
Расход жидкости, л/га	75-300	75-300	75-300	75-300	75-300	75-300	75-300	75-300	75-300
Масса, кг	820	870	1700	550	670	1700	3750	4490	2000
Ширина колеи, мм	1350	1500, 1800	1400, 1500, 1800		По трактору	2040	2040	2040	По самоходной машине
Подача насоса, л/мин	80	120	700	120	80	600	600	600	700
Агрегатирование с тракторами	МТЗ-80,82 ЮМЗ-6Л/6М, Т-70С	МТЗ-80,82 Т-70С, ЮМЗ-6Л/6М	МТЗ-80,82 Т-70С	МТЗ-80,82 Т-70С	МТЗ-80,82 ЮМЗ-АЛ/6АМ	МТЗ-80,82	Т-150К	Т-150К	ЭСВМ-7

инжектирования), агрегатов для ленточного внесения гербицидов;

3) уменьшение объемов применения рабочей жидкости за счет использования приспособлений для мало- и ультрамалообъемного опрыскивания с контролируемым размером капель, а также применение электрического тока для распыла рабочих жидкостей и лучшего осаждения капель на растения.

Для повышения качества опрыскивания большое значение имеют правильный выбор и монтаж распылителей. Последние должны быть из одной партии, с одинаковыми свойствами и степенью износа, обеспечивать точное дозирование и распределение рабочей жидкости. Штанга опрыскивателя во время обработки должна располагаться параллельно поверхности почвы. Ее движение в вертикальном направлении, связанное с перемещением агрегата, приводит к неравномерному распределению рабочей жидкости, повышению сноса ветром. Нестабильность расположения штанги при изменении скорости движения опрыскивателя может привести к варьированию дозы от 0 до 100%. В связи с этим штанги длиной 12-24 м оснащают маятниковым устройством и системой стабилизации на уклонах.

Правильная стыковка обрабатываемых площадей при проходах агрегата обеспечивается путем маркирования территории пенными маркировщиками или обработки посевов по технологическим колеям. В России для этой цели создано электронное устройство автоматического учета обработанной площади и замера пройденного пути при разворотах агрегата [3].

Широкое применение гербицидов в современном земледелии вызывает необходимость поиска путей уменьшения расхода препаратов при сохранении их гербицидной активности и обеспечении безопасности для окружающей среды. Одним из перспективных направлений в решении этих задач является локальное применение гербицидов (ленточное, гнездовое, обработка куртин и отдельных сорняков).

Ленточный способ используется для регулирования сорного компонента агрофитоценоза при возделывании пропашных культур, а садах, на виноградниках. Весьма перспективно ленточное внесение гербицидов для регулирования сорных растений в посевах пропашных культур. Экономия препаратов при этом составляет 30-60%. Отечественная промышленность выпускает приспособление для ленточного оп-

рыскивания ПХГ-4 и подкормщик-опрыскиватель ПОМ-БЗО [3]. При ленточном внесении майазина, содержащего 15% атразина, на посевах кукурузы снижается содержание остаточных количеств атразина в почве по сравнению с уровнем при сплошном опрыскивании.

С целью уменьшения загрязнения окружающей среды гербицидами в посевах пропашных культур их следует использовать в сочетании с междурядными обработками почвы. Ленточный способ опрыскивания с последующим рыхлением междурядий позволяет эффективно регулировать сорный компонент агрофитоценоза при меньшем расходе гербицида и рабочей жидкости.

Ленточное опрыскивание, как правило, проводится в полосе, не подлежащей механической обработке. При выращивании пропашных культур рабочий раствор вносится в зону рядка, включая защитную зону (обычно шириной 15 см с каждой стороны рядка), одновременно с посевом или при проведении культивации агрегатом, включающим сеялку или культиватор для обработки междурядий и опрыскиватель. Распылители опрыскивателя располагаются на продольной оси сошника сеялки.

благодаря чему гербицид наносится в виде ленты на ширину, которая определяется высотой установки распылителя. При ширине ленты 25 см и междурядье 70 см расход препарата и рабочего раствора сокращается в 2,8 раза, при междурядье 90 см — в 3,6 раза [3].

Почвенные гербициды, требующие глубокой заделки (эрадикан, алирокс и др.), наносят полосой 30-35 см на поверхность почвы с расстояниями между центрами полос, соответствующими ширине междурядий, и заделывают за один проход. Семена высевают в центре полос. Вносят гербицид обычно трактором МТЗ 80/82 с навесным культиватором и гербицидной штангой, ширина которых должна соответствовать ширине захвата сеялки. Культиватор комплектуют стрельчатыми лапами. Штангу с распылителями крепят перед лапами культиватора на высоте 25 см. При таком низком размещении штанги гербицид можно вносить даже в ветреную погоду.

Преимущество этого способа перед сплошным опрыскиванием заключается прежде всего в снижении себестоимости регулирующих мероприятий и уменьшении эколого-токсикологической нагрузки на агрофитоценоз.

В куртинах сорняков, неравномерно расположенных на посевах, в целях сокращения расхода гербицидов штанговые опрыскиватели включают лишь при проезде по куртинам.

Высокоэффективны рециркуляционные методы обработки посевов гербицидами с помощью опрыскивателей, оборудованных специальными устройствами для сбора и обратной подачи в бак рабочего раствора, не попавшего на растения. В США рециркуляционные опрыскиватели используют для обработки вегетирующих сорняков, превышающих по высоте культурные растения. В зависимости от уровня засоренности в таких опрыскивателях улавливается до 70-90% распыляемого раствора.

Для селективного использования гербицидов сплошного действия в борьбе с высокорослыми сорняками применяется специальная аппаратура для контактного нанесения рабочей жидкости, с помощью которой можно без снижения технической эффективности заметно уменьшить расход гербицида. Создано несколько видов машин «фитильного» типа, у которых рабочими органами являются шнуры-веревки, покрытые губчатым материалом. Пропитанные гербицидом веревки, валики или по-

лосы скользят по поверхности сорняков, смачивая их. Важное преимущество этих устройств перед опрыскивателями состоит в полном отсутствии сноса препарата на другие участки [5].

Машины «фитильного» типа с веревочными рабочими органами широко применяются для внесения глифосата. Во Франции этот метод борьбы с сорняками используется для обработки посевов сахарной свеклы и лугов глифосатом в концентрации 10-50%.

Валиковая гербицидная машина имеет горизонтально расположенный цилиндр длиной от 3 до 9 м и диаметром 20—25 см, покрытый нейлоновым материалом с абсорбирующей подушкой или ковровой тканью толщиной 1,25 см. Цилиндр во время работы вращается с разной скоростью. С помощью центробежного насоса гербицид через фильтр подается из основного резервуара на абсорбирующее покрытие цилиндра по трубопроводу, который расположен над цилиндром и имеет небольшие отверстия. В последних моделях машины установлены электронные устройства для поддержания оптимальной влажности абсорбирующего покрытия.

В новейших конструкциях машин для контактного

нанесения гербицидов предусмотрены устройства, копирующие неровности поверхности участка, что позволяет более тщательно обрабатывать сорняки.

При приготовлении рабочих жидкостей или различных баковых смесей важно учитывать количественное соотношение в баках компонентов, их совместимость, необходимость постоянного перемешивания для поддержания одинаковой концентрации, использование неизрасходованных остатков рабочих жидкостей, дозировку препаратов при неполной загрузке баков и другие факторы. Технология значительно упрощается при применении опрыскивателей с прямым инжектированием. В таких системах гербициды не поступают в бак опрыскивателя, а из специальных резервуаров вводятся в трубопровод непосредственно перед распыливающими органами в нужной дозе с помощью специальных дозирующих насосов [4].

Преимуществами опрыскивателей, работающих по принципу раздельной подачи гербицидов и воды в трубопровод, являются возможность проведения локальных обработок разными препаратами за один проход, увеличение точности обработки за счет введения строго отме-

ренных количеств гербицидов, повышение безопасности работы обслуживающего персонала.

Гнездовое внесение гербицидов применяется на пропашных культурах при их посеве сеялками точного высева семян путем обработки гербицидами только зоны размещения растения. Гнездовое внесение осуществляется опрыскивателями пульсирующего типа. При внесении гербицидов во время междурядных обработок опрыскивающее устройство крепят на раме культиватора так, чтобы опрыскивать сорняки под пологом культуры, предотвращая попадание рабочего раствора на чувствительные органы выращиваемых растений.

В современной системе защиты сельскохозяйственных культур от сорных растений широкое распространение получило применение гербицидов в форме гранул. Гранулированные гербициды при правильном их внесении имеют более длительный период токсического действия. Кроме того, они обеспечивают более стабильную концентрацию препарата в почве, так как гранулы менее растворимы, что препятствует созданию избыточной концентрации гербицидов. При внесении гранулированных гербицидов значительно сни-

жается их снос ветром. Гранулированные препараты более удобны при хранении и применении. Средства механизации для применения гранулированных гербицидов проще и менее металлоемки, чем опрыскиватели.

Для сплошного внесения гранулированных гербицидов можно использовать навесной разбрасыватель НРУ-0,5, равномерность разбрасывания которого по ширине захвата составляет 55,4-84,3%; на небольших участках — навесную сеялку СТН-2,8, на больших площадях — авиационную технику.

В США гербициды, производные тиокарбаматов, и их смеси с другими гербицидами вносят вместе с гранулированными удобрениями. Для этого на удобрения наносят соответствующие гербициды в закрытых роторных мешалках барабанного типа, учитывая при этом адсорбирующую способность обоих компонентов. В случае недостаточной адсорбирующей способности удобрений используют адсорбирующие добавки. Обработанные гербицидом удобрения применяют сразу после приготовления, заполненные ими контейнеры герметично закрывают для предотвращения улетучивания гербицидов.

В штате Иллинойс (США) разрабатывается способ внесения производных тиокарба-

матов (эрадикан экстра) одновременно с безводным аммиаком с помощью приспособления, обеспечивающего раздельное дозирование аммиака и гербицида [10].

В борьбе с древесно-кустарниковой растительностью с помощью гербицидов, в частности пиклорама, предложено использовать метод инъекции раствора препарата в ствол. Для обработки сорняков в приствольных кругах и междурядьях в США сконструирован опрыскиватель с плавающей штангой и расположенным впереди нее катком. Каток прижимает сорняки к земле, что позволяет ограничиться подъемом штанги до 25 см, т. е. исключаются попадание раствора на ветви, снос препарата и повреждение плодовых деревьев.

Опрыскиватели прерывистого действия используют для борьбы с сорняками, превышающими по высоте культурные растения. Работа опрыскивателя контролируется электронным устройством с пульсирующим лучом света. Опрыскиватель включается, когда сорняки прерывают луч света, и работает при скорости движения 6,4—12,8 км/ч в зависимости от плотности засорения. Благодаря кратковременности обработки расход гербицидов снижается на 75%.

Наряду с известными способами внесения гербицидов в условиях орошения весьма перспективным является их внесение одновременно с поливом. Такой способ получил название гербигации. При гербигации заметно повышается производительность труда и обеспечивается лучшее распределение гербицида по обрабатываемой поверхности. В этом случае гербициды вносят с поливной водой по бороздам (напуском по полосам) или при дождевании.

Первый способ применим лишь на хорошо выровненных полях, где гарантируется равномерное распределение воды и вносимого с ней гербицида по площади поля. Гербицид в поливную воду поступает из емкости через сменную дозирующую шайбу с калиброванным проходным отверстием в виде капли, самотеком или под давлением. Расход гербицида рассчитывается по формуле:  $r = H \cdot \Pi / B$ , где  $r$  — расход гербицида, л/ч;  $H$  — норма расхода гербицида, л/га;  $\Pi$  — площадь участка, га;  $B$  — время затопления участка, ч. Во время гербигации периодически контролируются интенсивность подачи гербицида в поливную воду и скорость тока воды.

В практике зарубежного земледелия положительные

результаты при капельном методе внесения гербицида получены на рисе при поливе по полосам; на хлопчатнике, кукурузе, сахарной свекле — при поливе по бороздам.

Высокая эффективность достигается при внесении гербицидов в условиях орошения с использованием дождевальных машин «Кубань», «Фрегат» и др. Гербицид или заранее приготовленная рабочая жидкость вводятся в поливную воду через всасывающую магистраль центробежного насоса дождевальной машины или путем впрыска в нагнетательную магистраль. В первом случае можно использовать устройства, применяемые для капельного метода, во втором — опрыскиватель или насосную установку [3].

Расход гербицида, поступающего в поливную воду для стационарных машин, определяется по формуле  $r = \frac{C \cdot \Pi}{H}$ , где  $r$  — расход гербицида, л/ч;  $C$  — рабочая скорость движения дождевального агрегата, км/ч;  $\Pi$  — ширина захвата дождевального агрегата, м;  $H$  — норма расхода гербицида, л/га.

При дождевании гербицид распределяется по ширине захвата агрегата менее равномерно, чем при традиционном методе внесения гербицидов штанговыми опрыски-



вателями. Применение гербицидов с поливной водой допускается только при наличии эколого-токсикологических данных об избирательности препарата к культуре и об опасности загрязнения им почвы и воды. С учетом токсикологических параметров Всесоюзное научно-производственное объединение «Радуга» разрабатывает для хозяйств рекомендации по внесению с поливной водой методом дождевания дождевальными машинами «Фрегат» и «Кубань» различных гербицидов, в частности, на посевах кукурузы — эрадикан 6,7Е, лассо + атразин, примэктра, сутан плюс 6,7Е; на посевах сои — трефлан, нитран, стомп; на посевах подсолнечника — трефлан, нитран, девринол, эптам 6Е и 7Е; на посевах сахарной свеклы — эптам 6Е и 7Е; на посевах кормовой и сахарной свеклы — дуал; на посевах люцерны — эптам 6Е и 7Е; на посевах пшеницы и ячменя — триаллат; на посевах картофеля — прометрин, зенкор; на посевах томатов — девринол.

Гербигация применяется на полях с уровнем грунтовых вод не менее 1,6 м, оптимальные поливные нормы на легких по механическому составу почвах 125-175 М<sup>3</sup>/га, на средних — 175—225 и на тяжелых — 200 — 250 м<sup>3</sup>/га. Меньшие нормы гербицида

рекомендуются для почв с низким содержанием гумуса.

При выращивании культур на орошаемых землях целесообразно после применения почвенных гербицидов в годы с сухой весной при сухой погоде в течение 10 дней и более после обработки проводить увлажнительные поливы небольшими объемами воды с целью вымывания гербицида в верхний (0-5 см) слой почвы, ускорения прорастания сорняков и повышения активности гербицидов.

Таким образом, совершенствование современных технологий применения гербицидов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия с целью усиления их экологической и агроландшафтной направленности представляет важную научную проблему, решение которой позволит заметно повысить агроэкологическую эффективность интегрированной системы защиты растений.

При разработке адекватных систем управления сорным компонентом агрофитоценозов, технологии и способы применения гербицидов должны подбираться применительно не только к региону, но и к району, хозяйству (в том числе фермерскому или крестьянскому), а в отдельных случаях и к конкретному обрабатываемому полю (участку).

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабаев Ш. М., Тагиев А. Д.* Устройство для регулирования расхода рабочей жидкости. — Защита растений, 1996, № 12, с. 22. —
2. *Бескорвайный Н. А., Гусева А. А.* Из опыта авиационного опрыскивания. — Защита растений, 1997, № 4, с. 21. —
3. *Белецкий И. Н.* Технология применения гербицидов. Л.: Агропромиздат, 1989. —
4. *Захаренко А. В.* Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия. М.: Изд. МСХА. 2000. — 466 с.
5. *Лунев М. И.* Пестициды и охрана агрофитоценозов. М.: Колос, 1992. —
6. *Лысое А. К.* Для совершенствования технологии опрыскивания. — Защита растений, 1997, № 9, с. 34-36. —
7. *Никитин Н. В.* Технология внесения гербицидов. — В сб.: Рекомендации по региональному применению гербицидов в Российской Федерации. — М.: РАСХН, 1998, с. 26-41.
8. *Словков М. И.* Экологическая эффективность применения авиации в сельском хозяйстве. М.: Транспорт, 1985. —
9. *Сушко И. И., Барыш Е. А.* Новые вентиляторные опрыскиватели. — Защита растений, 1998, № 12, с. 32-33. —
10. *Wick G.* Weed control in conservation tillage systems. Illinois, 1985, p. 77-92.

*Статья поступила  
5 сентября 2000 г.*

## SUMMARY

Description of modern technical facilities and technologies of applying herbicides in farming system is presented. Promising trends in improving technologies of crop protection from weeds in using chemical method and ways of increasing its agrotechnical efficiency are considered.