

# НОВОМУ ПОКОЛЕНИЮ ПЕСТИЦИДОВ - НОВУЮ ТЕХНОЛОГИЮ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

**Ю.Я. Спиридонов, Н.В. Никитин, М.С. Раскин, В.А. Абубикеров, Всероссийский НИИ фитопатологии**

Анализ тенденций развития и совершенствования способов ведения современного сельского хозяйства показывает, что повышение урожайности сельскохозяйственных культур во многом определяется уровнем его химизации. По мере роста урожайности роль пестицидов возрастает, поэтому все более остро встает вопрос об их рациональном научно обоснованном использовании. Необходимы интенсивные исследования как в области изыскания пестицидов с высоким уровнем физиологической и экологической избирательности, так и совершенствования стратегии и культуры их применения. В противном случае в условиях возрастающей критики химического метода и ухудшающейся экологической ситуации отрицательные аспекты последствий применения пестицидов могут превалировать над положительным.

Эффективность использования пестицидов зависит от многих факторов — химической природы действующего вещества, препаративной формы, дозы, сроков и технологии применения, погодных условий и т.п.

Сложилось так, что самым слабым звеном в этой цепи была и остается технология применения, от которой зависят эффективность препарата, возможность загрязнения окружающей среды, условия труда обслуживающего персонала.

В настоящее время за рубежом и в нашей стране пестициды преимущественно вносят штанговыми тракторными опрыскивателями с щелевыми распылителями типа Тиджет с нормой расхода рабочей жидкости на посевах полевых культур 100—300 л/га, причем норма расхода современных препаратов составляет 0,1—2 л/га, т.е. в образовавшихся каплях с широким исходным диапазоном размеров (10—600 мкм) содержится более 90% воды, после испарения которой (через 2—4 мин) они уменьшаются в размере в 5 раз и более, поэтому часто только создается иллюзия (иногда опасная) крупно-объемного опрыскивания.

Образовавшиеся в процессе распыления и после испарения воды мелкие капли с первоначальным диаметром 80 мкм и менее, составляющие по массе до 30% общего числа, сносятся ветром за пределы обрабатываемой площади, а вследствие диффузии распространяются практически по всей атмосфере. Кроме того, именно мелкие капли наиболее опасны и для обслуживающего персонала, так как проникают глубоко в дыхательные пути. Крупные капли (диаметром более 300 мкм), составляющие по массе около 20%, малоэффективны в связи с тем, что они плохо удерживаются на листовой поверхности обрабатываемых растений и скатываясь загрязняют почву.

По многочисленным данным специалистов, при обычном сплошном опрыскивании только примерно 30% общего количества внесенного препарата попадает на обрабатываемый объект, а остальная его часть лишь загрязняет окружающую среду. Анализ причин больших потерь препарата показывает, что основной управляемой характеристикой, позволяющей эти потери значительно уменьшить, является фракционный состав капель при распылении рабочей жидкости. К сожалению в реальной практике неизвестен не только спектр размеров, но и средний размер капель. Однако от размера капель зависит степень и равномерность их осаждения на обрабатываемой площади и растениях, удерживаемость, скорость испарения и проникновения препарата в ткани растений. Справедливости ради следует отметить, что штанговые опрыскиватели постоянно совершенствуются. Так, с целью увеличения их производительности снижается норма расхода рабочей жидкости до 50 л/га за счет повышения качества ее распыления, для повышения качества обработки внедряется универсальная компьютерная система контроля и обеспечения стабильности выбранного режима распыления с выводом данных на табло в кабине трактора, для улучшения условий труда используют самоходные опрыскиватели с маркерами и герметичной кабиной, оснащенной кондиционером.

Но главный рабочий орган опрыскивателя — распылитель не удовлетворяет постоянно возрастающим требованиям повышения эффективности применения пестицидов при обязательном снижении опасности для окружающей среды.

Исследования биологической и агротехнической эффективности метода мало- и ультрамалообъемного опрыскивателя (50—10 л/га) были завершены в 70-е годы, и лишь отсутствие серийных штанговых тракторных опрыскивателей помешало широкому внедрению этого метода в практику.

Наряду с известными преимуществами ультрамалообъемного опрыскивания (УМО) оставался их существенный недостаток — снос мелких капель рабочей жидкости, который практически неустраним при использовании гидравлических и пневматических распылителей.

Поэтому основной путь совершенствования технологии применения пестицидов способом опрыскивания — распыление рабочей жидкости на однородные капли оптимального (для каждого конкретного случая) размера, при обработке которыми масса препарата, осевшего на обработанных растениях, достигает максимума. Как уже отмечалось, решить эту проблему усовершенствованием используемых гидравлических и пневматических распылителей не представляется возможным, так как они обеспечивают только полидисперсное распыление с широким спектром размеров капель без возможности отделения фракции мелких.

Для совершенствования существующей технологии мы использовали вращающиеся распылители, применение которых дает возможность подбора оптимального размера однородных капель, при котором они наиболее полно и равномерно осаждаются на обрабатываемом объекте при минимальном сносе ветром.

Во ВНИИФ были разработаны монодисперсные опрыскиватели с вращающимися распылителями, позволяющими в вегетационных и полевых опытах с пестицидами регулировать размер капель рабочей жидкости от 30 до 50 мкм при норме ее расхода от 0,1 до 300 л/га. Опыты, которые мы проводили в течение многих лет с использованием такого оборудования, показали, что рекомендуемые нормы расхода как препаратов, так и рабочей жидкости завышены. Это можно объяснить тем, что до настоящего времени эти нормы определяются и реализуются на практике с использованием несовершенной технологии их применения (гидравлические и пневматические распылители с широким спектром размеров капель), поэтому возможности химического метода (при существующей технологии его применения) реализуются недостаточно, и главная опасность окружающей среде и человеку исходит не столько от пестицидов, сколько от несовершенства технологии их применения.

Анализ большого многолетнего экспериментального материала, полученного во ВНИИФ, а также литературных данных показал, что биологическая и хозяйственная эффективность опрыскивания вегетирующих растений пестицидами зависит от плотности (густоты) покрытия каплями их листовой поверхности и практически не связана (при равной дозе препарата) с нормой расхода рабочей жидкости. В реальных условиях этот показатель определяется при помощи стандартных специальных контрольных подложек и выражается числом капель на единицу обрабатываемой горизонтальной поверхности ( $N$ , шт/м<sup>2</sup>).

При монодисперсном опрыскивании качество обработки удобнее выразить через степень покрытия (Р, %) как суммарную площадь контакта капель с листом или почвой (также на единицу горизонтальной поверхности) от общей площади обработанной:

$$P = 15 \cdot K^2 \cdot \frac{G}{d}, \quad (1)$$

где К — коэффициент растекания капель, осевших на листовой поверхности обрабатываемых растений;

G— норма расхода рабочей жидкости, л/га;

d— диаметр капель, мкм.

В результате обработки большого экспериментального материала по монодисперсному опрыскиванию посевов гербицидами системного действия получены значения  $N \geq 25$  шт/см<sup>2</sup> и  $P = 1,5 \pm 0,25\%$ , при которых обеспечивается максимальная ( $\geq 90\%$ ) эффективность применяемых препаратов. Экспериментальных данных с фунгицидами меньше, но для смесей фунгицидов (системные + контактные) получены значения  $N \geq 40$  шт/см<sup>2</sup> и  $P = 1,5 + 0,5\%$ .

В таблице 1 приведены расчетные значения зависимости нормы расхода жидкости и плотности покрытия в зависимости от диаметра капель при рекомендуемых для практики значениях  $N = 30$  и  $50$  шт/см<sup>2</sup>. Показано, что с уменьшением размера капель плотность покрытия увеличивается, а норма расхода уменьшается, т.е. нанесение мелких капель более эффективно, чем крупных.

Механизм осаждения капель на листьях растений сложен и многообразен, так как под действием самой обрабатываемой растительности может меняться структура турбулентного воздушного потока.

Теоретически и экспериментально установлено, что равномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата опрыскивателя и осаждения на растениях начинает ухудшаться при увеличении диаметра капель свыше 70 мкм, но поведение таких капель зависит от состояния приземного слоя атмосферы, и в реальных условиях (наличие ветра и восходящих воздушных потоков) без принудительного осаждения оно становится неуправляемым.

Во ВНИИФ в течение многих лет велись исследования возможности обработки мелкими (30—50 мкм) каплями вегетиру-ющих растений с использованием сил электростатики для их принудительного осаждения. Согласно полученным результатам и литературным данным ( в том числе опубликованным результатам работы ВИЗР), такую технологию можно считать универсальной и оптимальной для борьбы с болезнями, сорняками, вредителями, но ее разработка пока находится на стадии незавершенных исследований.

Чтобы получить максимальный эффект при минимальном сносе, мы выбрали оптимальный размер капель, равный 150 мкм. При распылении рабочей жидкости на капли такого размера для внесения гербицидов достаточно нормы ее расхода 5 л/га и для фунгицидов — 10 л/га.

Показанная нами в многолетних опытах возможность снижения нормы расхода рабочей жидкости до 3—10 л/га (без снижения эффективности) позволяет применять вращающиеся распылители, работающие на монодисперсных режимах распыления, не только для научных исследований, но и в производственных условиях при использовании наземных штанговых опрыскивателей. На этих режимах обеспечивается распыление рабочей жидкости на однородные капли требуемого размера и полное отделение из образующегося спектра подверженных сносу мелких ( $d < 50$  мкм) капель, причем все параметры процесса поддаются разработанному нами расчету. Появляется возможность подбора такого размера капель, при котором они наиболее полно и равномерно осаждаются на обрабатываемых объектах и минимально сносятся ветром.

**Таблица 1. Зависимость нормы расхода рабочей жидкости и плотности покрытия от диаметра капель при рекомендуемой густоте покрытия (N)**

Показатели	Диаметр капель d, мкм						
	60	80	100	150	200	300	400
<b>N = 30 шт/см<sup>2</sup> (внесение гербицидов)</b>							
Норма расхода жидкости, л/га	0,4	0,8	1,6	5,3	12,5	42,4	100
Плотность покрытия, P, %	0,22	0,34	0,54	1,2	2,1	4,8	8,5
<b>N = 50 шт/см<sup>2</sup> (внесение фунгицидов)</b>							
Норма расхода жидкости, л/га	0,6	1,3	2,6	8,8	21	7,7	167
Плотность покрытия, P, %	0,33	0,55	0,88	2	3,5	10	14

Во ВНИИФ были разработаны и изготовлены опытные образцы двух моделей монодисперсных штанговых тракторных опрыскивателей с вращающимися распылителями, обеспечивающими распыление жидкости на однородные капли диаметром 150 мкм и отделение из образующегося спектра мелких, диаметром до 50 мкм, капель. Такие опрыскиватели были испытаны нами в течение многих лет в зонах засушливого земледелия (Волгоградская и Херсонская области), а также в Московской области в производственных условиях с использованием специальных форм гербицидов для УМО (Сангор, Фенфиз, Дифезан, Раундап) с нормой расхода рабочей жидкости 3—6 л/га. Фунгициды (12,5%-ная суспензия Арце-рида в 30%-ном водном растворе мочевины) применяли с нормой расхода рабочей жидкости 10 л/га. Во всех опытах эталоном было опрыскивание с рекомендуемой нормой расхода рабочей жидкости 200—300 л/га. Полученные результаты опубликованы в печати и вошли в рекомендации по каждому из вышеназванных пестицидов.

За счет качественного распыления рабочих жидкостей эффективность монодисперсного УМО даже при снижении рекомендуемых норм расхода используемых нами препаратов в 1,5—2 раза не уступала, а в ряде случаев превосходила традиционное опрыскивание.

В таблице 2 приведено сравнение спектров размеров капель, образуемых щелевым распылителем Тиджет, взятым за эталон, и вращающимся распылителем с отделением мелких капель, установленным на используемом в наших опытах монодисперсном штанговом опрыскивателе.

Вращающиеся распылители с отделением мелких капель дороже и сложнее в изготовлении и эксплуатации, однако никакая экономия не может покрыть ущерб, который наносится пестицидами при неправильном их применении природе и здоровью людей.

Высокая эффективность УМО отмечается и в зарубежной литературе, однако зарубежные конструкции распылителей для УМО не обеспечивают

из образующегося спектра отделение мелких капель.

Метод монодисперсного УМО представляет особенно большой интерес при дождевом применении почвенных гербицидов, где опасность сноса препарата выше. Проведенные нами в последние годы исследования показали, что для выбора оптимальной нормы расхода рабочей жидкости в зависимости от размера капель надо в формуле (1) взять значение  $K = 50$  при  $P = 100\%$ . Оптимальный размер капель можно увеличить до 250—300 мкм, и тогда даже для капель диаметром 400 мкм норма расхода рабочей жидкости составит всего 2 л/га, т.е. во многих случаях можно использовать гербициды без дополнительного разбавления их водой.

Конструкция опрыскивателя (схема), рекомендуемая нами для внедрения (жидкость перистальтическим насосом по шлангам с внутренним диаметром 5 мм подается на вращающиеся с частотой 4000 мин<sup>-1</sup> распылители), наиболее полно удовлетворяет требованиям и для внесения биопрепаратов (суспензии из спор грибов), так как их жизнеспособность (согласно литературным данным) при таком способе опрыскивания выше, чем при использовании гидравлических и пневматических распылителей. Кроме того, такой опрыскиватель может заинтересовать фермеров с целью локальной обработки небольших площадей, где особенно опасен снос пестицидов на соседний участок.

Монодисперсное УМО удовлетворяет требованиям совершенствования средств защиты растений в сторону получения высокоэффективных, малотоксичных и быстро разлагающихся препаратов с низкими нормами расхода.

Нами был разработан ручной УМО, который удобен для огородников и дачников. За рубежом такие опрыскиватели широко применяются, а у нас их серийный выпуск пока не налажен, хотя и было несколько таких попыток.

В настоящее время гербицид Раундап компании Монсанто широко применяется как на больших площадях в колхозах и совхозах, так и на фермерских и дачных участках. Применение без разбавления водой его препаративной формы способом монодисперсного УМО позволит снизить примерно в 2 раза рекомендуемые нормы расхода. В последние годы учеными этой фирмы получены трансгенные сорта сои, хлопчатника, кукурузы и других культур, устойчивые к гербициду Раундап, поэтому рекомендуемый способ применения данного препарата может быть особенно перспективным.

Монодисперсное УМО с нормой расхода рабочей жидкости 3—10 л/га можно считать решенным только для штангового тракторного опрыскивателя. Во ВНИИФ много лет велись также исследования по разработке монодисперсных распылителей для установки на мотоделтаплане, но, к сожалению, эти работы прекращены, хотя необходимые условия для их окончания еще имеются (действующий стенд, имитирующий обдувающий распылитель воздушный поток, и устройство для измерения создаваемого им спектра размеров капель). ХХI

**Таблица 2. Сравнение спектров размеров капель, создаваемых распылителями Тиджет 110015 ( $P=0,35$  МПа,  $Q=0,5$  л/мин) и вращающимся монодисперсным для штангового УМО ( $Q=4,2 \cdot 10^2$  л/мин)**

Диапазон диаметра капель, мкм	Тиджет		Вращающийся	
	Число, шт.	Удельный вес, %	Число, шт.	Удельный вес, %
7-20	1359	0,13	0	0
21-35	1049	0,72	0	0
36-50	677	1,63	0	0
51-63	401	2,33	79	0,99
64-90	566	8,31	535	16,96
91-119	256	9,48	384	24,75
120-140	138	9,66	141	16,08
141-180	93	12,63	287	38,21
181-220	56	15,33	7	3,03
221-280	35	17,74	0	0
281-340	21	19,73	0	0
341-420	1	2,28	0	0

