

УДК.631.3

UDC.631.3

**ПЕРСПЕКТИВЫ УХОДА ЗА ПОЛЕВЫМИ  
СЕЛЬХОЗКУЛЬТУРАМИ ПРИ  
ОПРЫСКИВАНИИ****THE PERSPECTIVES OF FIELD CROPS CARE  
WHEN SPRAYING**

Таран Александр Дмитриевич  
к.т.н., доцент  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

Taran Alexandr Dmitrievich  
Cand.Tech.Sci., associate professor  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Обоснована эффективность ультра-малообъемного  
опрыскивания (УМО) полевых культур и  
представлен высокопроизводительный комплекс  
машин

The efficiency of an ultra-low-volume spraying (ULV)  
of field crops was substantiated; we have also  
presented high performance complex machines

Ключевые слова: УМО, РАСПЫЛИТЕЛЬ,  
ЭЖЕКЦИЯ, ОПРЫСКИВАТЕЛЬ, КАЧЕСТВО,  
СЕЛЬХОЗВРЕДИТЕЛИ

Keywords: ULV, SPRAYERS, EJECTION,  
SPRAYERS, QUALITY, PESTS

**Введение**

Значительное место в сохранении и повышении урожая сельскохозяйственных культур занимает уход за ними и главным образом защита от сорняков, болезней и вредителей. Эта технологическая операция выполняется полевыми опрыскивателями. Известно, что обычное полнообъемное опрыскивание полевых культур в настоящее время является основным методом химической защиты растений. Главное его преимущество перед другими методами защиты растений состоит в высокой эффективности и возможности полной механизации всех операций технологического процесса по защите растений. Существующая технология опрыскивания отличается высокими затратами, в связи с чем ее совершенствование является актуальной задачей. Основным направлением совершенствования химической защиты полевых культур остается снижение нормы расхода раствора препарата на единицу обрабатываемой площади за счет применения ультрамалообъемного опрыскивания. На необходимость разработки надежной технологической схемы распылителей [1-4], обеспечивающих продолжительную и качественную

работу агрегата с минимальными простоями и отсутствием непроизводительных потерь раствора ядохимиката.

### **Основная часть**

Большой интерес для ухода за сельхозкультурами методом малообъемного опрыскивания представляют машины «Туман», разработанные ООО «Пегас-АГРО».

Компания «Пегас-АГРО» работает на рынке с 1997 года и является надежным поставщиком самоходных опрыскивателей – разбрасывателей «Туман-1» и «Туман-2». Машина по сравнению с аналогами имеет небольшой вес и удачные эксплуатационные характеристики.

«Туман-1» имеет следующие технические характеристики: производительность до 60 га/ч; рабочая скорость до 40 км/ч; ширина захвата 20 м; расход рабочей жидкости 10-180 л/га; давление на почву 0,1 кг/см<sup>2</sup>.

«Туман-2» обеспечивает производительность до 80 га/ч; рабочую скорость до 35 км/ч; ширина захвата 28 м; расход рабочей жидкости 20-300 л/га; давление на почву 0,15 г/см<sup>2</sup>. Машины «Туман-1» и «Туман-2» монтируются на самоходном автомобильном шасси, укомплектованном шинами сверхнизкого давления или узкими пропашными шинами, что позволяет эффективно обрабатывать растения против любых видов вредителей, не нанося урона посевам. Шины низкого давления позволяют работать машине по тонкой ледяной корке на подкормке озимых и по грязи, не оставляя колеи, не приминая растения, легко преодолевают неровности ландшафта, что позволяет зайти в поле в среднем на две недели раньше другой техники.

Существенным преимуществом техники «Туман» является ее комплектация дополнительным оборудованием, увеличивающим клиренс при работе на междурядных культивациях даже в высокой фазе растений.

Таким образом, можно выделить следующие преимущества машин «Туман»:

- выполнение работ в кратчайшие агротехнические сроки;
- расширенная область применения (за счет сменной комплектации) – работает как опрыскиватель и разбрасыватель;
- работает по междурядке и выполняет краевую обработку поля;
- одна машина заменяет 3-4 прицепных опрыскивателя и разбрасывателя;
- не требует наличия свободного трактора;
- высокая производительность (опрыскивает 500-700 га за смену, разбрасывает удобрения 250-400 га за смену);
- наличие спутниковой системы навигации (позволяет работать днем и ночью);
- выполняет агротехнические работы в сложных метеусловиях;
- высокое качество обработки;
- быстрая заправка химпрепаратами;
- низкий расход топлива (в 8 раз ниже, чем у трактора);
- низкая стоимость позволяет окупить машину за 1-1,5 сезона;
- комфорт и безопасность;
- простая в обслуживании и надежная конструкция;
- доступность запасных частей.

Холдинг включает 9 хозяйств в Самарской области и Оренбургской областях, обрабатывающих 100000 гектаров. Работают на «Туманах» с 2001 года.

Приобрели пять машин. На каждой машине работает по одному человеку, в интенсивный сезон обработки – круглосуточно по двое. Средняя выработка за сезон – по 15000 га. Опрыскиватели окупили за половину сезона. Работают евро-лайтнингом и гербицидами сплошного действия по озимой и яровой пшенице, ячменю, льну, просу, кукурузе, подсолнечнику. Проводят десикацию нута, льна, фунгицидную обработку озимых осенью.

Качество и эффект от обработки малообъемным опрыскиванием на «Тумане» с расходом 20 л/га не уступает обработке прицепным опрыскивателем с расходом 200 л/га. Все хозяйства хотят работать только «Туманом»: производительность больше в несколько раз, поломки намного реже, быстрый и легкий перегон, нет проблем с ремонтом и поставкой запчастей.

Осенью прошлого года узнали об агрегате «Туман-2», который позволяет в базовой комплектации выполнять сразу несколько операций по внесению удобрений минеральных, жидких и гербицидов. «Туман-2» обработал за прошлый год 15 тысяч гектаров земли. Этот агрегат заменил четыре прицепных опрыскивателя. Для проведения этих работ, потребовалось три механизатора, вместо десяти.

Коллектив предприятия «Пегас-Агро» создал комплексный агрегат, дешевый, по сравнению с зарубежными аналогами, надежный и экономичный.

На рисунке 1 «Туман-1» подкармливает посеы озимых, а на рисунке 2 – опрыскиватель.



Рисунок 1 – «Туман-1» на подкормке озимых



Рисунок 2 – «Туман-2» с опрыскивателем

При опрыскивании посевов «Туманом» норма расхода рабочей жидкости определяется, как и при обычной настройке опрыскивателя:

$$q = \frac{B_p * V_p * H}{600 * n} \quad (1)$$

где  $q$  – расход рабочей жидкости одним распылителем при заданном давлении, л/мин;

$B_p$  – рабочая ширина захвата штанги опрыскивателя, м;

$V_p$  – рабочая скорость движения машины, км/ч;

$N$  – заданная норма расхода рабочей жидкости, л/га;

$n$  – число распылителей на штанге, шт.

Таким образом, зная расход рабочей жидкости одним распылителем за минуту, можно увязать все параметры опрыскивателя и режим его работы для качественной обработки посевов.

В Кубанском ГАУ разработано много конструкций малообъемных распылителей [1-4].

В опрыскивателе [1] использованы эжекционно-щелевые распылители для ультрамалообъемного опрыскивания полевых культур. Особенность конструкции распылителя заключается в наличие турбодиффузора, создающего кругообразную струю распыливаемой жидкости, что повышает полноту покрытия растений каплями. Также высокую надежность обеспечивает опрыскиватель [2], создающий направленный факел распыла и позволяет экономить раствор рабочей жидкости при отключении подачи раствора на поворотной полосе и остановках.

Перспективно применение ультрамалообъемных распылителей в протравливателях семян для обработки их защитно-стимулирующими веществами [3]. Распылители установлены в камере протравливания по касательной к окружности камеры и обеспечивают полноту протравливания семян не ниже 98 % [3].

Высокую эффективность в полевых опытах на уходе за озимыми сельхозкультурами показали ротационные дисковые распылители [4]. Мелкокапельное нанесение препарата на объект обработки предлагаемой конструкцией дает высокий эффект как против болезней растений, так и против сельхозвредителей и сорняков [4]. При ультрамалообъемном опрыскивании доказано еще одно преимущество: экономия пестицидов на 30-50 % [4].

В работе КубГАУ [5] проектирование производственных процессов рассмотрено с позиций оптимизации совокупных затрат энергии, которое определяют выбор лучшего варианта. Предлагаемый критерий учитывает не только энергоёмкость процесса, но и затраты энергии на изготовление и ремонт оборудования [5].

С помощью того же критерия оптимизации [5] обосновано преимущество нового, предложенного Кубанским ГАУ способа уборки зерновых культур [6]. Этот способ отличается совмещением операций уборки зерновых колосовых культур [6] методом очеса зерна на корню с одновременным опрыскиванием очесанного стеблестоя раствором азотных удобрений и лушением стерни, прицепленной к комбайну дисковой бороной. Доказана эффективность нового способа.

Эффективное внедрение предложенного способа [6] можно обеспечить строгим соблюдением агротехнических сроков выполнения работ, которые строго выполняют машинно-технологические станции (МТС) [7]. В последней работе [7] справедливо отмечается, что МТС эффективна, когда она является партнером сельхозтоваропроизводителей со слабым техническим оснащением и помогает им получить более высокую прибыль. МТС как арендатор пашни менее эффективна, в чем все убедились на примере Лабинской МТС Краснодарского края [7]. В МТС лучше используется техника, на высоком уровне организовано хранение и использование энергоносителей [8], их учет, экономия, восстановление.

Для обоснования параметров рабочего органа и режимов его работы [4] было применено планирование эксперимента. Интервалы варьирования факторов и их значения в натуральном масштабе указаны в таблице, где  $X_1$  – частота вращения дискового распылителя (об/мин),  $X_2$  – расход подаваемой жидкости (мл/мин).

Таблица – Уровни варьирования факторов

ФАКТОРЫ	X1	X2
Основной уровень ( $x_{i0}$ )	6000	250
Интервалы варьирования ( $x_i$ )	2500	135
Верхний уровень ( $x_i=+1$ )	8500	385
Нижний уровень ( $x_i=-1$ )	3500	115
Звездная точка $+a(x_i=+1.414)$	9525	440.4
Звездная точка $-a(x_i=-1.414)$	2475	59.7

При анализе опытов по плотности покрытия на 1 см<sup>2</sup> получено уравнение регрессии второго порядка, описывающее рабочий процесс (2):

$$Y=92.7 + 150.51x_1 - 98.24x_2 - 176x_1x_2 + 87.58x_1^2 + 20.43x_2^2, \quad (2)$$

где  $x_1$  – натуральные значения частоты вращения диска;

$x_2$  – натуральное значение расхода подаваемо жидкости.

Анализ уравнения (2) произведен графическим способом. Установлено, что доверительный интервал изменения плотности покрытия объекта находится в пределах значимости. Закономерности изменения плотности покрытия объекта от изменения частоты вращения диска и расхода жидкости наглядно показывают, что с увеличением  $X_1$  и неизменном  $X_2$  плотность покрытия возрастает, и наоборот, при постоянном  $X_1$  с увеличением  $X_2$  она снижается.

Неравномерность распределения жидкости по ширине захвата рабочего органа составляет 29.7 %, что лучше агротребований на 10.3 %.

Степень осаждения распыленных капель на объект обработки определяется по рекомендации Веретенникова Ю. Н. и Чугунова А. И.

$$Q = 0.523 \cdot 10^{-6} \cdot N \cdot D_{cp}^3, \quad (3)$$

где  $Q$  – степень осаждения;

$N$  – количество капель на 1 см<sup>2</sup>;

$D_{cp}$  – средний размер осажденных капель, мкм.

При анализе опытов с опрыскивателем [4] получено уравнение регрессии, которое описывает закономерность изменения осаждения жидкости от частоты вращения и количества поступающей жидкости [4]:

$$Y = 11.74 + 4.9x_1 - 0.74x_2 - 2.43x_1x_2 + 2.4x_1^2 - 1.82x_2^2, \quad (4)$$

Графическим способом проанализировали достоверность полученного уравнения и получили закономерности изменения степени осаждения рабочей жидкости от частоты вращения и расхода жидкости. Наибольший процент осаждения распыленной жидкости получается в интервале от 3500 до 7500 об/мин при расходе жидкости  $9.2 \cdot 10^{-7} - 7.5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$ .

При анализе результатов опытов по дисперсности капель получили уравнение регрессии [4]:

$$Y = 134.8 - 17.2x_1 + 13.14x_2 + 8.75x_1x_2 - 7.27x_2^2, \quad (5)$$

Графическим способом проанализировали достоверность полученного уравнения. В результате получены закономерности изменения дисперсности от расхода жидкости и частоты вращения.

Полевые испытания УМО в НПО «Кубаньзерно» на посевах озимых культур показали его пригодность на внесении гербицидов (гибель сорняков составила 89-97 %), фунгицидов против комплекса листовых болезней (развитие септориоза было снижено на 72.6 %, бурой ржавчины – на 98 %), инсектицидов против личинок пядицы (эффективность 100 %).

При УМО возможно снижение нормы расхода пестицидов на 30-50 %, что способствует экологизации защитных мероприятий и охране окружающей среды.

## Выводы

В результате выполненных исследований предложена новая технологическая схема УМО, включающая резервуар, фильтр, уравнительную емкость, подводящую коммуникацию, ротационные распылители с электромагнитными клапанами в корпусах распылителей и электродвигателями, а также систему контроля за рабочим процессом.

Обоснован оптимальный режим работы ротационного распылителя [5], который обеспечивает выполнение агротребований: частота вращения диска 3500-7500 об/мин при расходе жидкости от  $9.2 \cdot 10^{-7}$  -  $2.2 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/с до  $6.3 \cdot 10^{-6}$  -  $7.5 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/с.

Предлагаемые новые рабочие органы обеспечивают дисперсность капель в интервале 80-180 мкм, плотность покрытия 30-150 капель на 1 см<sup>2</sup>, неравномерность распределения капель (коэффициент вариации) – 25-30 % и осаждение рабочей жидкости на объект обработки 11.3-26.1 %. Разработаны номограммы для практического применения УМО, с помощью которой увязаны норма расхода раствора рабочей жидкости, минутный расход ее одним распылителем, рабочая скорость движения агрегата, количество распылителей на штанге и рабочая ширина захвата опрыскивателя.

Согласно полученной нами интегральной кривой распределения размеров капель предлагаемым рабочим органом капли размером 100-150 мкм составляют 68,4 %, более 151 мкм – 20,2 %, менее 100 мкм – 11,4 %.

Дальность полета распыливаемых капель на объект обработки зависит от величины абсолютной скорости и высоты (0.4 м) расположения диска от обрабатываемой поверхности. Максимальная величина ширины захвата распылителя при соблюдении агротехнических требований составляет 1,8 м.

Показатели биологической эффективности и величина сохраненного урожая зерна озимых колосовых культур при внедрении технологии УМО с нормой расхода жидкости до 20 л/га не уступали полнообъемному с нормой расхода жидкости 200 л/га. Полевые испытания УМО показали его пригодность на внесении гербицидов (гибель сорняков составила 89-97 %), фунгицидов против комплекса листовых болезней (развитие септориоза было снижено на 72,5 %, бурой ржавчины – на 98 %), инсектицидов против личинок пядицы (эффективность 100 %).

При ультрамалообъемном опрыскивании возможно снижение нормы расхода пестицидов на 30-50 %, что способствует экологизации защитных мероприятий и охране окружающей среды. Однако при использовании гербицидов контактного способа действия (базаграна, бюкрила) уменьшение дозы препарата на 30 % снижает гибель сорняков на 25-30 %; нецелесообразно также снижать норму расхода рабочей жидкости менее 10 л/га при опрыскивании контактными гербицидами.

Усовершенствованная технология на базе новой предлагаемой конструкции штангового УМО обеспечит по сравнению с полнообъемным на базе ОП-2000-2-01, ЗЖВ-3.2 и АПЖ-12 снижение расхода раствора рабочей жидкости в 10 раз, трудовых затрат – в 2,5 раза, приведенных – в 1,9, металлоемкости – в 2,2, расхода топлива – на 16% и энергоемкости – на 14,5%. В сравнении с прототипом (ОМ-320-2) затраты труда снижаются на 11,2%, приведенные – на 12,6, металлоемкость на 12,5 и энергоемкость – на 11%.

При наложении на типичное хозяйство Краснодарского края годовой экономический эффект составит по приведенным затратам 3,9 млн. рублей по сравнению с обработкой УМО (ОМ-320-2) и 23.9 млн. рублей по сравнению с полнообъемным опрыскиванием ОП-2000-2-01.

Результаты исследований рекомендуется использовать при разработке новых и совершенствовании существующих

ультрамалообъемных опрыскивателей, а также в хозяйствах для изготовления и переоборудования существующих (полнообъемных) опрыскивателей.

Оптимальные параметры рабочего органа должны быть следующими: диаметр распыливающего диска – 0.1 м, двигатель типа ДПР мощностью не менее 4 Вт, частота вращения не менее 4000...8000 об/мин.

Применение предлагаемых устройств [1-3, 5] по сравнению с полнообъемным опрыскиванием на уходе за посевами позволит улучшить технико-экономические показатели в 1,9-2,5 раза.

### Список литературы

1. Опрыскиватель / Маслов Г. Г., Борисова С. М., Тирасянко Г. В. Патент на изобретение RUS 2058740.
2. Опрыскиватель ультрамалообъемный / Маслов Г. Г., Борисова С. М., Мечкало А. Л. Патент на изобретение RUS 2227455 от 11.02.2003.
3. Устройство для обработки семян защитно-стимулирующими веществами / Маслов Г. Г., Мечкало А. Л., Борисова С. М., Трубилин Е. И., Богус Ш. Н. Патент на изобретение RUS 2250589 от 31.12.2003.
4. Штанговый малообъемный опрыскиватель для обработки полевых культур / Маслов Г. Г., Цыбулевский В. В., Таран А. Д., Волошин Н. И. Патент на изобретение RUS 2060661.
5. Комплексное проектирование механизированных производственных процессов в растениеводстве / Маслов Г. Г., Дидманидзе О. Н., Цыбулевский В. В. Учебное пособие для студентов сельскохозяйственных высших учебных заведений / Москва, 2006. Сер. Учебник.
6. Способ уборки урожая зерновых культур и утилизации незерновой части урожая и устройство для его осуществления / Маслов Г. Г., Трубилин Е. И., Абаев В. В., Сидоренко С. М. Патент на изобретение RUS 2307498 от 06.02.2006.
7. МТС – партнер сельскохозяйственных товаропроизводителей или арендатор / Маслов Г. Г., Очаренко А. С., Шандыба О. М. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1999. №6. – с. 6.
8. Использование энергоносителей и техники в сельском хозяйстве / Маслов Г. Г. АПК: Экономика, управление. 1997. №5 – с. 59.
9. Таран А. Д. Теория движения частицы на объект обработки при использовании дискового распылителя / А. Д. Таран // Труды КубГАУ. Вып. 348 (376). – Краснодар, КубГАУ, 1995. – с. 118.

### References

1. Opryskivatel' / Maslov G. G., Borisova S. M., Tirasjanko G. V. Patent na izobretenie RUS 2058740.

2. Opryskivatel' ul'tramaloob#emnyj / Maslov G. G., Borisova S. M., Mechkalo A. L. Patent na izobretenie RUS 2227455 ot 11.02.2003.

3. Ustrojstvo dlja obrabotki semjan zashhitno-stimulirujushhimi veshhestvami / Maslov G. G., Mechkalo A. L., Borisova S. M., Trubilin E. I., Bogus Sh. N. Patent na izobretenie RUS 2250589 ot 31.12.2003.

4. Shtangovyy maloob#emnyj opryskivatel' dlja obrabotki polevykh kul'tur / Maslov G. G., Cybulevskij V. V., Taran A. D., Voloshin N. I. Patent na izobretenie RUS 2060661.

5. Kompleksnoe proektirovanie mehanizirovannykh proizvodstvennykh processov v rasteniyevodstve / Maslov G. G., Didmanidze O. N., Cybulevskij V. V. Uchebnoe posobie dlja studentov sel'skohozjajstvennykh vysshih uchebnykh zavedenij / Moskva, 2006. Ser. Uchebnik.

6. Sposob uborki urozhaja zernovykh kul'tur i utilizacii nezernovoj chasti urozhaja i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija / Maslov G. G., Trubilin E. I., Abaev V. V., Sidorenko S. M. Patent na izobretenie RUS 2307498 ot 06.02.2006.

7. MTS – partner sel'skohozjajstvennykh tovaroproizvoditelej ili arendator / Maslov G. G., Ocharenko A. S., Shandyba O. M. Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 1999. №6. – s. 6.

8. Ispol'zovanie jenergonositelej i tehniky v sel'skom hozjajstve / Maslov G. G. APK: Jekonomika, upravlenie. 1997. №5 – s. 59.

9. Taran A. D. Teorija dvizhenija chasticy na ob#ekt obrabotki pri ispol'zovanii diskovogo raspylitelja / A. D. Taran // Trudy KubGAU. Vyp. 348 (376). – Krasnodar, KubGAU, 1995. – s. 118.