

УЗБЕКСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ  
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (УзМЭИ)

На правах рукописи

УТЕПОВ Бурхан Бектурсинович

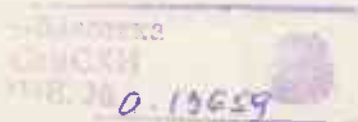
УДК 631. 348 — 45

ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПНЕВМОДИСКОВОГО  
РАСПЫЛИТЕЛЯ МАЛООБЪЕМНОГО  
ХЛОПКОВОГО ОПРЫСКИВАТЕЛЯ

Специальность 05.20.01 — Механизация сельскохозяйственного  
производства

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук



Янгиюль — 1993

Работа выполнена в Узбекском ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства (УзМЭИ)

**Научные руководители:** — доктор технических наук, профессор, академик ВАСХНИЛ, заслуженный деятель науки и техники УзССР

**Рудаков Г. М.**

— доктор технических наук, профессор, академик УзАСХН, заслуженный деятель науки Республики Узбекистан  
**Хаджиев А. Х.**

**Официальные оппоненты:** — доктор технических наук, профессор, академик АН РУз, заслуженный деятель науки Республики Узбекистан  
**Лебедев О. В.**

— кандидат технических наук, доцент **Аширбеков И.**

**Ведущая организация:** — Головное специализированное конструкторское бюро по машинам для хлопководства.

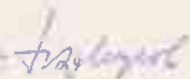
Защита диссертации состоится 29 октября 1993 г. в 13<sup>00</sup> часов на заседании специализированного совета Д 125.01.21 по присуждению ученой степени доктора технических наук Узбекского ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства (УзМЭИ)

Адрес: 702841, Ташкентская область, Янгиюльский район, п/о Гульбахор-1, УзМЭИ

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УзМЭИ.

Автореферат разослан 16 ноября 1993 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета



**С. Н. НАРКУЛОВ**

## А Н Н О Т А Ц И Я

В работе дан аналитический обзор исследований в области механизации химической обработки растений и дефолиации хлопчатника. Приведены результаты ранее проведенных теоретических исследований по определению основных параметров вращающихся дисков распылителей. Изложены теоретические исследования по обоснованию некоторых конструктивных параметров и режимов работы пневмодискового распылителя, влияющих на дисперсность распыляемых капель, а также результаты экспериментальной проверки теоретических предположений в лабораторных и полевых условиях.

Описаны результаты полевых испытаний малообъемного вентиляторного хлопкового опрыскивателя с пневмодисковым распылителем, а также результаты агротехнических опытов по проверке эффективности малообъемного способа опрыскивания, которые показали, что качество обработки посевов хлопчатника отвечает исходным требованиям. Техническая эффективность работы на дефолиации хлопчатника составила более 90% (по АТТ не менее 85%), при этом снизились затраты труда на 20 % и улучшились санитарно-гигиенические условия работы. Экономический эффект от применения малообъемного опрыскивателя на дефолиации хлопчатника составил 20380 рублей в год на одну машину.

Автор защищает:

- технологическую схему малообъемного вентиляторного опрыскивателя с пневмодисковым распылителем;
- основные параметры и режимы работы пневмодискового распылителя.

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Важным звеном в технологическом комплексе по выращиванию хлопчатника является химическая защита его от вредителей и болезней, а также проведение предуборочной дефолиации. Своевременная и качественная дефолиация способствует повышению производительности хлопкоуборочных машин на 10-15%; увеличению объема машинного сбора хлопка сырья до 30%, росту выхода первосортного волокна на 4...5%, снижению засоренности в 1,5...2 раза и ускорению созревания и раскрытия коробочек на 10...15 дней. Обработка хлопчатника на больших площадях (более 1,4 млн. га) и в краткие агротехнические сроки (6-8 дней) не мыслима без высокопроизводительных, надежных и безопасных для окружающей среды технических средств механизации. В связи с

отказом от применения системных (типа бутифос) и переходом к контактным (типа хлорат магния) дефолиантам, требующих более качественной обработки, показатели серийных опрыскивателей ОВХ-2ВА заметно ухудшились. Объясняется это прежде всего тем, что применяемые центробежные и струйные распылители в этих опрыскивателях обеспечивают полидисперсный распыл рабочей жидкости с размером капель от 250 до 400 и более мкм, что приводит к неравномерной обработке как по ширине захвата агрегата, так по высоте обрабатываемых кустов хлопчатника.

Анализ работ в области технологии опрыскивания показал, что одним из путей устранения вышеперечисленных недостатков является применение малообъемного способа опрыскивания (МО) с расходом рабочих растворов до 50 л/га. Сущность МО опрыскивания заключается в эффективном и рациональном использовании рабочей жидкости. При этом важно превратить рабочие растворы в капли оптимальных размеров (80-120 мкм) и нанести их на обрабатываемый объект с достаточной густотой (не менее 20 шт/см<sup>2</sup>) и равномерностью. В качестве рабочих органов на существующих малообъемных опрыскивателях (ОМ-С30, ШХ-12) применяются ротационные распылители, которые выполняются в виде дисков и сетчатых барабанов, вращающихся с различной частотой. С их помощью можно получить высокодисперсные аэрозоли с каплями почти одинакового диаметра при незначительных скоростях подачи жидкости.

Несмотря на перечисленные преимущества, МО опрыскивание не получило распространения при возделывании хлопчатника в связи с отсутствием надежной технологической схемы опрыскивания и рабочего органа, отвечающего агротехническим требованиям и охране окружающей среды. Следовательно, создание высокопроизводительного опрыскивателя и рабочего органа, отвечающего требованиям МО опрыскивания хлопчатника является актуальной задачей.

**Цель работы.** Целью настоящей работы является исследование процесса распыления жидкости гладким вращающимся диском с подачей осебно-бокового воздушного потока и создание рабочего органа обеспечивающий мелкокапельный монодисперсный распыл жидкости.

**Объект исследования.** Пневмодисковый распылитель с приводом от воздушного потока и технологический процесс опрыскивания МО вентиляторного опрыскивателя с пневмодисковым распылителем.

**Методика исследований.** В процессе исследований использован серийный опрыскиватель ОВХ-2ВА, а также макетный образец вращающегося пневмодискового распылителя. В опытах по определению основных параметров и режимов работы пневмодискового распылителя и осевых скорос-

тей воздушного потока вентиляторного опрыскивателя применялось разработанная методика по определению частоты вращения распылителя и использованы приборы для измерения давления и скорости воздушного потока. При измерении дисперсности распыла жидкости применен метод прямых исследований с использованием микроскопа и методика скоростного фотографирования. Мощность затрачиваемая малобъемным опрыскивателем на технологический процесс опрыскивания определялась в лабораторно-полевых условиях методом тензометрирования. Качество обработки посевов хлопчатника и техническая эффективность малобъемного опрыскивателя на дефолиации хлопчатника оценивалась в агротехнических опытах совместно с отделом агротехнической оценки механизированных процессов УзМЭИ. Результаты опытов обрабатывались методами математической статистики, а параметры пневмодискового распылителя оптимизированы с помощью математического планирования эксперимента. Оценка показателей произведена согласно ГОСТ 70.6.1-74 "Испытания сельскохозяйственной техники. Опрыскиватели и оппылители. Программа и методика исследований" и по "Методике вегетационных опытов над хлопчатником".

Научная новизна. Установлены аналитические зависимости для определения дисперсности распыла с подачей серосно-бюксового воздушного потока и влияние пневмодискового распылителя на изменение осевых скоростей воздушного потока вентиляторного опрыскивателя. Обоснованы основные параметры и режимы работы пневмодискового распылителя. Новизна технического решения подтверждена патентом №1792278 от 01/10 1992 года.

Практическая ценность. Предложена технологическая схема МО вентиляторного опрыскивателя с использованием вращающегося дискового распылителя, которая значительно проще по сравнению с применяемыми в настоящее время технологией малобъемного опрыскивания; при этом повышается производительность труда на 10-12%, затраты труда снижаются на 20 % и дает экономический эффект 28330 рублей в год на одну машину (по ценам на I квартал 1992 года). Результаты исследований явились основой для разработки агротехнических требований и технического задания на малобъемный опрыскиватель, а также разработки конструкции опрыскивателя совместно с ГСКБ по машинам для хлопководства.

Апробация работы: Основные положения диссертационной работы доложены на Ученом Совете УзМЭИ в 1988-1992 г.г., на научно-практической конференции "Механизация трудоемких производственных процессов в зоне хлопководства" 1992 г. и на заседании кафедры "Сельскохозяйственные машины" ТИИИМСХ в 1993 году.

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 7 научных работах; в том числе один патент.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований послужили основанием для включения в Систему машин для комплексной механизации растениеводства на 1990-2000 г.г. "опрыскиватель вентиляторный хлопковый" (пат. Р 29.52) и разработки агротехнических требований. Совместно с РСХБ по машинам для хлопководства созданы экспериментальные образцы МЭ опрыскивателя с пневмодисковым распылителем, которые прошли приемочные испытания в Узбекской, Таджикской и Туркменской МЭС и рекомендованы к выпуску опытной партии.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 193 страницах и состоит из введения, четырех глав, выводов и рекомендации, списка литературы (128 наименований) и 8 приложений. Диссертация содержит 11 таблиц и 54 рисунка.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ

В первой главе "Состояние вопроса и задачи исследований" приведены некоторые сведения развития приемов интегрированной защиты растений (в том числе хлопчатника) от вредителей, болезней и предуборочной дефолиации. На основании анализа проведенных исследований дана классификация мер борьбы с вредителями и болезнями, технологии нанесения пестицидов, конструкции опрыскивателей и их рабочих органов, согласно которым задачи борьбы с вредителями и болезнями, а также дефолиации хлопчатника решаются применением предупредительных и истребительных мер, охватывающий широкий круг операций, при помощи которых в значительной степени улучшается качество химической обработки хлопчатника.

По данным исследований Прокопенко С.Ф., Имамалиева А., Ташкулова С.Т., Байрамова К., Велецкого И.Н., Гуцина С.Г., Сохта А.К., Понамарева В.И. и др. одним из путей повышения производительности наземных средств химической обработки хлопчатника, обеспечивающих качественную обработку в агротехнически оптимальные сроки является применение малообъемного способа опрыскивания. Исследованиями способа МЭ опрыскивания хлопчатника в различные годы занимались Прокопенко С.Ф., Имамалиев А., Сохта А.К. и др. В соответствии с их рекомендациями и требованием АТТ на малообъемное опрыскивание, обработка хлопчатника должна вестись с нормой расхода рабочей жидкости до 50 л/га и при этом медианно-массовый диаметр капель должна составит 80-120 мкм.

На основании изучения существующих способов опрыскивания и рабочих органов для его осуществления была выдвинута рабочая гипотеза:

для получения мелкокапельного монодисперсного распыла, обеспечивающего качественную обработку посевов хлопчатника малобъемным опрыскиванием, целесообразно применять вращающийся дисковый распылитель, установленный на выходном сечении сопла вентиляторного опрыскивателя (рис. 1).

Анализ состояния вопроса позволили определить задачи исследований:

-разработать и исследовать технологическую схему малобъемного опрыскивателя;

-исследовать влияние вращающегося дискового распылителя на воздушно-капельный поток вентиляторного опрыскивателя;

-теоретически обосновать влияние основных параметров и режимов работы пневмодискового распылителя на процесс распыления рабочей жидкости;

-проведение экспериментальных исследований по обоснованию основных параметров пневмодискового распылителя;

-определение агротехнических и экономических показателей работы малобъемного опрыскивателя.

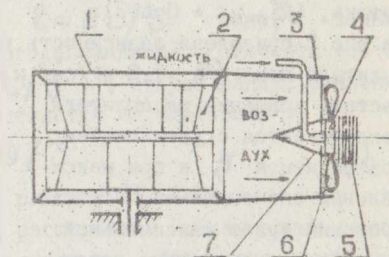


Рис. 1 Технологическая схема вентиляторной установки с вращающимся распылителем: 1-кожух вентилятора; 2-центробежный вентилятор; 3-сопло; 4-дисковый распылитель; 5-гладкий диск; 6-ветроколесо; 7-обтекатель.

Во второй главе "Теоретические исследования" приведены аналитические исследования влияния пневмодискового распылителя на изменение осевых скоростей воздушного потока вентиляторного опрыскивателя, а также результаты теоретических исследований по изучению процесса дробления рабочей жидкости вращающимся распылителем с осебно-боковым воздушным потоком. При проведении теоретических исследований использованы работы ученых Г.Н.Абрамовича, Г.С.Лазарера, Н.С.Лепехина, В.Н.Талирова, Е.Г.Зултан-Шаха, И.П.Масло, В.Ф.Дунского, Е.М.Фатева и др.

Определение основных параметров ветроколеса в зависимости от скорости воздушного потока. Параметры ветроколеса определяются при помощи аэродинамических характеристик, которые показывают как изменяется крутящий момент  $M$  и коэффициент использования энергии воздушного потока  $\epsilon$ . Анализируя крутящий момент ветроколеса  $M$ , момент инерции ветроколеса  $J$  и коэффициента  $\epsilon$ , предложена зависимость

определения частоты вращения пневмодискового распылителя от скорости воздушного потока ( $U$ ).

$$\omega = 2U \left( \frac{\rho_a \xi}{m_i} \right)^{1/3} \quad (1)$$

где:  $\rho_a$  - плотность воздуха, кг/см<sup>3</sup>;  $m_i$  - масса вращающейся части распылителя, кг;  $\xi$  - коэффициент использования энергии воздушного потока, ( $\xi_{max} = 0,593$ ).

На рис.2 приведена зависимость частоты вращения пневмодискового распылителя при  $\rho_a = 1,2$  кг/см<sup>3</sup> и  $m_i = 0,5$  кг. Как видно из графика частота вращения распылителя увеличивается с увеличением коэффициента  $\xi$  и при максимальном его значении частота вращения будет максимальной.

Аэродинамические характеристики ветроколеса зависят от сил вязкости, тормозящих движения воздушного потока характеризующее число Рейнольдса.

$$Re = \frac{v \cdot b_n}{\nu} > Re > 300000$$

где:  $b_n$  - линейный размер крыла;  $\nu$  - кинематический коэффициент вязкости воздуха.

Ранее проведенными исследованиями установлено, что при числах Рейнольдса, превышающих 300000 коэффициенты аэродинамических сил  $C_y$  и  $C_x$  остаются неизменными. Исходя из этого, при нормальных условиях воздушного потока ( $t = 15^\circ$ ,  $\rho_a = 0,125$  кг·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup> и  $\nu = 1,45 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с) линейный размер крыла ( $b_n$  (ширина лопасти) ветроколеса определяется в зависимости от скорости воздушного потока следующим выражением

$$b_n = 4,35 / U, \text{ м.} \quad (2)$$

Как видно из графика (см. рис.2), с увеличением скорости воздушного потока линейный размер крыла уменьшается и по расчетным данным при скорости воздушного потока серийного вентиляторного опрыскивателя  $U = 45 \dots 55$  м/с; ширина лопасти ветроколеса должна составлять  $b_n = 8 \dots 10$  см.

Обеспечение параметров конусообразного спрямляющего элемента (обтекателя). По данным А.К.Мартынова, В.Н.Талиева и др. для плавно-

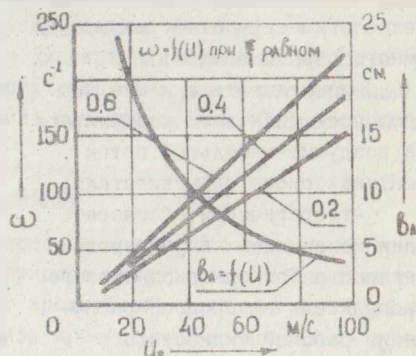


Рис.2 Зависимость частоты вращения и линейного размера крыла от скорости  $U$  воздушного потока.

го изменения осевых скоростей воздушного потока и предотвращения перехода круглого изотермического сечения (каковым является воздушный поток хлопкового опрыскивателя) к кольцеобразному сечению, угол между осью симметрии и осью воздушного потока должен быть менее  $30^\circ$  градусов, т.е.  $\Theta < 30^\circ$ .

Так как воздушный поток до образования устойчивого установившегося движения проходит расстояние  $l = 2L/3$  (где  $L$  - длина насадки, м), то высота конусообразного спрямляющего элемента (обтекателя) должна быть меньше  $l_1 < L/3$ , откуда радиус основания конусообразного обтекателя определяется из выражения

$$r_k < L \operatorname{tg} \Theta / 3 \quad (3)$$

На рис. 4 приведена зависимость радиуса  $r_k$  основания конусообразного обтекателя от угла бокового расширения. По расчетным данным, при  $L = 0,5$  м, максимальный радиус основания обтекателя составляет  $r_k = 9,6$  см, а высота  $l_1 = 16,5$  см.

К исследованию изменения осевых скоростей воздушного потока вентиляторной установки. Влияние пневмодискового распылителя на средне-осевую скорость воздушного потока вентиляторной установки условно можем разделить на 3 основных участка (рис. 3). Изменение осевой скорости в зоне действия обтекателя ( $U_1$ ), потери скорости при прохождении через площадь ометаемую ветроколесом ( $U_2$ ) и изменение средне-осевой скорости на выходном сечении сопла ( $U_{ср}$ ).

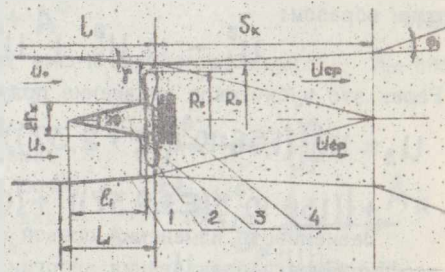


Рис. 3 Схема к расчету скоростей воздушного потока вентиляторной установки.

При прохождении зоны действия обтекателя, воздушный поток имеет осевую скорость, определяемую следующим выражением:

$$U_1 = U_0 R_0^2 / (R_0^2 - r_k^2) \quad (4)$$

где:  $U_0$  - осевая скорость воздушного потока создаваемого вентиляторной установкой, м/с;  $R_0$  - радиус выходного сечения сопла, м.

Увеличение угла бокового расширения  $\Theta$  конусообразного обтекателя (рис. 4) приводит к повышению осевой скорости воздушного потока и при  $R_0 = 0,2$  и  $\Theta = 30^\circ$  она составляет 30% от начальной осевой скорости воздушного потока.

В сечении ометаемом ветроколесом часть воздушного потока резко падает по мере приближения к распылителю и на некотором расстоянии за ним, так как ветрокоесо создает подпор, поэтому скорость воздушного потока за пневмодисковым распылителем определяется следующим выражением:

$$U_3 = U_1 - U_2 \quad (5)$$

С учетом коэффициента использования ветроколесом энергии воздушного потока  $\xi$  выражение (5) можно написать следующим образом:

$$U_3^3 - U_1 U_3^2 + U_1^3 \xi / 4 = 0 \quad (6)$$

Решая это кубическое уравнение получим зависимости  $U_3$  от  $\xi$

$$U_3 = U_1 \left[ \left\{ (1.56 \cdot 10^2 \xi (\xi + 2.37))^{1/2} - (0.125 \xi + 0.037) \right\}^{1/3} + \left\{ (1.56 \cdot 10^2 \xi (\xi + 2.37))^{1/2} + (0.125 \xi + 0.037) \right\}^{1/3} \right] - U_1 / 3 \quad (7)$$

Зависимость изменения осевой скорости за ветроколесом  $U_3$  от коэффициента использования энергии воздушного потока  $\xi$  относительно  $U_0$  приведено на рис. 4. Анализируя зависимость приведена эмпирическая формула для определения средне-осевой скорости воздушного потока за ветроколесом, который имеет вид

$$U_3 = U_0 \sqrt[3]{\xi} \quad (8)$$

Для определения средне-осевой скорости воздушного потока на выходном сечении сопла ( $U_{ср}$ ) рассмотрим массу секундного объема воздушного потока, проходящего через выходное сечение сопла,

$$Q_{ср} = Q_1 + Q_2 \quad (9)$$

Исходя из того, что у существующего серийного опрыскивателя  $R_0 = 0,2$  м при  $\Gamma_{кmax} = 0,096$  м, подставляя значения  $Q_1$  и  $Q_2$  в выражение (9), находим средне-осевую скорость воздушного потока на срезе выходного сечения сопла:

$$U_{ср} = U_0 \left[ 1 - 25 R_0^2 (1 - \sqrt[3]{\xi}) \right] \quad (10)$$

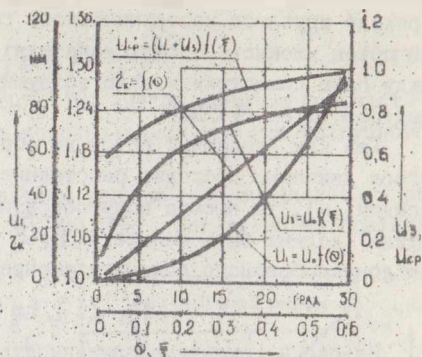


Рис. 4 К определению радиуса основания обтекателя и изменения осевых скоростей воздушного потока.

Как видно из графика (см. рис. 4), при максимальных значениях  $\xi$

$U_{ср}$  приближается к исходной скорости  $U_0$  и колеблется по расчетным данным в пределах  $U_{ср} = (0,8 \dots 1,0) U_0$ . Тогда дальнебойность вентиляторной установки с пневмодисковым распылителем определяется следующим образом:

$$\Delta = 12,4 K U_0 [1 - 25 R_0^2 (1 - \sqrt[3]{\xi})] R_0 / U_{min} \quad (11)$$

где:  $K = 0,80 \dots 0,95$  - коэффициент затухания осевой скорости воздушного потока;  $U_{min} = 6$  м/с - минимальная скорость воздушного потока необходимая для шевеления листьев хлопчатника.

Влияние осебно-бокового воздушного потока на процесс распыления жидкости вращающимся диском. При обдуве диска воздушным потоком на каплю, полученную в результате вращения гладкого диска (рис. 5) действует сила поверхностного натяжения жидкости  $S = \pi d_r \sigma$  центробежная сила  $B = \pi d_r^3 \rho_r \Gamma \omega^2 / 6$  и аэродинамическая сила  $A = \pi d_r^2 \rho_0 U^2 C_x / 8$ . Условия равновесия в этом случае будет:

$$S^2 = B^2 + A^2 \quad (12)$$

Так как аэродинамическая сила  $A$  имеет три составляющих: -  $A_x$  - силу лобового сопротивления,  $A_z$  - силу бокового смещения и  $A_y$  - силу подъема в пространственной системе координат, то допуская, что для получения направленного дробления жидкости важное значение имеет сила лобового сопротивления, то формулу (12) напишем следующим образом:

$$S^2 = B^2 + A_x^2$$

Подставляя значение  $A_x$  в выражение (12) получим:

$$(\pi d_r \sigma)^2 = (\pi d_r^3 \rho_r \Gamma \omega^2 / 6)^2 + (\pi d_r^2 \rho_0 U^2 C_x / 8)^2 \quad (13)$$

Решая это биквадратное уравнение получим

$$d_r = \frac{3 \rho_0 U^2 C_x}{4 \sqrt{2} \rho_r \Gamma \omega^2} \left\{ \left[ 1 + \left( \frac{4 \sqrt{2} \rho_r \Gamma \omega^2}{3 \rho_0 U^2 C_x} \right)^2 \left( \frac{6 \sigma}{\rho_r \Gamma \omega^2} \right)^2 \right]^{1/2} - 1 \right\}^{1/2} \quad (14)$$

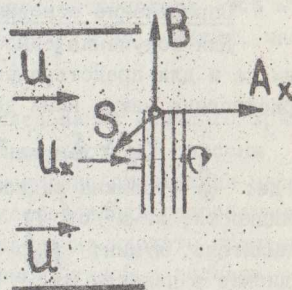


Рис. 5 Схема процесса монодисперсного дробления жидкости вращающимся распылителем.

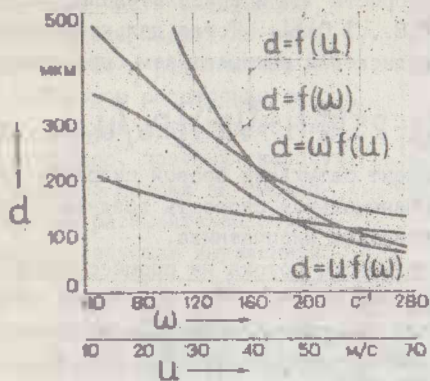


Рис.6 Зависимость диаметра  $d$  каплеи от скорости воздушного потока  $u$  и частоты вращения  $\omega$  распылителя при различных режимах работы.

На рис.6 приведены зависимости диаметра  $d$  каплеи от скорости воздушного потока  $u$  и частоты вращения  $\omega$  пневмодискового распылителя при различных условиях его работы. Как видно из рисунка увеличение частоты вращения при постоянной скорости воздушного потока или наоборот, увеличение скорости воздушного потока при постоянной частоте вращения приводит к уменьшению диаметра распыляемых каплеи. Оптимальное значение диаметра каплеи определяется из соотношения этих параметров.

Определение основных параметров пневмодискового распылителя.

Для получения одностороннего пленочного покрытия на поверхности диска и для предотвращения течения жидкости между смежными дисками расстояние между ними должно быть:

$$\xi_g > \delta_{max} = [3\mu q / (2\pi \rho_j r^2 \omega n)]^{1/3} \quad (15)$$

где:  $\delta$  - толщина жидкостной пленки, мм;  $\mu$  - коэффициент вязкости жидкости, кг·м<sup>2</sup>/с;  $q$  - удельный расход жидкости подаваемый на распылитель, л/мин;  $\rho_j$  - плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $n$  - количество дисков в пакете, шт.

Ширина и количество радиальных каналов определяется из равенства

$$b_p n_p = q / (n u_x \xi_g) \quad (16)$$

где:  $b_p$  - ширина радиального канала, м;  $n_p$  - количество радиальных каналов, шт;  $u_x$  - скорость истечения жидкости, м/с.

Частота вращения пневмодискового распылителя в рабочем режиме определяется из выражения

$$\omega = 2u_i \{ \rho_c \xi / (m_i + m_j) \}^{1/3} \quad (17)$$

где:  $m_j = q \rho_j t$  - секундная масса жидкости подаваемый на распылитель, кг/с.

Формулу (17), выражая через время необходимого для перемещения частицы жидкости от центра до кромки диска  $t$ , напомним в следующем виде:

$$m_i \omega^3 + \rho_m q r^3 \omega^2 / 2a_i^2 = 8U^3 \rho_i \xi \quad (18)$$

Решая это кубическое уравнение получим:

$$\omega = \left[ -\frac{\rho_m q r^3}{6^3 a_i^2 m_i^2} + \frac{2U^3 \rho_i \xi}{m_i} + \left( \frac{\rho_m q r^3}{6^3 a_i^2 m_i^2} - \frac{2^3 U^3 \rho_i^2 \xi^2}{m_i^2} \right)^{1/2} \right]^{1/3} + \left[ -\frac{\rho_m q r^3}{6^3 a_i^2 m_i^2} + \frac{2U^3 \rho_i \xi}{m_i} + \left( \frac{\rho_m q r^3}{6^3 a_i^2 m_i^2} - \frac{2^3 U^3 \rho_i^2 \xi^2}{m_i^2} \right)^{1/2} \right]^{1/3} - \frac{\rho_m q r^3}{60^3 m_i} \quad (19)$$

В результате проведенных теоретических исследований установлено, что для получения монодисперсного распыла жидкости с максимальным допустимым диаметром капель, с учетом требований к монодисперсному распылу при скорости воздушного потока  $U_0 = 40 - 60$  м/с, основные параметры и режимы работы пневмодискового распылителя должны быть следующими: радиус дисков  $r = 65...35$  мм, количество радиальных каналов  $n_p = 21...8$  шт, ширина радиального канала  $b_p = 3...4$  мм, толщина диска  $a = 340...400$  мкм, радиус ветроколеса  $R_b = 14...10$  см, удельный расход жидкости на I диск  $q_i =$  до 1 л/мин, частота вращения распылителя  $\omega = 80...100$  с<sup>-1</sup>.

В третьей главе "Экспериментальные исследования гладкого вращающегося диска с осебно боковой подачей воздушного потока" описаны стенды, приборы, лабораторные установки и методика проведения экспериментальных исследований. Для выполнения исследований разработаны индивидуальный индукционный датчик для определения частоты вращения пневмодискового распылителя как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Выбор и обоснование параметров ветроколеса проводились в лабораторных условиях с использованием ветроколес различных конструкций и в результате исследований установлено, что по коэффициенту использования энергии воздушного потока  $\xi = 0,48$ , обеспечению необходимой частоты вращения  $\omega = 200$  с<sup>-1</sup> и надежности работы (40...60 мото.ч) наилучшие показатели у 4-х лопастного ветроколеса с винтообразной формой лопастей, с углом атаки  $\alpha = 9^\circ$ , радиусом  $R_b = 160$  мм и шириной лопасти  $b_b = 80$  мм.

Определение аэродинамических характеристик вентиляторной установки с пневмодисковым распылителем показало, что с установкой

пневмодискового распылителя на выходном сечении сопла снижается средне-осевая скорость воздушного потока на 12,5%, причем в зоне действия обтекателя она увеличивается (57,05) и резко уменьшается при прохождении площади ометаемой ветроколесом (41,85 м/с), что подтверждает теоретические предпосылки. Исходя из этого следует, что скорость воздушного потока, действующая на процесс каплеобразования находится в пределах  $U = 40 \dots 42$  м/с.

Выбор основных параметров вращающегося пакета дисков. На основе проведенных однофакторных экспериментов и с учетом теоретических исследований определены основные параметры вращающегося пакета дисков: толщина гладкого пленочного диска  $\alpha = 0,32$  мм, расстояние между смежными дисками  $l_d = 0,48$  мм, ширина  $b_p = 4$  мм и высота радиального канала  $h_p = 0,48$  мм.

Экспериментальные исследования рабочего органа МО опрыскивателя проведены с использованием рабочего органа разработанного по результатам исследований совместно с ГСКБ по машинам для хлопководства (рис. 7). Результаты экспериментальных исследований показали (рис. 8), что изменение основных параметров в пределах: радиус диска

$r = 75 \dots 95$  мм; частота вращения  $\omega = 100 \dots 140$  с<sup>-1</sup> и расхода жидкости  $q = 3 \dots 10$  л/мин, обеспечивает необходимую дисперсность капель для малообъемного опрыскивания.

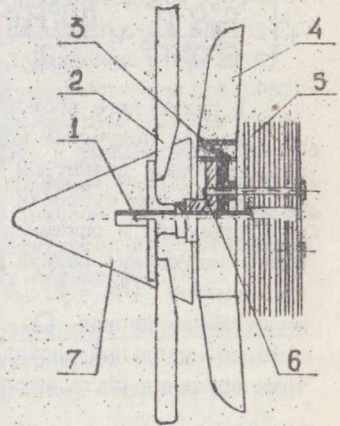


Рис. 7 Пневмодисковый распылитель. 1-ось-штулка; 2-кронштейн крепления; 3-ступица ветроколеса; 4-лопаст ветроколеса; 5-гладкие пленочные диски; 6-основная ступица; 7-обтекатель.

Оптимизация параметров пневмодискового распылителя осуществлялась методом математического планирования эксперимента. Для определения комбинации уровней управляемых факторов, при которых обеспечивается необходимая дисперсность капель ( $\bar{q}$ ), на основании проведенных предварительных экспериментов были выделены наиболее существенные факторы.

$X_1$  - количество радиальных каналов в диске, шт,  $n_p$  ;

$X_2$  - радиус пленочного диска, мм,  $r$  ;

$X_3$  - расход жидкости на один диск, л/мин,  $q_d$

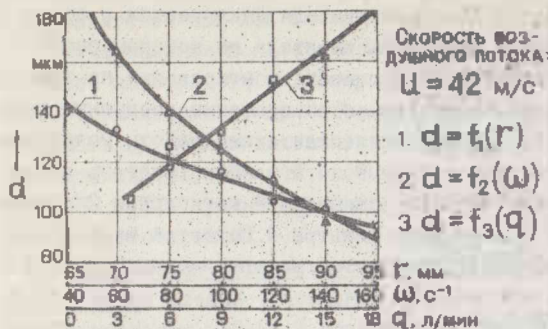


Рис.3 Зависимость диаметра каплей от радиуса диска  $r$ , частоты вращения распылителя  $\omega$  и расхода жидкости  $q$

В результате реализации матрицы планирования по плану "B<sub>3</sub>" получено уравнение регрессии, адекватно описывающее необходимую дисперсность каплей распыленной жидкости:

$$y(\bar{x}, \bar{b}) = 108,917 - 8,5x_1 - 44,367x_2 + 7,867x_3 + 2,667x_1x_2 + 18,717x_1^2 - 4,417x_2x_3 \quad (20)$$

Анализ уравнений (20) показывает, что дисперсность каплей уменьшается с увеличением радиуса диска, количества радиальных каналов и уменьшением расхода жидкости на один диск. В результате обработки экспериментальных данных на ЭВМ "Robotron-1715" получены рациональные значения исследуемых факторов исходя из соответствия размеров диспергируемых каплей исходным требованиям (80...120 мкм), при этом получено: количество радиальных каналов  $N_p = 5$  шт; радиус диска  $r = 80$  мм; удельный расход жидкости  $q_1 = 0,75$  л/мин.

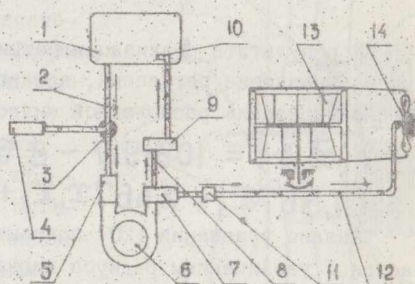
Энергетическая оценка вентиляторной установки показала, что мощность, потребляемая пневмодисковым распылителем составляет  $N_p = 0,6$  квт, что соответствует 1,5-2,0 % от общей потребляемой мощности вентиляторной установки.

Дальнейшей задачей вентиляторной установки, определенная в лабораторных (стационарных) условиях, с учетом коэффициентов Георгиева В. А. и Гудина Е.Г. составила  $\Delta = 9...12$ м, что отвечает исходным требованиям для дистанционных малообъемных опрыскивателей.

В четвертой главе "Результаты хозяйственных испытаний и экономическая эффективность работы МО опрыскивателя" приведена методика лабораторно-полевых исследований, дается описание лабораторно-полевой установки. Конструкция малообъемного вентиляторного опрыскивателя

ОВХ-600 создана на базе существующего опрыскивателя ОВХ-28А. Принципиальное отличие от серийного опрыскивателя заключается в оригинальной трехточечной навеске рамы опрыскивателя на котором расположены все узлы и детали опрыскивателя, вместо монтирования на трактор, наличием дискового распылителя приводимый во вращение воздушным потоком и дозирующего устройства. Технологическая схема работы малообъемного опрыскивателя состоит в том (рис.9) что рабочий раствор всасываемый из резервуара 1 насосом 6 по всасывающей магистрали 2 проходит через трехходовой кран 3 и основного фильтра 4 подается на дополнительный фильтр 7, где жидкость разделяется на две части. Основной

Рис.9 Технологическая схема малообъемного опрыскивателя ОВХ-600. 1-резервуар; 2-всасывающая магистраль; 3-трехходовой кран; 4-заправочный рукав; 5-основной фильтр; 6-роторный насос; 7-дополнительный фильтр; 8-нагнетательная магистраль; 9-регулятор давления; 10-гидромешалка; 11-дозатор; 12-питающая магистраль; 13-вентиляторная установка; 14-пневмодисковый распылитель.



поток, проходя через регулятор давления 9 по нагнетательной магистрали 8, возвращается обратно в резервуар, составляя тем самым гидромешалку 10 рабочего раствора, где регулятор давления служит для поддержания постоянного давления в пределах 1-1,2 атм. и контроля жидкости в гидросистеме. А отфильтрованная часть рабочей жидкости по питающей магистрали 12 проходит через дозатор 11, где устанавливается необходимый минутный расход жидкости исходя из гектарного расхода, полагается на пневмодисковый распылитель 14, который распыляет рабочий раствор посредством воздушного потока вентиляторной установки 13 и распыленная жидкость наносится на обрабатываемую поверхность. Режим работы пневмодискового распылителя фиксируется и контролируется посредством индукционного датчика, разработанного совместно с ГОСБ по машинам для хлопководства. Проведены лабораторные опыты по определению технико-эксплуатационных показателей малообъемного опрыскивателя и по результатам исследований построена номограмма по определению норм расхода рабочей жидкости на гектар в зависимости от ширины захвата и скорости агрегата. Дольше исследования по определению агротех-

нических показателей МО опрыскивателя приведены на полях экспериментального хозяйства УзМЭИ. Опыты проводили в сравнении с серийным опрыскивателем ОВХ-28А на соответствие ТЗ.

Качественные показатели МО опрыскивателя по густоте покрытия листовой поверхности и дисперсности капель намного лучше, чем у серийного опрыскивателя, при этом получено неравномерность отложения препарата по ширине захвата агрегата (33,7-45,9)%, по высоте куста хлопчатника (61,8-75,4)%, количественная доля раскрытых коробочек (77,3-98,0)% и средние медианно-массовый диаметр капель (100-124)мкм, что соответствует ИТ.

Техническая эффективность работы МО опрыскивателя на дефолиации хлопчатника, отвечает исходным требованиям (не менее 85%) и составляет в пределах (88-97)% при расходе рабочей жидкости 50 л/га и хлората магния (8-12) кг/га. В ходе полевых испытаний обработано более 150 га хлопчатника. Опытный образец МО опрыскивателя прошел премочные испытания на Узбекской, Таджикской и Туркменской МИС и рекомендованы к выпуску опытной партии для широкой хозяйственной проверки. Кроме того, совместно с институтом санитарии и гигиены ВНИИГИНТОКС (г. Киев) проведено санитарно-гигиеническая оценка работы МО опрыскивателя на дефолиации хлопчатника в сезоне 1990-91 г.г., и рекомендовано ВНИИГИНТОКСом к серийному выпуску малообъемного опрыскивателя, как наиболее отвечающему охране окружающей среды по сравнению с существующими хлопковыми опрыскивателями.

Расчеты экономической эффективности применения МО опрыскивателя показали, что применение ее в сельскохозяйственном производстве по сравнению с серийным опрыскивателем ОВХ-28А позволит снизить затраты труда на единицу выполненной работы на 33,3 % и прямых эксплуатационных затрат на 26,4 %. Годовой экономический эффект на одну машину только на дефолиации хлопчатника составляет по цене на I квартал 1992 года 28330 рублей.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На основе анализа существующих схем и рабочих органов для опрыскивания хлопчатника установлено, что основным направлением повышения качества обработок, производительности опрыскивателя и экономической эффективности химических обработок является переход к малообъемному способу опрыскивания.

2. Для обеспечения монодисперсного дробления рабочей жидкости в качестве распыляющего рабочего органа целесообразно применять многодисковый вращающийся распылитель, устанавливаемый на срезе выходного сечения сопла серийного опрыскивателя ОВХ-28А, с приводом

его от воздушного потока, создаваемого основным вентилятором опрыскивателя.

3. Проведенные теоретические исследования позволили описать технологический процесс взаимодействия воздушного потока с вращающимся многодисковым распылителем и вывести аналитические зависимости для определения частоты вращения ветроколеса, диаметра образующих капель и величины осевой скорости воздушного потока в зависимости от параметров ветроколеса и спрямляющего элемента, а также величины исходной скорости воздушного потока.

4. Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что для получения требуемой дисперсности капель в пределах 80...120 мкм с полидисперсностью  $P = 3,2$ , основные параметры пневмодискового распылителя должно иметь следующие значения:

- исходная скорость воздушного потока  $U_0 = 52...54$  м/с;
- частота вращения ветроколеса  $\omega = 80...140$  с<sup>-1</sup>;
- радиус дисков  $R_D = 75...80$  мм;
- радиус ветроколеса  $R_B = 140...160$  мм;
- угол атаки ветроколеса  $\alpha = 9^\circ$ ;
- количество лопастей  $N_A = 4$  шт;
- количество радиальных каналов  $N_P = 5$  шт;
- высота спрямляющего элемента (обтекателя)  $H_1 = 100$  мм;
- радиус основания обтекателя  $R_K = 67,5$  мм;
- угол бокового расширения обтекателя  $\theta = 22^\circ$ .

5. Полевые испытания макетного образца МО опрыскивателя выявили высокое качество обработки хлопчатника при расходе рабочей жидкости 50 л/га с производительностью 6,75 га за 1 час эксплуатационного времени. При этом расход жидкости снижается в 4 раза по сравнению с применяемым способом.

6. Проведенными лабораторно-полевыми агротехническими опытами установлено, что техническая эффективность работы МО опрыскивателя на дефолиации хлопчатника составила 83-97%, при расходе рабочей жидкости 50 л/га и ширине захвата 18-24 м, что вполне отвечает исходным требованиям (не менее 85 %).

7. Годовой экономический эффект на один МО опрыскиватель по сравнению с серийным опрыскивателем ОРХ-28А составляет 20330 рублей (по ценам на I квартал 1992 года).

8. Дальнейшие исследования необходимо вести в направлении снижения норм расхода препаратов на единицу площади посева при применении малобъемного способа опрыскивания.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах.

1. Утепов Б.Б., Кияткин К.К. Технология малообъемного опрыскивания хлопчатника. //Механизация хлопководства.-1991г, №8. С 10-12.
2. Утепов Б.Б. Усовершенствование вентиляторных опрыскивателей. //Механизация хлопководства. - 1991 г. № II. С 11-13.
3. Анофричук В.П., Кияткин К.К., Утепов Б.Б., Вильянов В.В. Появление испытания хлопковых опрыскивателей различных конструкций. // Механизация хлопководства. - 1992 г. №1. С 10-11.
4. Утепов Б.Б. Особенности малообъемного опрыскивания хлопчатника. //Материалы научно-практической конференции "Механизация трудоемких производственных процессов в зоне хлопководства", 1992 г.
5. Утепов Б.Б. Шамол гиддиракки парчалагичининг вентиляторли пуркагичлар ҳаво оқимига таъсирини тадқиқ этиш. //Труды УЭМЭИ, 1993г.
6. Утепов Б.Б., Анофричук В.П., К выбору режимов работы хлопковых опрыскивателей. //Механизация хлопководства, -1993г, №2 С 9-11.
7. Утепов Б.Б., Понамарев Е.И., Кияткин К.К., Анофричук В.П. "Опрыскиватель". Патент № 1792278.

Ички хажми ғўза пуркагичини пневмолаппакли парчалагичининг асосий ўлчамларини ва иш режимларини асослаш.

Утепов Бурхон Бектуроинвич

Ўзбекистон кишлок ҳўжалигини механизациядаш ва электрлаштириш илимий-тадқиқот институти. (УЭМЭИ)  
Ингийул - 1993 й.

Ишнинг тафсири

Мазкур ишда пахтачилик минтақасида ғўзага кимевий ишлов берши ва сунгий барг тўкиш (дефолиация) ишларида қўлланиладиган вентиляторли ОВХ-28А пуркагичининг такомиллаштирилган пневмолаппакли парчалагичини яратиш, унинг ўлчамларини ва иш тартибини асослаш ва шу асосда кичик хажмида пуркаш технологиясига ўтиш учун олиб брилган изланиш натижалари келтирилган.

Бунда пневмолаппакли парчалагичининг энг мақбул ўлчамлари ва иш тартиби, унинг ҳаво оқимига таъсирини, айланувчан лаппакли парчалагичдан отилиб чиқаётган заррачаларнинг харакатланиш конуниятини ўрганиш асосида аниқланди.

Такимиллаштирилган пневмолаппакли парчалагичининг энг мақбул ўлчамлари куйидагича: ҳаво оқимининг теълиги -52...54 м/с; лаппакнинг