

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТРУИ ФАКЕЛА РАСПЫЛА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

И. С. КРУК<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент  
Ф. И. НАЗАРОВ<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент  
А. А. АНИЩЕНКО<sup>1</sup>, аспирант  
О. В. ГОРДЕЕНКО<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Основным рабочим органом, формирующим факел распыла на штанговых опрыскивателях, является распылитель. С целью обеспечения необходимого качества проведения химической защиты растений, агротехническими требованиями регламентируется необходимые расход рабочего раствора пестицидов через распылитель, дисперсность распыления и густота покрытия обрабатываемого объекта. В связи с этим необходимо обеспечить требуемое дробление жидкости в факеле распыла, которое определяется следующими параметрами: давлением в жидкостной напорной магистрали, типом распылителя и его конструктивными особенностями (диаметр сопла, строение камеры и полостей распылителя). Процесс формирования факела распыла является достаточно сложным и определяется стадиями, связанными с формированием струи, ее распадом и последующим движением капель, что требует обоснования влияния на них различных технологических и метеорологических условий и факторов [1–5]. Целью исследований являлось изучение влияния технологических факторов (давление жидкости, тип распылителя) на процессы распада струй и формирования факелов распыла жидкости.

**Основная часть.** Для исследований процесса формирования факелов распыла рабочих жидкостей, была разработана и изготовлена конструкция лабораторной установки, состоящей из следующих элементов: рамной конструкции, на которой установлена штанга с распылителями, приемная поверхность в виде желобков треугольного профиля, емкость для сбора жидкости, гидравлический насос с блоком питания и регулируемая аппаратура. Для изучения процесса формирования

факела распыла использовалась видеокамера GoPro Hero 4 (720p, 240 кадров/с), малоомощная подсвечивающая лампа различных цветов, а в качестве фона – затемненный щит. Для сравнения геометрических размеров струи к распылителю с помощью кронштейна крепилась измерительная линейка. Состояние окружающей среды контролировалось при помощи термометра, психрометра. В качестве исследуемых образцов использовались следующие распылители: щелевой СТ 110.03, вихревой Albus ATR 80, дефлекторный РД 1.6, щелевой СТ 110.04. Используемое оборудование: видеокамера GoPro Hero 4 (720p, 240 кадров/с).

Условия проведения экспериментов: температура воздуха в помещении (21–22 °С), относительная влажность в помещении (80–88 %). В качестве распыляемой жидкости использовалась водопроводная вода, температура которой составляла 19 °С.

*Методика проведения лабораторных исследований.* Размер и время распада струи на выходе из распылителя определялись при помощи видеофиксации. С помощью программы видеоматериал разбивался на большое количество кадров с частотой 0.0042 с, на которых в дальнейшем отслеживалось формирование и распад струи в факеле распыла за определенное время.

Замеры угла факела распыла при вершине сопла происходили следующим образом. Для каждого из распылителей устанавливалось рабочее давление и анализировались полученные кадры видеофиксации. При помощи графического редактора Компас определялось среднее значение угла факела распыла, полученное по четырем кадрам для каждого из 4 давлений для одного распылителя. Для одного распылителя определены четыре средних значения для четырех давлений, по которым строилась кривая зависимости угла факела распыла от давления в напорной магистрали.

Кадры, на которых струя факела распыла имела максимальную длину и ширину перед началом распада, помещались в программу Компас, где путем масштабирования осуществлялся сравнительный анализ полученных размеров струи и производились соответствующие замеры. Далее подсчитывалось среднее значение длины и ширины струи до формирования пленки из разных дублей для каждого давления анализируемых распылителей.

Средний интервал начала распада струи для одного из дублей подсчитывался следующим образом. Из всех возможных значений начала интервала считается их среднее значение, из всех возможных значений

конца интервала считается их среднее значение, затем эти два средних значения начала и конца интервала принимается как средний интервал распада струи для всех значений. Например, для распылителя № 2 при давлении 0,2 МПа, в разных дублях струя распадалась в разных интервалах времени (в отличии от давления 0,3 МПа для этого же распылителя, где в разных дублях струя распадалась в одном и том же интервале). В таком случае, от каждого интервала времени (0,0084–0,0126 с, 0,0126–0,0168 с, 0,0168–0,021 с), брались значения начала интервала времени (0,0084 с, 0,0126 с, 0,0168 с) и определялось их среднее значение (0,0126 с), также и для значений концов интервала времени (0,0126 с, 0,0168 с, 0,021 с) определялось их среднее значение (0,0168 с). Следовательно, два этих значения (0,0126 с и 0,0168 с) составляют средний интервал 0,0126–0,0168 с для всех значений интервалов времени (0,0084–0,0126 с, 0,0126–0,0168 с, 0,0168–0,021 с) распада струи.

В процессе анализа материалов съемки были получены данные измерений длины  $L$  и ширины  $B$  струи, интервалов времени распада струи (табл. 1), углов при вершине факела распыла  $\gamma$  (табл. 2) для разных распылителей в зависимости от подаваемого давления  $P$  в напорной магистрали (в таблицах указаны средние значения).

Таблица 1. Результаты измерений размеров струи и времени распада

Распылитель	$P$ , МПа	$L$ , $\times 10^{-3}$ м	$B$ , $\times 10^{-3}$ м	Интервал времени распада струи, с
СТ 110.03	0,2	9,59	12,64	0,0126–0,0168
	0,3	8,66	13,21	0,0084–0,0126
	0,4	9,88	14,23	0,0084–0,0126
	0,5	7,93	14,77	0,0042–0,0084
Albuz ATR 80	0,2	25,54	7,83	0,0126–0,0168
	0,3	22,94	8,16	0,0126–0,0168
	0,4	23,56	7,71	0,0105–0,0147
	0,5	19,96	7,60	0,0105–0,0147
РД 1.6	0,2	31,47	60,96	0,0105–0,0147
	0,3	31,96	66,15	0,0105–0,0147
	0,4	39,24	78,15	0,0105–0,0147
	0,5	26,26	56,54	0,0105–0,0147
СТ 110.04	0,2	11,71	14,95	0,0126–0,0168
	0,3	8,73	12,91	0,0126–0,0168
	0,4	9,56	13,81	0,0105–0,0147
	0,5	11,23	17,15	0,0084–0,0126

Таблица 2. Результаты замеров угла при вершине факела распыла  $\gamma$

Распылитель	$P$ , МПа	$\gamma$ , град
СТ 110.03	0,2	95
	0,3	99
	0,4	103
	0,5	106
Albuz ATR 80	0,2	78
	0,3	80
	0,4	82
	0,5	84
РД 1.6	0,2	152
	0,3	154
	0,4	156
	0,5	158
СТ 110.04	0,2	108
	0,3	110
	0,4	112
	0,5	114

По полученным результатам были построены графические зависимости угла при вершине факела распыла  $\gamma$  (рис. 1, а), длины  $L$  (рис. 1, б) и ширины  $B$  (рис. 1, в) струи от подаваемого давления  $P$  в напорной магистрали для исследуемых распылителей.

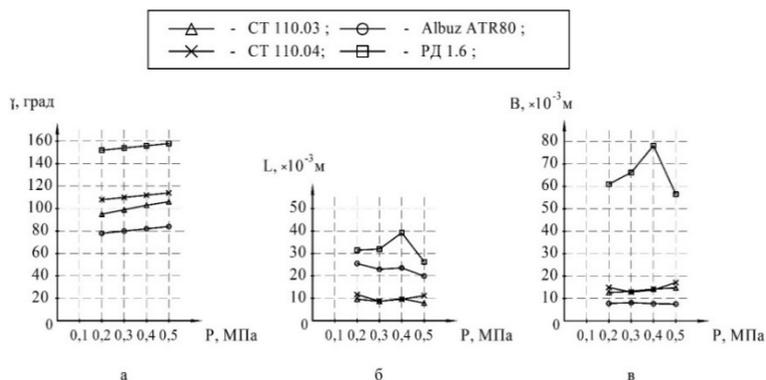


Рис. 1. Графики зависимости угла при вершине факела распыла  $\gamma$  (а), длины  $L$  (б) и ширины  $B$  (в) струи от давления жидкости  $P$  для разных распылителей

**Заключение.** В результате проведенных исследований было изучено влияние изменения давления в напорной жидкостной магистрали

опрыскивателя на технологические параметры факелов распыла различных гидравлических распылителей. Для всех распылителей в целом наблюдался одинаковый рост угла при вершине факела распыла, а тенденция изменения размеров струи имела как свои отличия, так и схожие признаки при определенных условиях. Результаты измерения интервалов времени, в которых струя факела распадалась, были схожи с прогнозируемыми. Полученные результаты могут быть использованы в теоретических и экспериментальных исследованиях при проектировании и эксплуатации полевых штанговых опрыскивателей, а также испытаниях гидравлического оборудования. Работа выполнена в рамках международного проекта T24MH-005 при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеенко, О. В. Повышение эффективности ухода за посевами овощных культур на гребнях совершенствованием оборудования для ленточного внесения гербицидов: дис. ... канд. техн. наук / О. В. Гордеенко; БГСХА. – Горки, 2004. – 218 с.
2. ГОСТ ИСО 5682-1-2004. Оборудование для защиты растений. Оборудование распылительное. Ч. 1. Методы испытаний распылительных насадок. – Введ. 2005-01-01. – Минск: Госстандарт, 2004. – 24 с.
3. Клочков, А. В. Механизация химической защиты растений / А. В. Клочков, А. Е. Маркевич. – Горки: БГСХА, 2008. – 228 с.
4. Крук, И. С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей / И. С. Крук, Т. П. Кот, О. В. Гордеенко. – Минск: БГАТУ, 2015. – 284 с.
5. Паж, Д. Г. Распылители жидкостей / Д. Г. Паж, В. С. Галустов. – М.: Химия, 1979. – 216 с.

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы изменения параметров факела распыла гидравлических распылителей (длина и ширина струи факела распыла, угол при вершине факела распыла, время распада струи факела распыла), в зависимости от изменения технологических параметров распыления – давления жидкости в напорной магистрали и типа распылителя. На основании полученных результатов опытным путем построены графические зависимости. Полученные результаты могут быть полезны для дальнейшего применения их в теоретических и экспериментальных исследованиях при проектировании и эксплуатации полевых штанговых опрыскивателей, а также испытаниях гидравлического оборудования.

*Ключевые слова:* распылитель, струя, факел распыла, давление, параметры.