

Обґрунтування конструкції обертового тарільчатого розбризкувача

М.П. Артьомов¹, О.Д. Калюжный², Л.Г. Нетецький³, І.Р. Ростовський

Харківський національний університет сільського господарства
імені Петра Василенка (м. Харків, Україна)

email: ¹ artiomovprof@ukr.net, ² aleksandrkaluzhnyj@gmail.com;

ORCID: ¹ 0000-0002-2947-2664, ² 0000-0001-5587-6606, ³ 0000-0002-7665-7792

Відомі аерозольні (повітряно-рідинні) розпилювачі хімікатів, або їх розчинів, які включають пристрої для подачі розчину із бака, дозатори та вентилятор. Ці розпилювачі мають те достоїнство, що вони забезпечують мало об'ємне обприскування при необхідності застосування малих доз висококонцентрованих хімікатів. Застосування обертових розпилювачів з вертикальною віссю обертання, що забезпечують вузький спектр розмірів крапель і на цій основі отримань монодисперсної ультра малооб'ємних технології з контрольованим розміром і осадженням крапель. Оскільки обертові тарільчаті розбризкувачі дають найбільш вузький спектр крапель, вони забезпечують і легкість регулювання їх розмірів шляхом зміни частоти його обертання. Частота обертання тарілки також впливає і на дальність польоту крапель. Таким чином діаметр плями розпилю залежить від трьох основних факторів – розмірності крапель, частоти обертання тарілки, висоти розташування тарілки від поверхні об'єкта кроплення. Експериментально було визначено, що крім вище перерахованого, форма плями розпилю залежить і від кута відриву краплі від тарілки. Проведені експерименти показали, що кут польоту краплі щодо поздовжньої осі розташування тарілки задає форму плями. Яка може змінюється від суцільного до замкнутого кільця (тора). Таким чином встановлюючи сопла під різним кутом можна домогтися рівномірного розподілу крапель по всій площі плями розпорштити. Визначені параметри плями розпилю являють собою вихідні данні для формування агрегату при поверхневого внесення рідких хімікатів. Так при розмірах плями розпилю діаметром 5...6 м та ширині захвату агрегату 24 м знадобиться установка п'яти розприскувачів. Виконання розбризкувача самостійно завершеним вузлом дозволяє використовувати модульне виконання конструкції при розробці та комплектуванні агрегату.

Ключові слова: кут сопла, пляма розпилю, дальність польоту краплі, частота обертання, форма розпилю, випадання крапель, межа польоту.

Мета роботи: Визначити експериментальним шляхом залежність розподілу дальності польоту крапель на довжині радіуса плями. На підставі отриманих результатів дати рекомендації до вдосконалення тарілки розбризкування.

Стан питання: Як показали теоретичні і експериментальні дослідження дальність польоту крапель залежить від висоти розташування тарілки над землею, тангенціальної і радіальної швидкості обертання тарілки, коефіцієнта опору потоку повітряного середовища на краплю при її польоті. В результаті було отримано рівняння (4) дозволяє оцінити політ краплі від зазначених параметрів. Однак в процесі польоту відбувається дроблення краплі на дрібні фракції, аж до туманобразного стану, яке теоретичним шляхом важко визначити процес випадання крапель по довжині їх польоту, і форма розпилю плями від кута нахилу сопла визначалися експериментальним шляхом.

Було встановлено, що форма плями залежить від нахилу сопла тарілки. При тому виділено три характерних виду плями (3):

1. Суцільне кругле з нечітким виразом кордону розпилю – при горизонтальній установці сопла ($\alpha = 0^\circ$);

2. Суцільне кругле з чітко вираженою кордоном розпилю – при установці сопла в низ під кутом $\alpha = 22^\circ$ до горизонталі тарілки;

3. Суцільне кругле в вигляді замкнутого кільця – при установці сопла в низ під кутом $\alpha = 38^\circ \dots 90^\circ$ до горизонталі тарілки.

Вид плями при $\alpha = 22^\circ$ слід вважати найкращим так як її чіткі межі дають можливість вибрати відстань між розприскувачами при комплектуванні агрегату.(3)

Процес випадання крапель по довжині їх польоту визначався за методикою яка показана на рисунку 1.

Дослідження проводилися з використанням лабораторної установки (2, 3.). Установка розташовувалася на рівній горизонтальній площадці (рис.2.). Тарільчастий розпилювач 2 кріпився на висоті 0,80 м. Від майданчика. Висота дозуючого бачка 1 від рівня тарілки перебувала на відстань $h = 1,0$ м. Рідина подавалася до тарілки по трубі діаметром 5 мм.

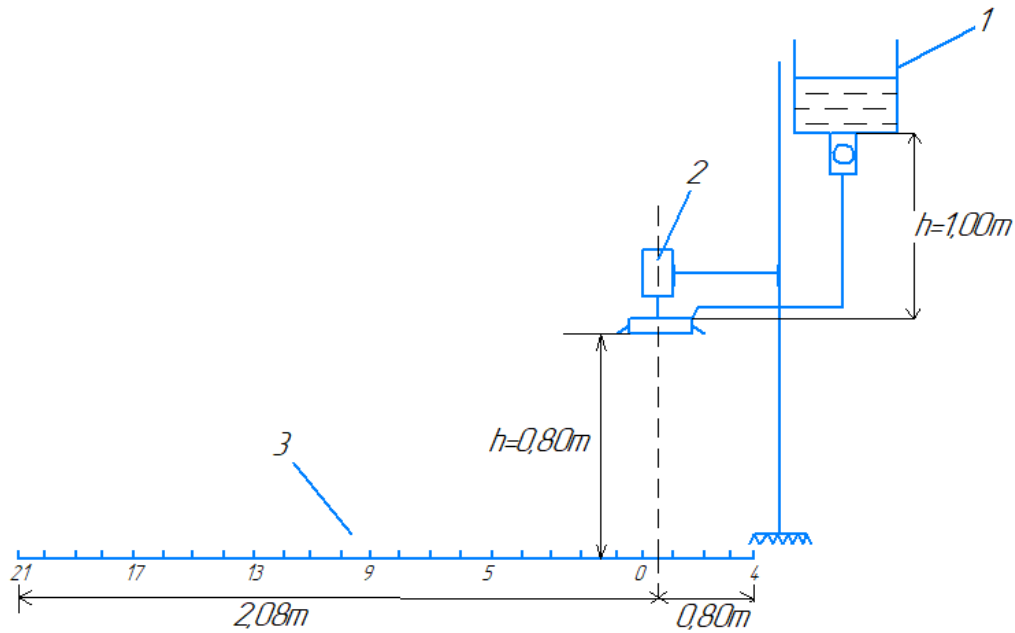


Рис. 1. Схема проведення експериментів
1 - дозуючий бак; 2 - тарільчастий розбризкувач; 3 - лоток збору крапель.

Таблиця 1. Вагові показники крапель від дальності їх польоту при частотах обертання тарілки 50 с^{-1} ,

Вагові показники по лотках, грам			
Порядковий номер лотка	Частота обертів тарілки, 50 с^{-1} ,	Частота обертів тарілки, 68 с^{-1} .	Частота обертів тарілки, 86 с^{-1} .
4	8,6	8,85	10,4
3	7,11	7,13	9,3
2	6,7	5,7	7,5
1	5,7	6,27	7,8
1	6,05	5,27	6,4
2	6,15	5,4	7,1
3	6,7	5,89	8,01
4	7,01	6	8,7
5	9,12	6,27	9,12
6	9,07	6,04	9,07
7	9	6	9
8	7,97	5,15	7,97
9	6,77	4,4	6,77
10	6,24	13,1	6,24
11	4,6	12,04	4,6
12	4,67	2,08	4,67
13	3,26	1,55	3,26
14	3,3	1,13	3,3
15	1,4	0,52	1,4
16	1,93	0,4	1,93
17	0,59	0,33	0,59
18	0,47	0,16	0,47
19	0,15	0,02	0,15
20	0,22	0	0,22

На проведення кожного експерименту витрата рідини знаходився в межах п'яти літрів. Для збору крапель використовувалися 25 штук квадратних лотків зі стороною грані $0,14 \times 0,14 \text{ м}$. Які були розташовані в одну лінію від центру до кордону плями. Довжина лінії лотків складала $2,94 \text{ м}$.

Частота обертання тарілки задавалася в межах – 50 с^{-1} , 68 с^{-1} , 86 с^{-1} , при постійному нахилі сопла в 22° .

Для вимірів частоти обертів використовувався лазерний тахометр марки DT-2234C +.

Вага крапель в лотку визначалася на електронних вагах марки MX-200 GM. Діаметр плями замірявся триметровою рулеткою MT-0303.

Отримані вагові дані наведені в таблиці 1. Для вимірів частоти обертів використовувався лазерний тахометр марки DT-2234C +.

Вага крапель в лотку визначалася на електронних вагах марки MX-200 GM.

Діаметр плями замірявся триметровою рулеткою MT-0303. На підставі табличних даних був побудований графік (Рис. 3)



Рис.2. Лабораторна установка

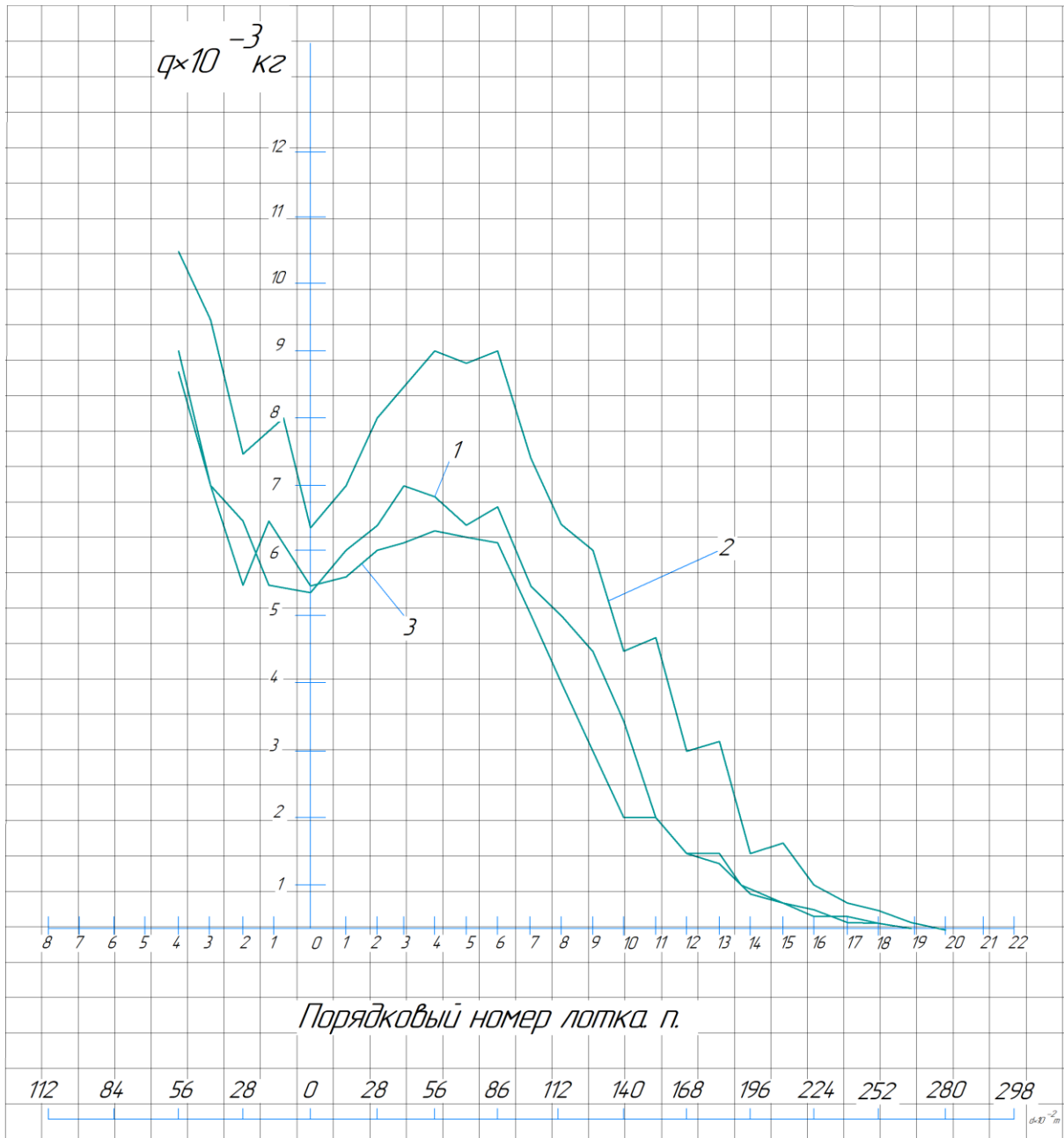


Рис. 3. Графік розподілу вагових показників крапель від дальності їх польоту при частотах обертання тарілки: 1 – 50 c^{-1} ; 2 – 68 c^{-1} ; 3 – 86 c^{-1}

Аналіз графіка (Рис.3) показує:

1. Розліт крапель має виражену параболічну залежність;
2. Дальність польоту крапель обмежений радіусом плями довжиною 2,80 м. Для всіх трьох випадків числа обертів;
3. На висхідну гілку параболи, довжина від центру становить 0,26 м. (1, 2 лотки), вага крапель знаходиться в межах 13 ... 17% від загальної ваги крапель в лотках;
4. Для всіх трьох частот обертання пік випадання крапель доводиться на довжину 1,07 м.

(Діапазон довжини від 0,28 до 1,35 м. Це 3, 4, 5, 6, 7 лотки), що становить 44 ... 49% ваги випали крапель в лотки;

5. На спадну гілку параболи довжина якої відповідає відстані 1,68 м. (Що відповідає діапазону від 1,12 до 2,80 м. – лотки від 8 до 20) процентна складова знаходиться в межах 34 ... 42%.

Так як найбільша дальність польоту краплі для всіх трьох випадків однакова ($d = 2,80 \text{ м}$), Можна зробити припущення, що частота обертання тарілки (50 c^{-1} , 68 c^{-1} , 86 c^{-1}) і нахил сопла в 22° задають швидкість і траєкторію польоту

достатню, щоб обмежити політ краплі отриманим межею. Щоб перевірити це твердження необхідно провести експерименти на менших частотах обертання тарілки.

З графіка видно (рис.3), що випадання крапель по радіусу розпилу носить неоднозначний характер. П'ятдесят відсотків крапель осідає на нижній гілці параболи, що не дозволяє досягти необхідну рівномірність розподілу по плямі розпилу. Для усунення цього недоліку необхідно встановлювати на тарілку сопла з різним кутом нахилу. Це впливає із зіставлення отриманих форм плями розпилу (рис.4) (3).

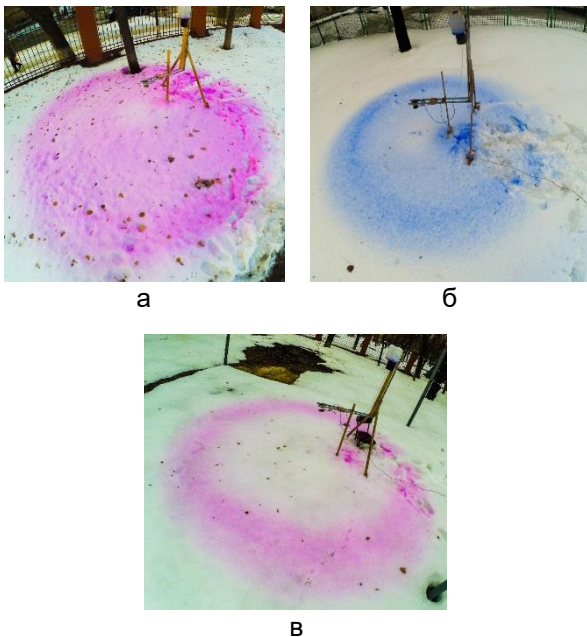


Рис.4. Форма плями розпилу від кута нахилу сопла: а) $\alpha = 22^\circ$; б) $\alpha = 45^\circ$; в) $\alpha = 90^\circ$

Це дозволить накласти на пляму кожну з форм розпилу окремого сопла. Що призведе до згладжування піку (рис. 3) випадання крапель і до більш рівномірного їх розподілу по плямі розпилу.

Звідси можна зробити **висновки**:

1. Конструкція тарільчатого розпилувача повинна відповідати вимогам рівномірності розподілу крапель за площею плями розпилу.

Анотація

Обоснование конструкции вращающегося тарельчатого разбрызгивателя

Н.П. Артемов, А.Д. Калюжный, Л.Г. Нетецкий, И.Р. Ростовский.

Известны аэрозольные (воздушно-жидкостные) распылители химикатов, или их растворов, включающих устройства для подачи раствора с бака, дозаторы и вентилятор. Эти распылители имеют то достоинство, что они обеспечивают мало объемное опрыскивание при необходимости применения малых доз высококонцентрированных химикатов. Применение вращающихся распылителей с вертикальной осью вращения, обеспечивающих узкий спектр размеров капель и на этой основе полученных

2. Поставлена мета може бути досягнута установкою на розпилувач сопел з різним кутом нахилу до горизонтальної осі тарілки, що дозволить шляхом накладення різних форм розпилу необхідного результату.

Література:

1. Калюжный, О.Д., Рідний, Р.В. Меджидов, Р.Р. (2010) 'Устройство для внесения жидких минеральных удобрений с гравитационным дозированием', Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка, 103, с. 108–111.

2. Калюжный, О.Д. и др. (2012) 'Дослідження роботи дозуючого пристрою для внесення малих доз рідких хімікатів', Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка, 124, сс. 48–52.

3. Калюжный, О.Д. и др. (2019) 'експериментальне дослідження відцентрового розбризкувача рідких хімікатів', Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка.

4. Нетецкий, Л.Г., Артьомов, М.П., Калюжный, О.Д., Ростовский, И.Р. (2020) 'Математичні дослідження траєкторія польоту краплі рідини', Інженерія природокористування, №3(17), с. 81-85

References:

1. Kalyuzhnyiy, O.D., Ridnyiy, R.V. and Medzhidov, R.R. (2010) 'Ustroystvo dlya vneseniya zhidkih mineralnyih udobreniy s gravitatsionnyim dozirovaniem', Vlsnik HNTUSG Im. P. Vasilenka, 103, pp. 108–111.

2. Kalyuzhnyiy, O.D. et al (2012) 'Doslidzhennya roboti dozuyuchogo pristroyu dlya vneseniya malih doz rldkih hlmlkatlv', Vlsnik HNTUSG Im. P. Vasilenka, 124, pp. 48–52.

3. Kalyuzhnyiy, O.D. i dr. (2019) 'Eksperimentalne doslidzhennya vidtsentrovogo rozpriskuvacha ridkih himikativ', Harklvskiy natslonalnyi tehnlchniy unlvseritet slskogo gospodarstva Imeni Petra Vasilenka.

4. Netetskiy, L.G., Artyomov, M.P., Kalyuzhny, O.D., Rostovskiy, I.R. (2020) 'Mathematical dosages of traktoriya polotu krapli ridini', Inzheneriya prirodoristuvannya, No. 3 (17), pp. 81-85

монодисперсной ультра малообъемной технологии с контролируемым размером и осадками капель. Поскольку вращающиеся тарелочные распылители дают наиболее узкий спектр капель, они обеспечивают и легкость регулирования их размеров путем изменения частоты его вращения. Частота вращения тарелки также влияет и на дальность полета капель. Таким образом пятно распыла зависит от трех основных факторов – размерности капель, частоты вращения тарелки, высоты расположения тарелки от поверхности объекта обрызгивания. Экспериментально было определено, что кроме выше перечисленного, форма пятна распыла зависит и от угла отрыва капли от тарелки. Проведенные эксперименты показали, что угол полета капли относительно продольной оси расположения тарелки задает форму пятна. Которая может изменяться от сплошного до замкнутого кольца (тора). Таким образом устанавливая сопла под различным углом можно добиться равномерного распределения капель по всей площади пятна распыла. Определены параметры пятна распыла представляют собой исходные данные для формирования агрегата при поверхностного внесения жидких химикатов. Так при размерах пятна распыла диаметром 5 ... 6 м и ширине захвата агрегата 24 м понадобится установка пяти разбрызгивателей. Выполнение разбрызгиватель самостоятельно завершенным узлом позволяет использовать модульное исполнение конструкции при разработке и комплектовании агрегата.

Ключевые слова: *угол сопла, пятно распыла, дальность полета капли, частота вращения, форма распыла, выпадение капель, граница полета.*

Abstract

Rationale for the design of rotating plate spraying

N.P. Artemov, O.D. Kalyuzhny, L.G. Netetsky, I.R. Rostovsky

Known aerosol (air-liquid) sprayers of chemicals, or their solutions, including devices for supplying a solution from a tank, dispensers and a fan. These sprayers have the advantage of providing low volume spraying when small doses of highly concentrated chemicals are required. Application of rotating atomizers with a vertical axis of rotation, providing a narrow range of droplet sizes and, on this basis, obtaining monodisperse ultra low-volume technology with controlled droplet size and deposition. Since rotating plate nozzles provide the narrowest range of droplets, they also provide ease of adjusting their size by changing the frequency of its rotation. The rotational speed of the saucer also affects the flight range of the droplets. Thus, the spray pattern depends on three main factors – the dimension of the droplets, the rotational speed of the tray, and the height of the tray from the surface of the object to be sprayed. It was experimentally determined that, in addition to the above, the shape of the spray spot also depends on the angle of separation of the drop from the tray. The experiments carried out have shown that the angle of flight of the droplet relative to the longitudinal axis of the position of the plate determines the shape of the spot. Which can vary from solid to closed ring (torus). Thus, by setting the nozzles at different angles, it is possible to achieve an even distribution of droplets over the entire area of the spray spot. The parameters of the cut spot are determined; they represent the initial data for the formation of an aggregate during the surface application of liquid chemicals. So with the size of the cut spot with a diameter of 5 ... 6 m and a working width of the unit of 24 m, you will need to install five sprinklers. Implementation of the sprinkler as an independently completed unit allows the use of a modular design in the development and completion of the unit.

Keywords: *nozzle angle, spray spot, droplet flight range, rotation frequency, spray shape, droplet dropout, flight limit.*

Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard

Artemov, N. P. et al. (2021) 'Rationale for the design of rotating plate spraying', *Engineering of nature management*, (1(19)), pp. 97 – 101.

Подано до редакції / Received: 09.02.2021