

*Арендаренко В. М., кандидат технічних наук,
Харак Р. М., кандидат технічних наук,
Самойленко Т. В., магістр*

Полтавська державна аграрна академія

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГІДРООБПРИСКУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ТУНЕЛЬНОГО ТИПУ

Рецензент – кандидат технічних наук В. В. Лоєнко

Обґрунтовано функціональну схему гідрообприскувальної установки тунельного типу. Наведені переваги цієї установки в процесі збирання та знищення колорадського жука. Обґрунтовано необхідність введення у функціональну схему струминних насосів для відкачування робочої рідини із лотків тунельних камер. Дослідженнями встановлено, що підвищення швидкості робочої рідини на виході із сопла струминного насосу залежить від співвідношення вхідного і вихідного діаметрів сопла. Використовуючи рівняння збереження постійної витрати робочої рідини, теоретично обґрунтована швидкість виходу робочої рідини із сопла струминного насосу гідрообприскувальної установки.

Ключові слова: обприскування, шкідник, схема установки, робоча рідина, відсмоктування, струминний насос, вакуум.

Постановка проблеми. Основною задачею сільськогосподарського виробництва є забезпечення населення високоякісними екологічно чистими продуктами харчування, а переробну промисловість якісною й безпечною сировиною. До основного продукту харчування відноситься і картопля. Внутрішня потреба України у цьому продукті коливається в межах 2,0–4,8 млн т на рік; частина її йде на споживання, інша – на потреби переробної промисловості.

Основним шкідником насаджень картоплі є колорадський жук. Сучасні методи боротьби з цим шкідником, як правило, ґрунтуються на використанні різних хімічних ядохімікатів, котрі шляхом обприскування наносяться на бульби чи на бадилля картоплі. Таке обприскування передбачає розпилення робочої рідини та транспортування утворених крапель повітряними потоками до об'єктів обробки. У ході цього в перші хвилини обробки краплі, зазвичай, виносяться за межі об'єкту обробки, а частина рідини осідає на поверхню ґрунту.

Виникає правомірне питання: «Чи можна поєднати в одній операції обприскування, збір робочої рідини, що стікає з об'єктів обробки, струшування дорослих жуків і личинок та їх по-

дальше знищення?». Це завдання можна виконати шляхом використання спеціальної установки (тунельного типу), в якій обприскування проводиться в закритому (обмеженому) просторі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Механічним збором колорадського жука займалися вчені різних країн. Так, у США була досліджена машина «Saucer», у Німеччині – «Bio Collector», а в колишньому СРСР у 1989 році досліджувалася чотирьохрядкова експериментальна пневмо-механічна начіпна установка.

Збирання та знищення колорадського жука пневмо-механічним способом передбачає струшування шкідника стисненим потоком повітря [1–3]. Такий принцип не забезпечує повної можливості збирання личинок колорадського жука.

Для вирішення цієї проблеми нами запропоновано й запатентовано корисну модель України [4]. В даній установці струшування личинок та дорослого жука відбувається стисненим струменем робочої рідини. Такий підхід дає можливість створити нову гідророзпилюючу установку із замкнутим циклом розпилювання.

Використання зазначеної установки дасть можливість: 1) зменшити пестицидне навантаження на ґрунт; 2) збільшити збирання та знищення личинок жука різних вікових груп (L_1, L_2, L_3, L_4); 3) струшувати шкідника використовуючи водні розчини на основі рослинних інсектицидів.

Основними робочими органами тунельної гідророзпилювальної установки є: насоси, фільтри, робочі камери П-подібного виду, розпилюючі форсунки (або брансбойти), механізми пульсації та знищення комах. Відкачування робочої рідини, що накопичується в лотках робочих камер, відбувається за допомогою струминних насосів (СН).

Мета й завдання досліджень. *Мета:* розробка функціональної схеми тунельної гідророзпилюючої установки замкнутого типу із використанням струминного насосу для відкачування зібраної та відфільтрованої в лотках робочої рідини.

Завдання: повторна подача зібраної рідини до розпилюючих форсунок.

Результати досліджень. За хімічного методу захисту сучасна техніка повинна забезпечувати точне дозування робочої рідини, її рівномірний розподіл по всій кроні куща; до того ж робоча рідина повинна добре проникати в гущу куща картоплі й мати високу ступінь осідання. Слід зауважити, що певна частина крапель не утримується на кронах рослин, стікаючи на поверхню ґрунту. Для усунення цього недоліку пропонується гідророзпилююча установка тунельного типу.

На рисунку 1 представлена функціональна схема цієї установки. Робоча камера установки являє собою П-подібну тунель. Висота робочої камери H , а її довжина $L = 3-4 H$. Тунель складається з правої і лівої бокових пластин та верхньої з'єднувальної пластини.

На правій боковій пластині розташовані розпилюючі форсунки (або мінібрансбойти), які можуть змінювати кут розпилювання. На лівій боковій пластині знаходиться лоток для збирання стікаючої рідини, фільтр і механізм уловлювання та знищення колорадського жука. На верхній пластині, що з'єднує праву й ліву бокові пластини, встановлені додаткові розпилюючі форсунки, які з'єднуються зі струминним насосом. Струминні насоси з однієї сторони трубопроводом з'єднані через фільтр із лотками робочих камер, а з іншого боку – з розподільником робочої рідини (РР). На розподільнику знаходяться клапанні механізми, що керуються спеціальною комп'ютерною програмою. З іншого боку розподільник зв'язаний із двома пульсаторами робочої рідини. Пульсатори подають на розпилюючі форсунки пульсуючу стиснуту робочу рідину.

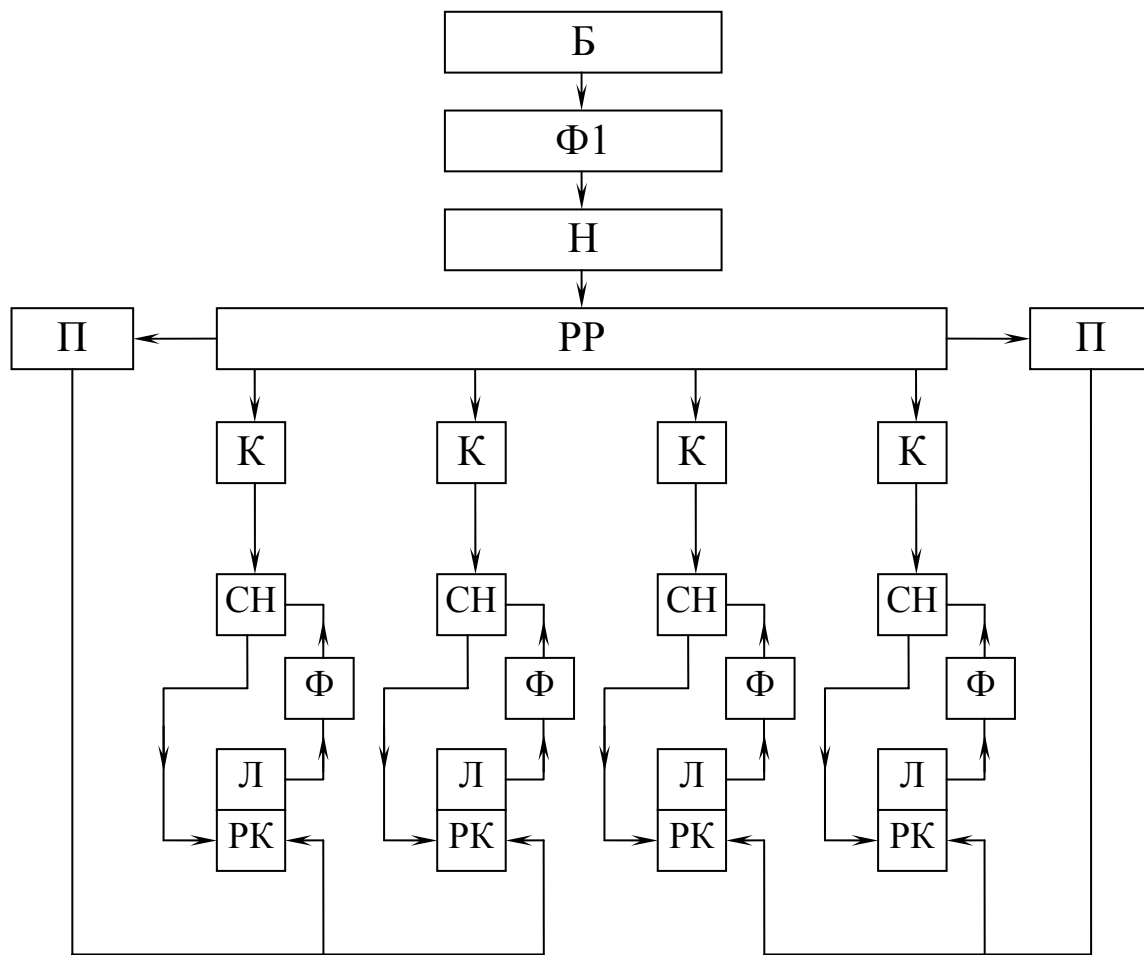


Рис. 1. Функціональна схема гідророзпилюючої установки тунельного типу:

Б – бак; Ф1 – основний фільтр; Н – насос високого тиску; РР – розподільник робочої суміші; К – клапани; СН – струминний насос; РК – робоча камера тунельного типу; Л – лоток; Ф – фільтр; П – пульсатор

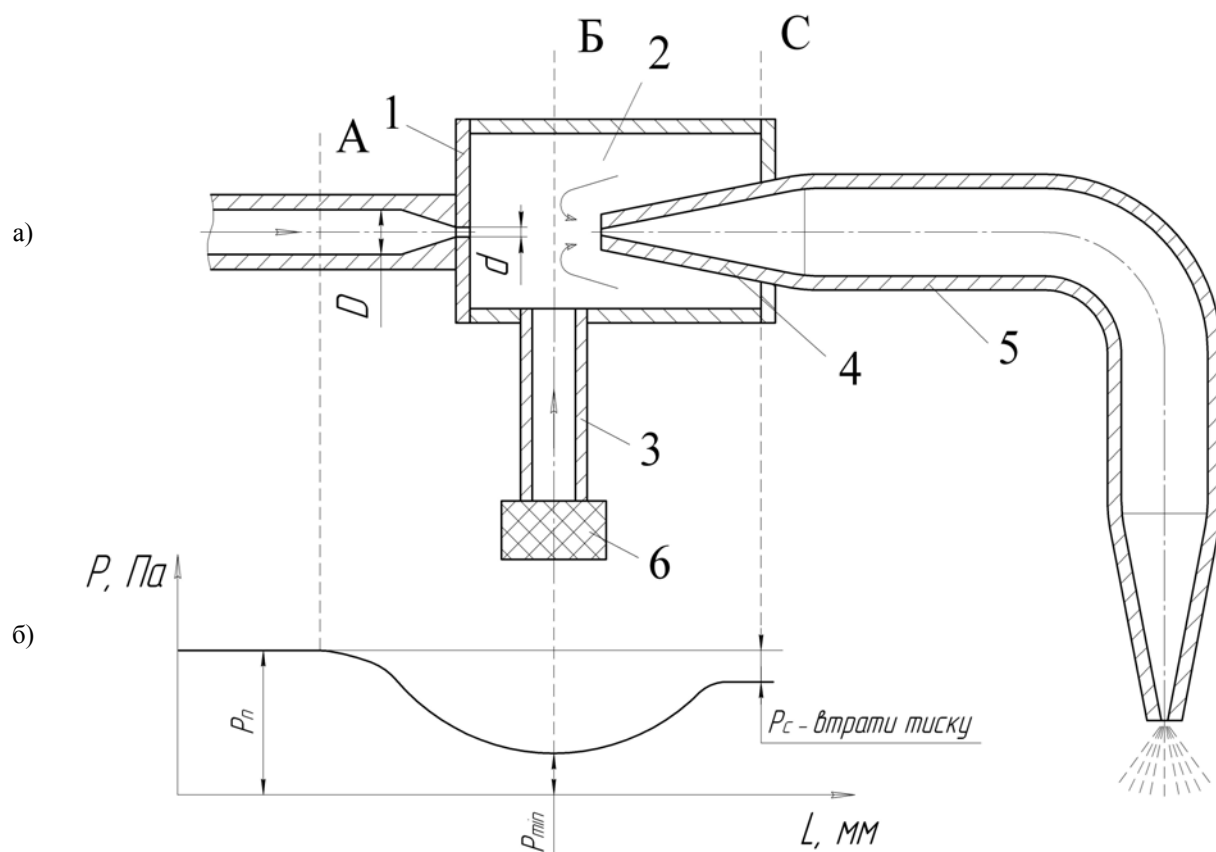


Рис. 2. Струминний насос (а) та розподіл статичного тиску (б) по його довжині

Обприскування й струшування колорадського жука відбувається за рахунок насосу високого тиску (Н), який всмоктує робочу рідину із бака (Б) і через фільтр (Ф1) подає її у розподільник рідини (РР). Пульсуюча робоча рідина подається на форсунки робочої камери. Рідина, що стікає з рослин, потрапляє в лотки (Л) робочих камер (РК) і струминними насосами (СН) відкачується.

Струминні насоси подають відкачану робочу рідину на додаткові форсунки верхньої пластики. Насоси складаються із сопла (1) (рис. 2), вакуум камери (2), відсмоктувальної трубки з фільтром (3), дифузора (4), нагнітальної трубки з додатковою форсункою (5) і фільтром (6).

Працює струминний насос так: потік робочої рідини, що надходить із розподільника (РР), проходячи через сопло 1, збільшує свою швидкість (U_c) і, отже, кінетичну енергію. Збільшення динамічного (швидкісного) напора приводить до зменшення п'єзометричного (статистичного) напору і, таким чином, тиск у камері 2, де утворюється вакуум.

Рівняння збереження постійної масової витрати робочої рідини на вході і на виході із сопла має вигляд:

$$\rho \cdot U_n \cdot \pi \frac{D^2}{4} = \rho \cdot U_c \cdot \pi \frac{d^2}{4}, \quad (1)$$

або:

$$U_c = U_n \left(\frac{D}{d} \right)^2, \quad (2)$$

де: U_n – початкова швидкість робочої рідини;

D – діаметр підвідної труби;

U_c – швидкість робочої рідини на виході із сопла;

d – діаметр сопла;

ρ – густина робочої рідини.

Під впливом вакууму рідини, що підлягає перекачуванню, підсмоктується із лотків робочих камер і трубою 3, захоплюється струменем робочої рідини і змішується з нею, поступаючи до дифузору 4, а далі – до нагнітальної труби 5, на кінці якої знаходиться розпилююча форсунка.

На рисунку 3 наведений графік зміни швидкості робочої рідини на виході із сопла струминного насосу в залежності від співвідношення діаметрів підвідної труби і діаметра сопла.

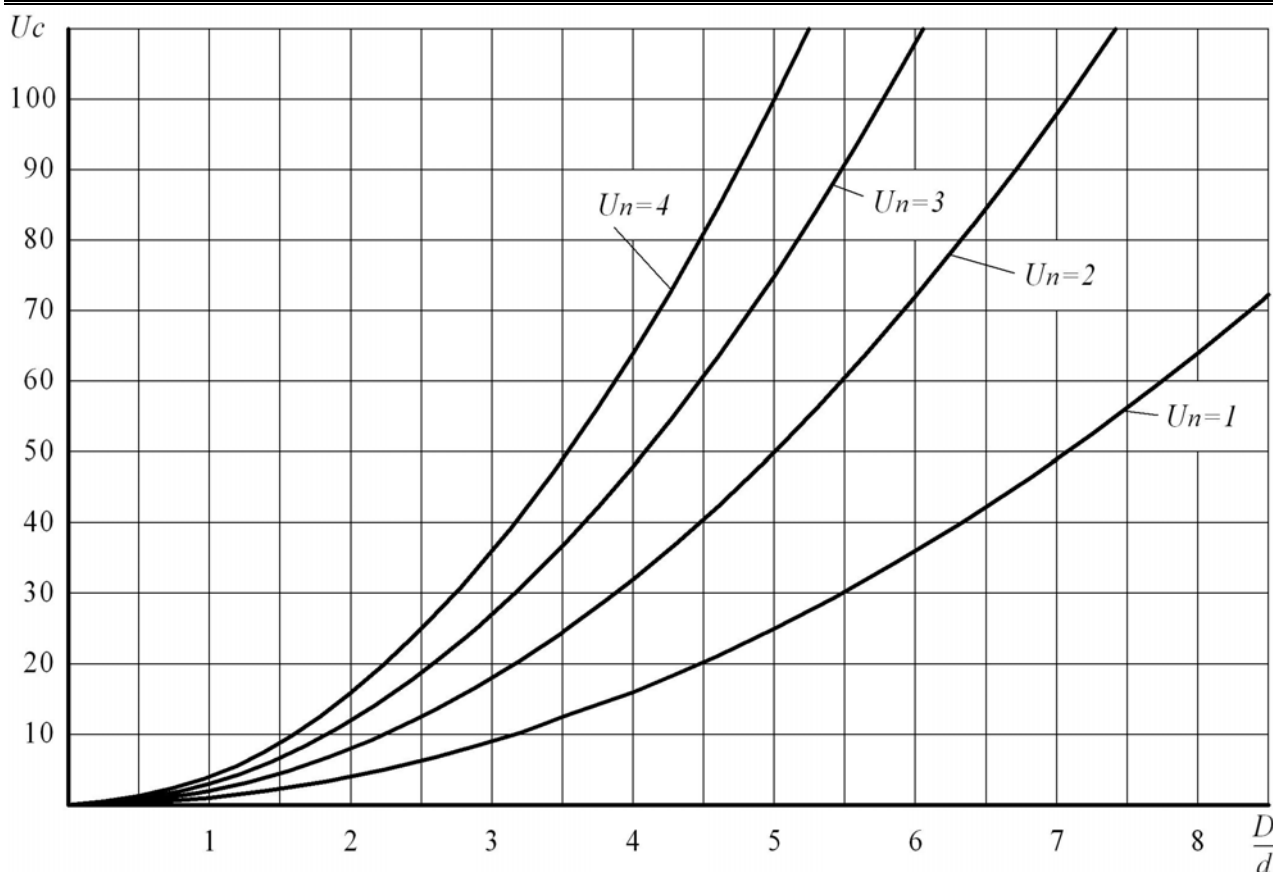


Рис. 3. Графік зміни швидкості робочої рідини на виході із сопла струминного насосу в залежності від співвідношення діаметрів на вході (D) і виході (d) із сопла за різних значень початкової швидкості (U_n), ($D = const$; $d \neq const$).

Форма емпіричних графіків свідчить про різні підвищення швидкості робочої рідини на виході із сопла в разі збільшення співвідношення D/d і збільшення U_n .

Потік робочої рідини в перерізі А (рис. 2) починає звужуватися, внаслідок чого середня швидкість потоку збільшується.

Внаслідок інерції струмінь продовжує звужуватись і на певній відстані від сопла має найбільше звуження.

Це звуження припадає на переріз Б, який співпадає із віссю відсмоктувальної труби 3.

Зменшення швидкості на ділянці АБ супроводжується зменшенням статистичного тиску від початкового значення P_1 до мінімального – P_{min} .

Різниця тисків у цьому перерізі зумовлює утворення вакууму у камері 2.

За допомогою цього вакууму відбувається відсмоктування робочої рідини із лотків робочих камер.

Використавши відоме рівняння Бернуллі для двох перерізів А і перерізу на виході із сопла,

маємо:

$$P_1 + \rho \cdot \frac{U_D^2}{2} = P_2 + \rho \cdot \frac{U_d^2}{2}, \quad (3)$$

де: P_1, P_2 – тиск робочої рідини у відповідних перерізах,

або

$$P_2 = P_1 + 0,5\rho(U_D^2 - U_d^2). \quad (4)$$

Після підстановок і введення відносного діаметра $\beta = d / D$ маємо:

$$P_2 = P_1 + 0,5\rho U_D^2 (1 - \frac{1}{\beta^4}), \quad (5)$$

Висновок. Для зменшення пестицидного навантаження на ґрунт у процесі обприскування насаджень картоплі доцільно використати установку тунельного типу з замкнутою системою циркуляції робочої рідини.

Відкачування робочої рідини краще всього проводити за допомогою струминного насосу, який не має рухомих частин, що найкращим чином впливає на надійність та ефективність роботи всієї установки.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Арендаренко В. М.* Використання технічних засобів при збиранні та знищенні колорадського жука. Монографія / В. М. Арендаренко. – Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2012. – 132 с.
2. *Гуцол Т. Д.* Обґрунтування параметрів та режимів роботи пристрою для механічного збирання комах-шкідників просапних сільськогосподарських культур: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Т. Д. Гуцол. – Львів, 2007 – 20 с.
3. А.с. 1685347 ССРСР, МКИА А 01 М5/08. Устройство для сбора насекомых с растений / К. Эргашов, С. Н. Алимухамедов, Н. В. Жуйков, А. К. Кадыров, А. К. Хакимов, Ю. Болтабаев (СССР). – №449410/15; заявл. 17.10.88; опубл. 23.10.91, Бюл. №39.
4. Патент на корисну модель 360034 України, А 01 М5/05. Установка для збирання та знищення колорадського жука АСЖ-1 / В. М. Арендаренко, Е. Я. Прасолов, О. П. Слинько, Р. М. Харақ, С. А. Браженко, Л. В. Знова, В. А. Шенель, С. В. Гладкий, О. О. Багмен, Д. О. Швець (Україна). – №200806109 заявл. 12.05.08 ; опубл. 10.10.08, Бюл. № 19.