

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Одним із основних показників якості сівби є рівномірність розподілу рослин за площею живлення.

До тепер найпоширенішим способом сівби зернових культур є рядовий, за якого рослини займають лише близько 30 % площі поля.

Агробіологічною наукою встановлено, що необхідні фактори для росту і розвитку зернових культур – світло, вода та елементи живлення можуть бути раціонально використані лише за рівномірного розподілу насіння по площі поля. Найбільш наближену до оптимальної площі живлення рослини одержують при застосуванні підґрунтового-розкидного способу сівби, що виконується сівалкою-культиватором. Крім підвищення урожайності, цей спосіб дає змогу поєднати передпосівний обробіток із сівбою, що скорочує термін виконання сівби і обумовлює менші втрати ґрунтової вологи та зменшення експлуатаційних затрат.

Переваги сівалок-культиваторів можуть проявитись особливо ефективно при їх застосуванні у фермерських господарствах, у більшості яких енергозасоби представлені одним-двома тракторами тягового класу не більше 14 кН. У них передпосівний обробіток і сівба виконується одним трактором. Це обумовлює значний розрив між виконанням передпосівної культивації і сівбою, що негативно впливає на урожай.

Сівалки-культиватори СЗС-6 та СЗС-12 та інші, що випускаються нашою промисловістю, агрегуються з тракторами класу 3 та 5. Вони ефективні лише у великих господарствах. У більшості фермерських господарств використовуються зернові сівалки СЗ-3,6А та СЗ-5,4. Тому дослідження, спрямовані на створення сівалок-культиваторів на базі рядкових зернових сівалок є актуальні.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана у Національному університеті біоресурсів і природокористування України відповідно до наукової тематики «Розробити механіко-технологічні основи ресурсозберігаючого органічного виробництва сільськогосподарської продукції та біопалив в агроєкосистемах з підвищеним рівнем енергетичної автономності» (номер державної реєстрації – 0114U000660).

**Мета і задачі дослідження.** Мета дослідження – підвищити ефективність процесу підґрунтового-розкидної сівби шляхом вдосконалення схеми та визначення раціональних параметрів лапового сошника сівалки-культиватора.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі задачі:

– проаналізувати відомі конструкції робочих органів і результати досліджень сівалок-культиваторів та обґрунтувати раціональну конструктивну схему для умов господарств;

– теоретично проаналізувати процеси руху насіння у насіннепроводі, при відбиванні відбивачем-розподільником та руху насіння після відбивання, рух ґрунту в результаті дії лапи для визначення розмірів утвореного підлапового простору і обґрунтувати параметри сошника;

– експериментально визначити статистичні характеристики коефіцієнта опору повітря та коефіцієнта відновлення, кута відхилення реальних траєкторій польоту насіння після відбивання від теоретичної, визначити раціональні параметри відбивача-розподільника;

– провести виробничу апробацію і дати техніко-економічну оцінку результатів досліджень.

*Об'єкт дослідження* – лаповий сошник сівалки-культиватора та виконуваний ним процес розподілу насіння по ширині захвата призматичним розподільником.

*Предмет дослідження* – встановити закономірності впливу основних конструктивних параметрів на ефективність роботи лапового сошника з призматичним розподільником та удосконалити його конструктивно-функціональну схему.

**Методи дослідження.** Загальна методика досліджень передбачала розроблення теоретичних передумов, експериментальну їх перевірку у лабораторних і польових умовах, та економічну оцінку результатів дослідження. Теоретичні дослідження виконано з використанням загальних положень, законів і методів класичної механіки, математики та статистики. Експериментальні дослідження виконано у лабораторних і польових умовах на основі загальноприйнятих та авторських методик. Розрахунки та оброблення результатів експериментальних досліджень виконано з використанням методів статистики та відповідних програмних продуктів (*Microsoft Excel*).

#### **Наукова новизна одержаних результатів:**

– одержано аналітичні залежності коефіцієнта зміни швидкості від кута нахилу насіннепроводу  $\alpha_n$ , коефіцієнта тертя  $f$ ; коефіцієнта опору повітря  $K$ ; довжини насіннепроводу  $L_n$ ; радіуса дуги циліндра  $R$ ; коефіцієнта відновлення  $K_s$  у похилій циліндричній, верхній і нижній криволінійних ділянках насіннепроводу та у процесі відбивання призматичним розподільником, які дали змогу встановити закономірності зміни швидкості руху насіння в процесі висіву сівалкою-культиватором;

– встановлено закономірності відносного впливу сил тертя, які виникають від сили тяжіння і відцентрової сили та сили опору повітря на швидкість насіння під час його руху по криволінійній поверхні;

– визначені статистичні характеристики коефіцієнта опору повітря в процесі руху насіння та коефіцієнта відновлення в процесі косоного удару, які дали змогу обґрунтувати раціональні параметри плоского відбивача-розподільника для забезпечення рівномірності розподілу насіння по ширині захвата лапового сошника;

– набули подальшого розвитку аналітичні залежності параметрів підлапового простору сошника-культиваторної лапи від кутів положення відбивної площини до горизонталі та кута подачі насіння у поздовжній вертикальній площині.

**Практичне значення одержаних результатів.** Обґрунтовано раціональну схему та параметри лапового сошника з призматичним розподільником для сівалки-культиватора на базі рядкової зернової сівалки, які забезпечують більш рівномірний розподіл насіння зернових культур по площі живлення. Визначено статистичні характеристики коефіцієнта опору повітря та коефіцієнта відновлення, які можуть бути використані при розробленні нових сівалок-культиваторів. Розроблено схему розрахунків з визначення енергоощадних

режимів роботи, яка може бути використана при плануванні машиновикористання у сільськогосподарських підприємствах. Результати досліджень прийняті до впровадження ПАТ «по виробництву сільськогосподарської техніки «Червона зірка» (м. Кіровоград).

**Особистий внесок здобувача.** Основні результати теоретичних та експериментальних досліджень дисертаційної роботи отримані здобувачем самостійно, а саме: проаналізовано переваги і недоліки існуючих конструкцій робочих органів для підґрунтового-розкидної сівби, обґрунтовано аналітичні залежності коефіцієнта зміни швидкості під час руху насіння по насіннепроводу з урахуванням опору повітря, встановлено залежність розмірів підлапового простору від конструктивних параметрів лапи та швидкості руху сівалки-культиватора, обґрунтовано аналітичні рівняння для визначення енергоощадних режимів роботи сівалки-культиватора.

Розроблено також методики та проведено експерименти з визначення статистичних характеристик коефіцієнтів опору повітря і відновлення, а також розподілу насіння залежно від параметрів плоского відбивача.

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень за темою дисертації обговорювались і схвалено на науково-технічних конференціях: XIII Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми землеробської механіки» м. Вінниця, 17–19 жовтня 2012 р.; XIII Міжнародна наукова конференція «Науково-технічні засади розробки, випробовування та прогнозування с.-г. техніки і технологій» смт Дослідницьке, 27–28 вересня 2012 року; XIV Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми землеробської механіки», присвячена 113-й річниці від дня народження П. М. Василенка, смт Глеваха, 17–19 жовтня 2013 р.; Міжнародна конференція «Інноваційний розвиток аграрної сфери» (15-а Міжнародна спеціалізована виставка-ярмарок «Україна аграрна–2015»), м. Київ, 19–20 березня 2015 р.; конференціях науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, м. Київ 2005–2014 рр.

**Публікації.** Основні результати досліджень за темою дисертаційної роботи викладено в 11 наукових працях. У наукових фахових виданнях опубліковано 6 статей, стаття у науковому виданні іншої держави, 3 тези доповідей та матеріалів конференцій. Отримано патент на корисну модель.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 172 сторінках машинописного тексту формату А4 і містить вступ, 5 розділів основної частини, загальні висновки, список використаних джерел (143 найменування, з них 5 – латиницею), додатки. Робота містить 22 таблиці та 58 рисунків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі «**Стан питання та задачі досліджень**» проаналізовано публікації з питань механізації сівби зернових та обґрунтовано задачі досліджень. Важливий внесок в удосконалення технологічного процесу посівних машин зроблено науковими працями В. П. Горячкіна, П. М. Василенка, О. М. Карпенка, Л. В. Погорілого, М. М. Летошнева, С. М. Семенова, С. В. Кардашевського, В. І. Пастухова, І. В. Морозова та ін. Питання механізації

підґрунтово-розкидної сівби зернових культур досліджували П. П. Карпуша, Ю. Ф. Павельчук, І. В. Баєв, В. О. Артамонов, І. М. Гужин, А. В. Перетяцько, А. О. Ногтиков та ін.

Аналізуючи результати виконаних досліджень з механізації підґрунтово-розкидного способу сівби слід зазначити: всіма дослідженнями підтверджується висока ефективність підґрунтово-розкидного способу сівби, який виконується сівалками-культиваторами; обґрунтована перевага пасивних розподільників порівняно з активними (механічними і пневматичними); зміна напрямку руху насіння пасивними розподільниками може здійснюватися двома способами – ковзанням по криволінійній поверхні або відбиванням (косий удар); більше досліджено спосіб ковзання, але він має ряд недоліків: потребує значної висоти підсошникового простору і вертикальної подачі насіння, що не завжди можливо; розподільники, що працюють за принципом відбивання досліджено поверхнево; більшістю виконаних досліджень не врахована випадковість фізико-механічних властивостей насіння.

Враховуючи зазначене можна вважати, що перспективним напрямом є розроблення сошників для підґрунтово-розкидної сівби з розподільниками, що працюють за принципом відбивання (косого удару). Для реалізації цього напрямку необхідно поглиблено досліджувати процес з урахуванням статистичних характеристик властивостей насіння.

У другому розділі «**Теоретичні дослідження роботи сівалки для підґрунтово-розкидної сівби**» проаналізовано процеси руху насіння по похилій циліндричній, верхній і нижній частинах тороподібних ділянок насіннепроводу та в процесі відбивання відбивачем і польоту у підсошниковому просторі, а також рух ґрунту внаслідок дії лапового сошника.

Основними частинами лапового сошника є (рис. 1а): два насіннепроводи 1, що мають прямолінійні похилі циліндричні ділянки 2 та 4, та тороподібні верхню 3 і нижню 5 ділянки; відбивач-розподільник 6 та лапу 7 із щитком 8. Відбивач-розподільник являє собою призму, дві робочі грані якої (права та ліва) встановлено під певними кутами до горизонту та напрямком руху.

Під час руху сівалки-культиватора висівним апаратом 9 сівалки насіння подається у насіннепроводи, з яких під певним кутом надходить на відбивач-розподільник 6 (рис. 1б). Після відбивання насіння летить у підлаповому просторі на деяку віддаль. Через різні фізико-механічні властивості деяких насінин (коефіцієнти відновлення та опору повітря) віддалі польоту різні, що обумовлює розподіл зерна по дну борозни.

Важливою особливістю пропонованого сошника є те, що у правий та лівий підлапові простори насіння подається різними насіннепроводами, що виключає подільник насінневого потоку.

Основною оціночною характеристикою руху насіння насіннепроводом та у процесі відбивання є коефіцієнт зміни швидкості  $K_{зV}$ , який визначається як відношення швидкості після проходження робочого органа (або його ділянки)  $V_2$  до вхідної або потенціальної (максимально можливої) швидкості  $V_1$ .

Процес руху насіння насіннепроводом, який має вигляд похилого циліндра, розглядається як рух матеріальної точки по нахиленій площині.

На насініну діють сила тяжіння  $G = mg$ , сила тертя  $F = fg \sin \alpha_H$  та сила опору повітря  $R = KmV$  (де  $m$  – маса насініни, кг;  $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;  $f$  – коефіцієнт тертя;  $\alpha_H$  – кут нахилу насіннепроводу;  $K$  – коефіцієнт опору повітря).

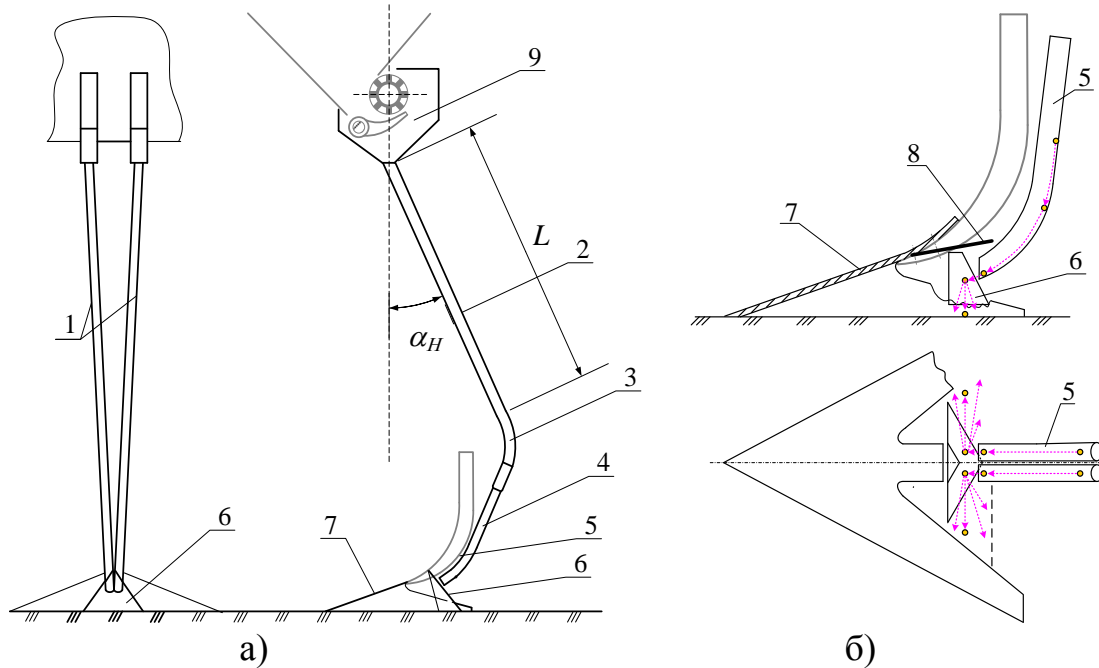


Рис. 1. Схема лапового сошника: а) загальний вигляд; б) відбивач-розподільник у підлаповому просторі.

Після складання та рішення диференціального рівняння швидкість  $V_2$  без урахування опору повітря ( $K = 0$ ) визначатиметься залежністю  $\dot{x} = V_2 = \sqrt{2L_H gn}$  (де  $L_H$  – довжина насіннепроводу;  $n = \cos \alpha - f \sin \alpha_H$ ).

За швидкість  $V_1$  доцільно прийняти потенціальну швидкість (швидкість падіння з висоти  $L_H \cos \alpha_H$ ), яка визначається залежністю  $V_1 = \sqrt{2L_H g \cos \alpha_H}$ .

За таких вихідних параметрів коефіцієнт зміни швидкості визначиться:

$$K_{3V1} = \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_H - f \sin \alpha_H}{\cos \alpha_H}} = \sqrt{1 - fg \alpha_H}. \quad (1)$$

При урахуванні опору повітря ( $K \neq 0$ ) розв'язок диференціального рівняння матиме вигляд:

$$V_2(t) = \frac{ng}{K} (1 - e^{-Kt}), \quad (2)$$

$$x(t) = \frac{ng}{K} t - \frac{ng}{K^2} (1 - e^{-Kt}). \quad (3)$$

У такому випадку коефіцієнт зміни швидкості визначається рівнянням:

$$K_{3V1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{ng}{K} (1 - e^{-Kt})}{\sqrt{2gL_H \cos \alpha_H}}. \quad (4)$$

Залежності коефіцієнта зміни швидкості  $K_{3V1}$  при русі насіння у нахиленому циліндричному насіннепроводі з урахуванням опору повітря від шляху  $L_H$  та  $K$  (при  $\alpha_H = 20^\circ$ ;  $f = 0,25$ ) наведено на рис. 2. З рисунка бачимо, що

при  $L_H = 1,0$  м,  $K = 1,0$  с<sup>-1</sup> (близько до реальних умов)  $K_{3V1} = 0,81$ , тобто швидкість зменшується на 19 %.

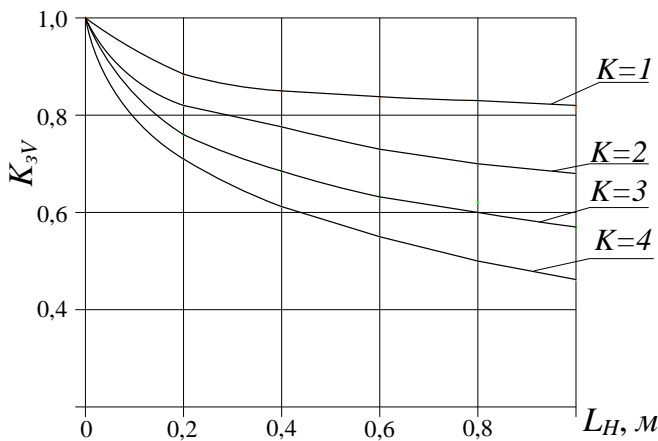


Рис. 2. Залежність коефіцієнта зміни швидкості  $K_{3V}$  від довжини насіннепроводу  $L_H$  та коефіцієнта опору повітря  $K$

Процес руху насінини по нижній ділянці тороподібного насіннепроводу розглянуто як рух матеріальної частинки по циліндричній поверхні з горизонтальною віссю. У цьому випадку на насінину діють такі сили: складова сили тяжіння  $F_1 = mg \cos \alpha_4$ ; сила тертя, обумовлена силою тяжіння  $F_2 = fmg \sin \alpha_4$ ; сила тертя, обумовлена відцентровою силою  $F_3 = (fmV^2)/R$ ; сила опору повітря  $F_4 = mKV$ , (де  $R$  – радіус кривизни).

Розглянуто процес руху по дузі циліндра радіусом  $R$ . Зміну швидкості визначено за втратами кінетичної енергії  $E$ . У цьому випадку швидкість  $V_2$  після проходження насіниною дуги  $\Delta l$  визначиться рівнянням:

$$V_2 = \sqrt{V_1^2 + 0,0348\Delta\alpha(g \cos \alpha_4 R - fg \sin \alpha_4 R - fV_1^2 - KV_1 R)}. \quad (5)$$

За розрахунками вихідна швидкість  $V_2$  попередньої дуги  $\Delta l$  приймається за вхідну  $V_1$  для наступної.

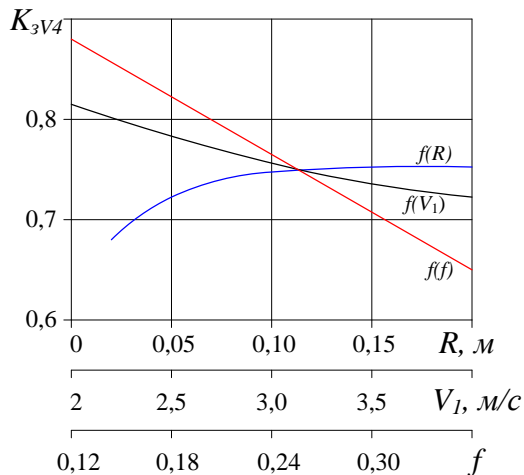


Рис. 3. Залежність коефіцієнта зміни швидкості  $K_{3V}$  від початкової швидкості  $V_1$ , радіуса дуги  $R$  та коефіцієнта тертя  $f$

За таких умов при  $K = 0$ ,  $K_{3V} = 0,96$ . Тобто опір повітря обумовлює зменшення швидкості на 14 %.

Процес руху насіння по верхній тороподібній ділянці насіннепроводу зводиться до однократного косоного удару.

Коефіцієнт зміни швидкості  $K_{3V2}$  при цьому визначається як відношення  $K_{3V2} = K_e \cos \alpha_2 / \cos \beta$ , де  $K_e$  – коефіцієнт відновлення,  $\alpha_2$  та  $\beta$  – кути між напрямком швидкості до та після удару та нормаллю відповідно.

Вплив основних чинників процесу на коефіцієнт зміни швидкості  $K_{3V4}$  видно з рис. 3. Вартий уваги той факт, що при швидкості  $V_1 > 1,5$  м/с радіус кривизни  $R$  мало впливає на коефіцієнт зміни швидкості  $K_{3V4}$ . Пояснюється це тим, що основна втрата кінетичної енергії (до 90 %) припадає на тертя, обумовлене відцентровою силою, величина якої (енергії) не залежить від радіуса.

Аналізом процесу встановлено, що у межах швидкостей

2,0–3,2 м/с втрати швидкості, обумовлені діючими силами, розподіляються так: силою тяжіння насінини – 13...7%; відцентровою – 71...82%; силою опору повітря 17...12%.

Із нижньої тороподібної ділянки насіннепроводу насіння надходить на призматичний відбивач-розподільник. Процес відбивання зводиться до косоного удару (рис. 4). Для цього випадку коефіцієнт зміни швидкості  $K_{3V}$  та швидкість після удару  $V_2$  визначиться як:

$$K_{3V} = V_2/V_1 = \cos \alpha \sqrt{K_e^2 + \operatorname{tg}^2 \alpha}, \quad (6)$$

$$V_2 = V_1 \cos \alpha \sqrt{K_e^2 + \operatorname{tg}^2 \alpha}. \quad (7)$$

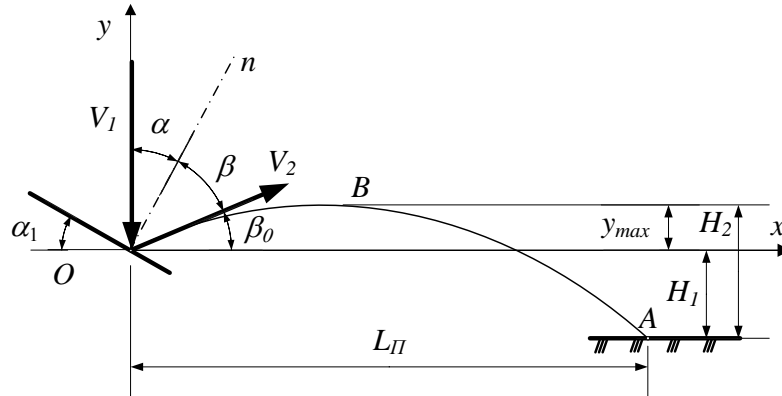


Рис. 4. Схема руху насінини після відбивання без урахування опору повітря

Використовуючи залежності (6) та (7) видно, що зміна кута  $\alpha$  у межах  $20\text{--}70^\circ$  обумовлює зміну  $K_{3V}$  від 0,48 до 0,95 (при  $K_e=0,35$ ). Вплив  $K_e$  на  $K_{3V}$  із збільшенням  $\alpha$  зменшується.

Швидкість після відбивання  $V_2$  та кут  $\beta_0$  визначають параметри траєкторії польоту насіння у підлаповому просторі, якими є дальність польоту  $L_{\Pi}$  та висота траєкторії над дном борозни  $H_2$ . Наведені параметри визначаються рівняннями:

$$L_{\Pi} = \frac{V_2^2 \sin \beta_0 \cos \beta_0 + V_2 \cos \beta_0 \sqrt{V_2^2 \sin^2 \beta_0 + 2gH_1}}{g}, \quad (8)$$

$$H_2 = \frac{V_2^2 \sin^2 \beta_0}{2g} + H_1, \quad (9)$$

де  $H_1$  – висота точки відбивання над дном борозни.

Наведена на рис. 4 схема передбачає вертикальну подачу насіння на відбивач-розподільник, що унеможливує розміщення насіннепроводу за межами лапи. А таке розміщення істотно підвищує надійність роботи лапового сошника. Тому, як перспективну, досліджено іншу схему (рис. 5).

Робоча поверхня відбивача  $x, y, z$  нахилена до горизонтальної площини під кутом  $\alpha_1$ , а лінія її перетину з горизонтальною площиною становить кут  $\gamma$  з віссю  $oy$ , яка паралельна напрямку руху.

Насіння подається у поздовжній вертикальній площині під кутом  $\varepsilon$  до горизонталі. Досліджували варіант, коли  $\varepsilon=90^\circ-\alpha_1$ . Така умова гарантує нормальне положення площини відбивання щодо відбивної площини. Дальність польоту  $L_{\Pi}$  та висота траєкторії  $H_2$  визначається за умов:  $\beta_0 = \varepsilon$ ;  $\alpha = 90-\gamma$ .

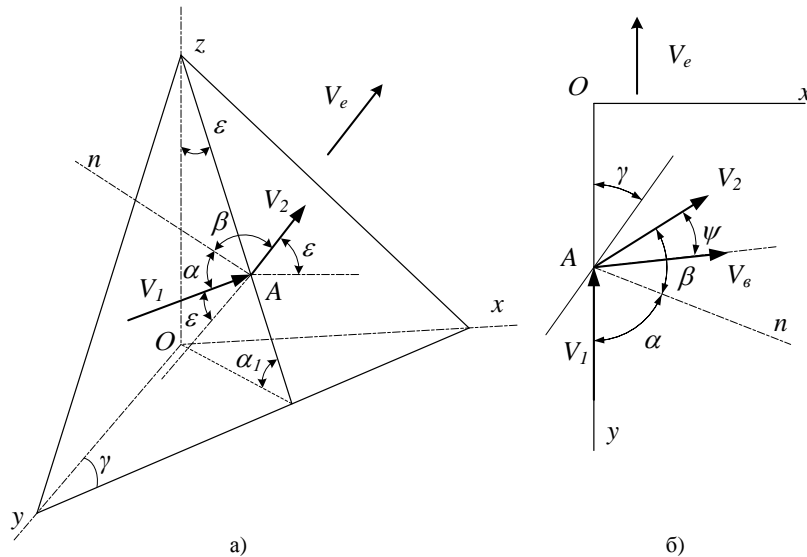


Рис. 5. Схема до аналізу процесу відбивання та польоту насіння з подачею у поздовжній вертикальній площині

Ширина захвата  $L_6$  пов'язана з дальністю польоту  $L_{II}$  співвідношенням  $L_6 = L_{II} \cos \psi$  (де  $\psi$  – кут між швидкістю  $V_2$  та поперечним напрямком). У цьому випадку кут  $\beta$  буде визначатись як  $\beta = \arctg(\tg \gamma / K)$ .

Графічна залежність основних характеристик процесу відбивання та руху насіння у підлаповому просторі від кута  $\gamma$  (за умови  $V_1 = 1,5$  м/с;  $\epsilon = 12^\circ$ ;  $H_1 = 0,02$  м) наведена на рис. 6.

При збільшенні кута  $\gamma$  всі характеристики зменшуються. При зростанні  $\gamma$  від  $40$  до  $70^\circ$  за середнього значення коефіцієнта відновлення ( $K_6 = 0,33$ ) швидкість  $V_2$  зменшується від  $1,04$  до  $0,761$  м/с; кут  $\psi$  – від  $+35$  до  $0$  градусів; відстань польоту насіння у поперечному напрямку  $L_6$  – від  $0,091$  до  $0,052$  м; висота траєкторії польоту насіння  $H_2$  – від  $23,3$  до  $20,1$  мм.

За даними аналізу результатів попередніх експериментальних досліджень, найбільш рівномірний розподіл насіння відбувається за умови  $L_6 = 0,5b$ , де  $b$  – робоча ширина захвата крила лапи. Нами приймається робоча ширина крила лапи  $b = 0,15$  м, тому бажана дальність польоту становить  $0,07$ – $0,08$  м. З рисунка бачимо, що такі значення  $L_6$  відповідають куту  $\gamma$  у межах  $55$ – $60^\circ$ . За таких значень  $\gamma$  з рис. 6 маємо:  $\psi = +14$ – $0^\circ$ ;  $H_2 = 0,0233$ – $0,0216$  м. Отже, за результатами теоретичного аналізу при  $V_1 = 1,5$  м/с;  $\epsilon = 12^\circ$ ;  $H_1 = 0,02$  м оптимальне значення кута  $\gamma$  перебуває у межах  $55$ – $60^\circ$ .

Рух ґрунту під дією лапового сошника досліджено з метою визначення довжини  $L_2$  та висоти  $z_3$  підсошникового (підлапового) простору (рис. 7).

При цьому розглядаючи крило лапи як клин та зважаючи на наукові положення В. П. Гарячкіна та Г. М. Синеокова про закономірності взаємодії тригранного клина з ґрунтом використано залежності між швидкістю робочого органа (клина)  $V_6$  та відносною швидкістю скиби  $V_r$ .

Для спрощення розглянуто процес, за якого умовно приймається, що лапа є нерухомою, а ґрунт рухається зі швидкістю  $V_r$ . Тоді основні  $L_2$  та  $z_3$

визначаються за рівняннями (8) та (9) відповідно. При цьому  $V_2 = V_r$ ;  $\beta_0 = \varphi$ ;  $H_2 = z_3$ ;  $H_1 = z_1$ .

Отже:

$$L_2 = \frac{V_r^2 \sin \varphi \cos \varphi + V_r \cos \varphi \sqrt{V_r^2 \sin^2 \varphi + 2gz_1}}{g}, \quad (10)$$

$$z_3 = \frac{V_r^2 \sin^2 \varphi}{2g} + z_1, \quad (11)$$

де  $z_1 = l_c \sin \beta$ .

За результатами розрахунків для культиваторної лапи шириною захвата 0,33 м ( $\beta = 28^\circ$ ;  $\gamma = 32,5^\circ$ ;  $l_1 = 0,054$  м;  $l_2 = 0,031$  м;  $l_c = 0,042$  м;  $\varphi = 16^\circ$ ) для  $V_e$  у межах 2–2,5 м/с (7,2–9 км/год)  $L_2 = 0,17–0,26$  м, а  $z_3 = 0,031–0,036$  м. Величина  $z_3$  дещо більша теоретичної висоти траєкторії  $H_2$ , яка становить 0,022–0,023 м ( $H_2$  на рис. 6).

У третьому розділі «Програма та методика експериментальних досліджень робочих процесів сівалок для підґрунтового-розкидного способу сівби зернових культур» наведено перелік програмних питань та описано методики їх виконання. Програмою передбачалося виконання досліджень з визначення: статистичних характеристик коефіцієнта опору повітря; статистичних характеристик коефіцієнта відновлення насіння при косому ударі; швидкості руху насіння після проходження нижньої тороподібної ділянки насіннепроводу; параметрів бокового розсіювання насіння після косого удару; ступеня рівномірності розподілу насіння по ширині смуги висіву залежно від параметрів плоского відбивача; якісних показників висіву експериментальним лаповим сошником у польових умовах.

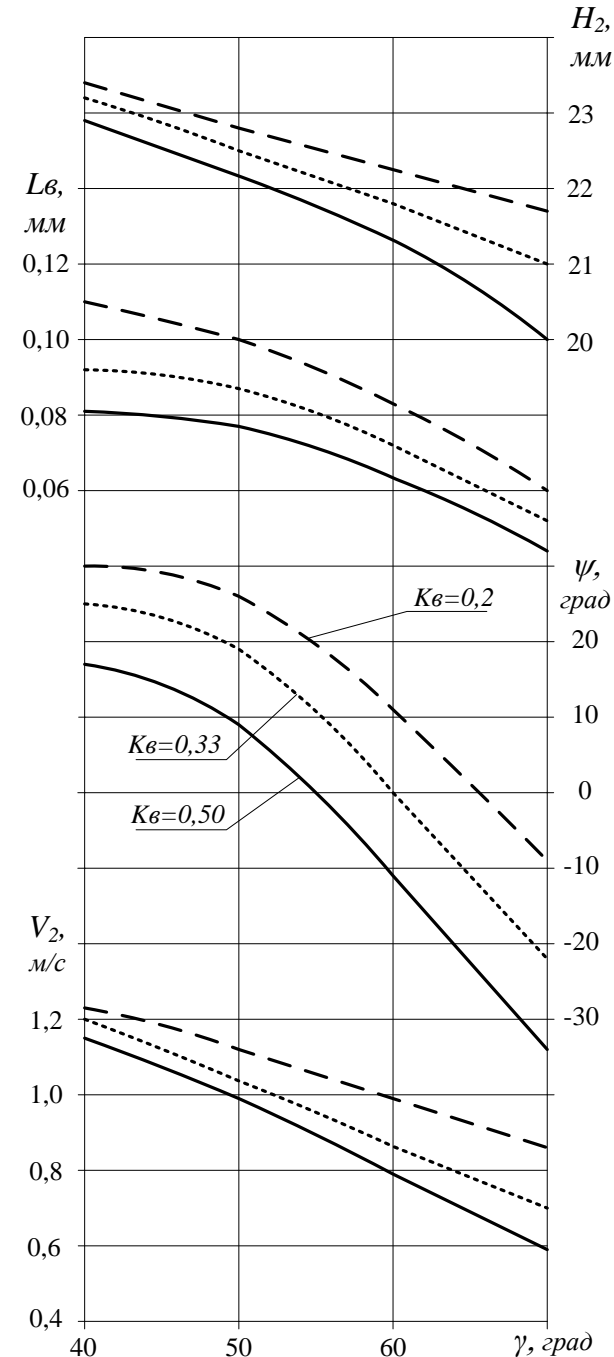


Рис. 6. Графічна залежність основних характеристик процесу відбивання та руху насіння у підлаповому просторі від кута  $\gamma$

Методика визначення статистичних характеристик коефіцієнта опору повітря  $K$  полягала у такому: за допомогою установки (рис. 8) визначено час

падіння серії насінин  $t_i$  із заданих висот  $H$ ; за графічними залежностями  $K = f(t)$  за різних значень  $H$ , побудованих за рівнянням (3) (за умови  $x = H$ ) для кожного  $t_i$  визначено відповідні величини  $K_i$ , які оброблено статистично.

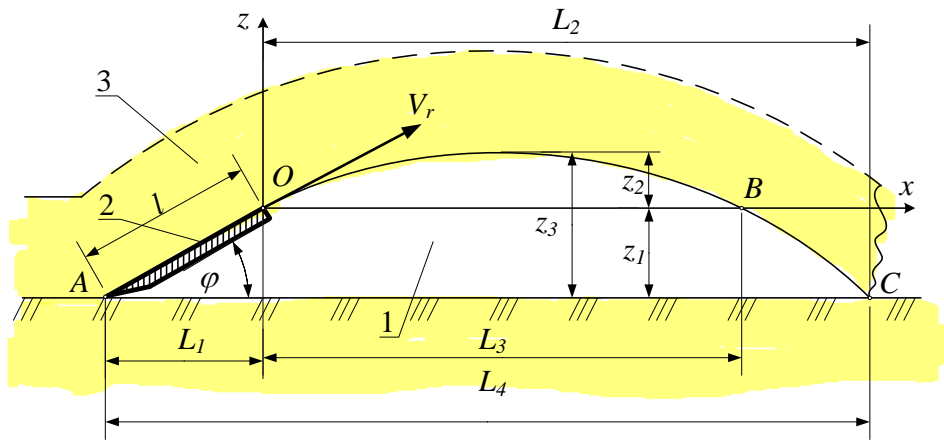


Рис. 7. Основні параметри підлапового простору: 1 – підлаповий простір; 2 – крило лапи; 3 – скиба ґрунту.

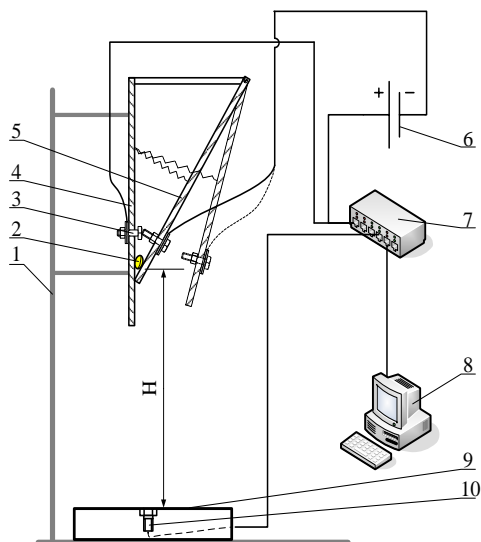


Рис. 8. Схема установки для визначення часу падіння зернини: 1 – штатив; 2 – насінина; 3 – контакт; 4, 5 – нерухома та рухома поверхні клапана; 6 – джерело струму; 7 – USB-осцилограф; 8 – ПЕОМ; 9 – площадка; 10 – вібродатчик.

Статистичні характеристики коефіцієнта відновлення  $K_e$  визначали через дальність польоту насінини  $L_i$  після падіння з фіксованої висоти на похилий відбивач. За графічними залежностями  $K_e = f(L)$ , побудованими відповідно до рівняння (8), для кожного значення  $L_i$  визначали відповідне значення  $K_{ei}$ . Отримані величини  $K_{ei}$  оброблено статистично.

Швидкість насіння після сходження з криволінійної частини насіннепроводу визначали через дальність польоту насінини  $L_k$  після проходження через насіннепровід певного радіуса.

За показники бокового розсіювання насіння внаслідок косого удару прийняті кут  $\tau$  між центральною площиною та площиною траєкторії насінини, дальність польоту  $l$  та бокове відхилення від центральної площини  $c$  (рис. 9).

Після падіння насіння з фіксованої висоти  $H$  без початкової швидкості та відбивання відбивачем 2 вимірюються величини  $l$  та  $c$ . За отриманими даними визначаються статистичні характеристики досліджуваних параметрів.

Дослідження з визначення рівномірності розподілу насіння по ширині смуги висіву виконували на установці, схема якої наведена на рис. 10.

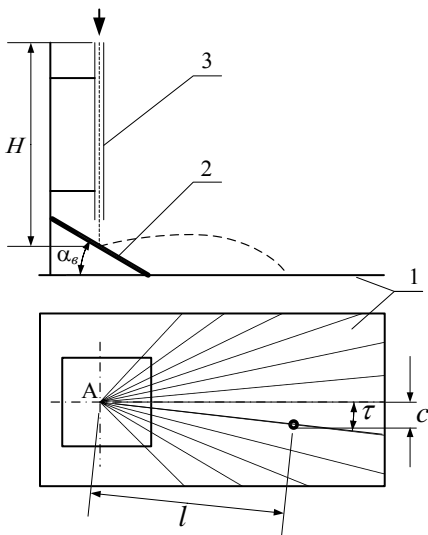


Рис. 9. Схема установки для визначення параметрів розсіювання насіння після удару об плоский відбивач: 1 – платформа; 2 – відбивач-розподільник; 3 – спрямовувач.

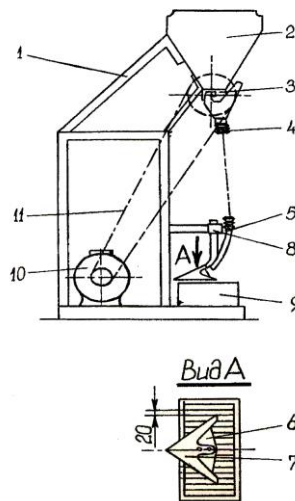


Рис. 10. Схема установки та загальний вигляд для визначення рівномірності розподілу насіння по ширині смуги висіву: 1 – рама; 2 – бункер; 3 – висівний апарат; 4, 5 – насіннепровід; 6 – розподільник; 7 – лапа; 9 – приймач; 10, 11 – привод.

Зерно кожної комірки зважували. Середні маси насіння у комірках приймали за ряд випадкових величин. Після статистичного оброблення отримували коефіцієнт варіації, який приймали за оцінку рівномірності.

При плануванні дослідів використовували матрицю плану Бокса-Бенкена для трьох факторів. За основні фактори приймали кути  $\alpha_1$  та  $\gamma$  (рис. 5) і висоту підлапового простору  $h$ .

Польові дослідження виконано згідно з діючими відповідними методиками.

У четвертому розділі **«Результати експериментальних досліджень»** визначено статистичні характеристики коефіцієнтів опору повітря та відновлення насіння, коефіцієнта зміни швидкості руху насіння по криволінійній нижній частині насіннепроводу, параметри бокового розсіювання насіння після відбивання, обґрунтовано оптимальні параметри розподільника та визначено показники якості роботи лапового сошника.

Статистичні характеристики коефіцієнта опору повітря  $K$  наведено у табл. 1.

Чітких закономірностей впливу висоти падіння на  $K$  не виявлено. Оскільки величина  $K$  для кожної культури змінюється у значних межах,

швидкість насінини до удару об розподільник теж змінюється, що сприяє якісному розподілу насіння по дну борозни. Статистичні характеристики коефіцієнта відновлення  $K_e$  визначали для насіння пшениці, ячменю та гороху. Досліди виконано при висоті падіння 0,5 м та кутах нахилу відбивної площини до горизонту  $20^\circ$  та  $30^\circ$ .

Таблиця 1

### Статистичні характеристики коефіцієнта опору повітря $K$

Культура	Значення характеристик			
	$K_{\min}$	$K_{\max}$	$m_K$	$\nu, \%$
Пшениця	0,307	3,59	1,09	45,3
Ячмінь	0,460	2,30	1,24	27,5
Горох	0,425	2,64	1,03	55,6

Отримані значення статистичних характеристик наведено в табл. 2.

Таблиця 2

### Статистичні характеристики коефіцієнта відновлення $K_e$

Характеристика	Значення характеристик при куті нахилу $\alpha_e$					
	$20^\circ$			$30^\circ$		
	пшениця	ячмінь	горох	пшениця	ячмінь	горох
Мінімальне значення	0,02	0,02	0,02	0,10	0,10	0,10
Максимальне значення	0,55	0,55	0,51	0,64	0,66	0,64
Середнє арифметичне	0,33	0,31	0,26	0,41	0,38	0,34
Коефіцієнт варіації, %	36,4	42,1	34,9	32,0	38,0	34,8

Аналізуючи дані табл. 2 слід зазначити: коефіцієнт відновлення є випадковою величиною і змінюється для різних зернових культур у значних межах (0,1–0,66). Середнє значення  $K_e$  варіює у межах від 0,26 до 0,41, а коефіцієнт варіації від 32 до 42 %. Коливання величини обумовлюють варіювання дальності польоту насіння, що сприяє кращому розподілу насіння у поперечному напрямку.

Коефіцієнти зміни швидкості під час руху насіння по криволінійній нижній частині насіннепроводу визначено з метою встановлення ступеня достовірності закономірностей впливу основних чинників процесу, отриманих за теоретичними розрахунками.

Результати досліджень наведено в табл. 3: де  $V_K$  – вхідна швидкість з урахуванням опору повітря ( $K=1,0$ ), м/с;  $V_{2T}$  – теоретична вхідна швидкість, м/с;  $V_{2E}$  – експериментальна вхідна швидкість, м/с.

Таблиця 3

### Порівняння теоретичних $K_{3VT}$ та експериментальних $K_{3VE}$ значень коефіцієнтів зміни швидкості

$H, \text{ м}$	$V_K, \text{ м/с}$	$V_{2T}, \text{ м/с}$	$V_{2E}, \text{ м/с}$	$K_{3VT}$	$K_{3VE}$	$\Delta K_{3V}, \%$
0,5	2,82	2,22	2,19	0,787	0,777	-1,2
0,75	3,37	2,57	2,68	0,764	0,795	3,9
1,0	3,72	2,80	3,11	0,753	0,836	9,9

З табл. 3 бачимо, що різниця між теоретичними та експериментальними значеннями коефіцієнта зміни швидкості не перевищує 10 %. Тому можна вважати, що достовірність теоретичних розрахунків достатньо висока.

Досліди з визначення параметрів бокового розсіювання насіння проведено при висотах падіння  $H = 0,5$  та  $1,0$  м, і кутах  $\alpha = 20$  та  $30^\circ$  (рис. 9). За результатами оброблення відповідних замірів (рис. 11) отримано такі характеристики для озимої пшениці: середнє значення кута  $\tau$  ( $m_\tau$ )  $18,1\text{--}22,1^\circ$ ;

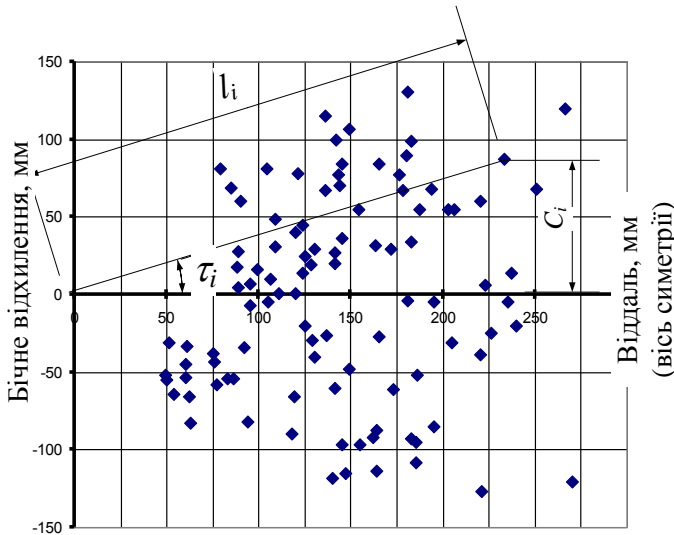


Рис. 11. Характер розміщення насіння після відбивання

коефіцієнт варіації – 60–64 %; середнє значення дальності польоту  $l$  ( $m_l$ ) –  $0,13\text{--}0,16$  м; коефіцієнт варіації – 34–37 %.

При збільшенні кута установки площини до горизонту  $\alpha$  та висоти падіння  $H$  простежується тенденція до зменшення величини  $m_\tau$  та  $m_l$ .

Значення характеристик для деяких культур різняться у межах від 7 до 11 %. Відхилення площини траєкторії польоту насіння від центральної спряє більш рівномірному розподілу насіння на дні борозни.

Основними параметрами відбивача-розподільника з плоскою поверхнею відбивання є: висота точки відбивання над дном борозни –  $H_1$ ; кут між напрямком швидкості  $V_1$ , з якою подається насіння на відбивач та горизонтальною площиною –  $\varepsilon$ ; кут між відбивною та горизонтальною площинами –  $\alpha_1$ ; кут між лінією перетину відбивної та горизонтальної площин і напрямком руху –  $\gamma$ ; висота підлапового простору –  $h$ .

За результатами попередніх досліджень нами приймається  $H_1 = 0,02$  м. За обґрунтованою нами схемою процесу відбивання  $\varepsilon = 90^\circ - \alpha_1$ .

Для обґрунтування оптимальних значень  $\alpha_1$ ,  $\gamma$  та  $h$  застосовано метод планування багатофакторного експерименту. Після опрацювання експериментальних даних отримано рівняння регресії коефіцієнта варіації розподілу насіння по ширині захвата крила лапи, яке буде мати такий вигляд:

$$v = 29 + 3,875\alpha_1 - 2,875\gamma - 11,75h + 12,65\alpha_1^2 + 8,65\gamma^2 + 7,40h^2 + 3,25\alpha_1\gamma - 2,00\gamma h \quad (12)$$

При фіксованих значеннях  $h$  рівняння регресії матимуть такий вигляд:

$$\text{- при } h = 0,02 \text{ м: } v = 1193 - 21,134\alpha_1 - 12,14\gamma + 0,0325\alpha_1\gamma + 0,127\alpha_1^2 + 0,0865\gamma^2 \quad (13)$$

$$\text{- при } h = 0,03 \text{ м: } v = 1185 - 21,134\alpha_1 - 12,34\gamma + 0,0325\alpha_1\gamma + 0,127\alpha_1^2 + 0,0865\gamma^2 \quad (14)$$

$$\text{- при } h = 0,04 \text{ м: } v = 1191 - 21,134\alpha_1 - 12,54\gamma + 0,0325\alpha_1\gamma + 0,127\alpha_1^2 + 0,0865\gamma^2 \quad (15)$$

Відповідні поверхні відгуку наведено на рис. 12. Із рисунка бачимо, що залежно від кутів  $\alpha_1$  та  $\gamma$  є мінімальні значення коефіцієнта варіації  $v$  розподілу насіння, які відповідають оптимальним величинам  $\alpha_1$  та  $\gamma$ .

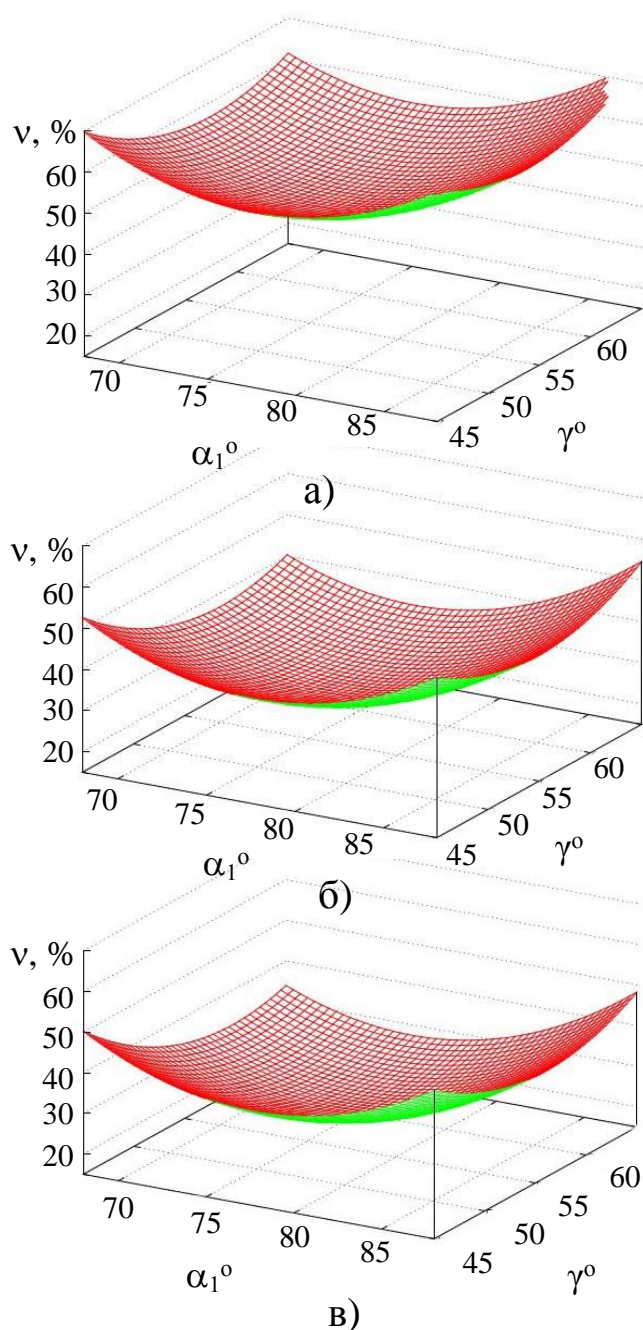


Рис. 12. Графіки залежності коефіцієнта варіації  $v$  від кутів  $\gamma$  та  $\alpha_1$ : а)  $h = 0,02$  м; б)  $h = 0,03$  м; в)  $h = 0,04$  м.

встановлювали замість дискового сошника сівалки СЗ-3,6.

Отримано такі агротехнічні показники роботи відповідно для експериментального і серійного сошників: середня глибина загортання – 3,8 і 4,1 см; коефіцієнт варіації – 15,3 і 19,7 %; кількість колосків на  $1 \text{ м}^2$  – 612 і 496; маса зерна одного колоска – 1,54 і 1,48 г.

Показник якості розподілу насіння у поперечному напрямку (коефіцієнт варіації) для експериментального сошника – 28,6 %. Розрахунковий приріст урожайності – 21,6 %.

Із збільшенням  $h$  значення  $v$  зменшується (показник поліпшується) до певного значення  $h$ , а потім не змінюється. Наприклад, при  $\alpha_1 = 78^\circ$  та  $\gamma = 55^\circ$  для  $h = 0,02$  м  $v = 48,2$  % а для  $h = 0,04$  м  $v = 24,7$  %.

Враховуючи те, що при зростанні  $h$  більше ніж на 0,03, м величина  $v$  зменшується у незначних межах, доцільною можна вважати умову  $h = 0,03$  м.

Оптимальне значення кута  $\gamma$  при  $h = 0,03$  м визначимо за рівнянням (14) за умовою  $dv/d\gamma = 0$ . Тоді при  $\alpha_1 = 78^\circ$  значення  $\gamma_{opt} = 56,6^\circ$ . Як і за даними теоретичних досліджень (рис. 8) при  $\alpha_1 = 78^\circ$  оптимальні значення кута  $\gamma$  перебувають у межах  $55$ – $60^\circ$ , що збігається з експериментальними даними.

Отже, експериментальними дослідженням обґрунтовано такі параметри призматичного відбивача-розподільника:  $\varepsilon = 90^\circ - \alpha_1 = 12^\circ$ ;  $\alpha_1 = 78^\circ$ ;  $\gamma = 56,6^\circ$ ;  $h = 0,03$  м;  $H_1 = 0,02$  м.

Польові дослідження проводилися у ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» на посіві озимої пшениці. Серійну культиваторну лапу завширшки 33 см із спеціальним стояком та відбивачем-розподільником з обґрунтованими параметрами

У п'ятому розділі «Обґрунтування режиму роботи та економічна ефективність сівалки-культиватора» обґрунтовано робочі швидкості, які забезпечують енергоощадний режим роботи і розраховано показники економічної ефективності підґрунтового-розкидного способу сівби.

При розрахунку питомих енерговитрат  $E_{ca}$  (кВт·год/га) рівняння для визначення потужності на гаку трактора  $N_T$  матиме такий вигляд:

$$N_T = N_{eH} \eta_N \eta_{MT} \left[ 1 - A_\delta + \left( B_\delta - \frac{fg}{3,6 \eta_N \eta_{MT} E_T} \right) V_P \right], \quad (16)$$

де  $N_{eH}$  – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт;

$\eta_N$  – коефіцієнт використання номінальної ефективної потужності двигуна;

$\eta_{MT}$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора;

$A_\delta$ ,  $B_\delta$  – чинники, що визначають залежність коефіцієнта буксування  $\delta$  від робочої швидкості  $V_P$  (за умови незмінного завантаження двигуна) залежністю  $\delta = A_\delta - B_\delta V_P$  (за результатами виконаного аналізу тягових характеристик для тракторів МТЗ-80 та ЮМЗ-6Л  $A_\delta = 20,6$  та  $18,5$ ;  $B_\delta = 0,99$  та  $0,90$  відповідно);

$f$  – коефіцієнт опору перекочуванню трактора;

$E_T$  – енергонасиченість трактора, кВт/т.

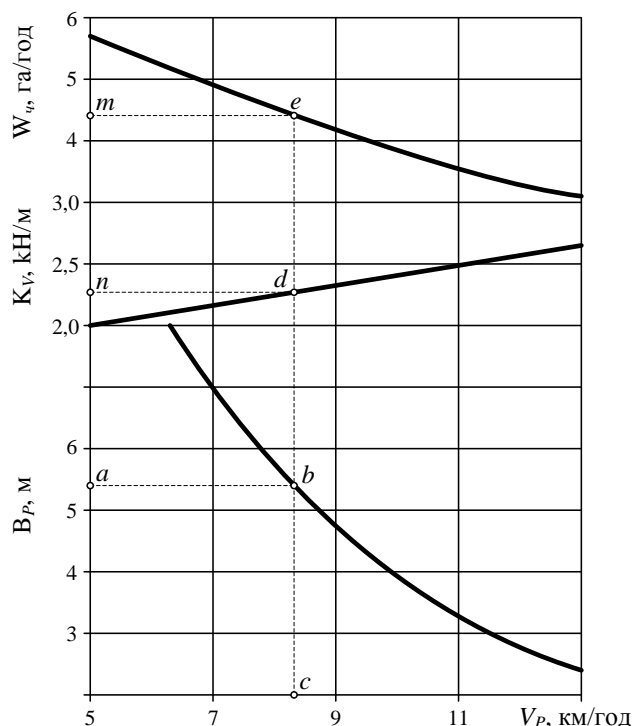


Рис. 13. Залежність ширини захвата  $V_P$ , питомого опору  $K_V$  та продуктивності  $W_c$  від робочої швидкості руху  $V_P$

Для визначення питомого опору робочої машини  $K_V$  (кН/м) використано залежність  $K_V = K_0 + K_0 \Pi (V_P - V_0)$ , де  $K_0$  – питомий опір при  $V_P = V_0 = 5$  км/год, кН/м;  $\Pi$  – темп приросту тягового опору при зростанні швидкості на 1 км/год (у частках від одиниці);  $V_P$  – робоча швидкість агрегату, км/год.

До визначення енергоощадної робочої швидкості посівного агрегату побудовано суміщені графіки залежностей ширини захвата  $V_P$ , питомого опору  $K_V$  та продуктивності  $W_c$  від робочої швидкості руху  $V_P$  за умови використання 90 % ефективної потужності двигуна трактора (рис. 13).

При побудові графіків чинники формули (16) прийнято такими:  $N_{eH} = 58$  кВт;  $\eta_N = 0,9$ ;

$\eta_{MT} = 0,9$ ;  $f = 0,18$ ;  $E_T = 18$  кВт/т;  $A_\delta = 0,206$ ;  $B_\delta = 0,99$ ;  $\Pi = 0,045$ .

Встановлено, що для МТЗ-80 більш енергоощадна робоча швидкість 8,4 км/год при ширині захвата  $B_p=5,4$  м.

Розрахунками, виконаними за відомими методиками, встановлено, що застосування сівалок для підґрунтового-розкидного способу сівби порівняно з рядковими сівалками забезпечує такі економічні показники: економія затрат праці – 0,30 люд-год/га, економія прямих експлуатаційних витрат – 159 грн/га, прибуток від додаткового врожаю – 1189 грн/га.

## ВИСНОВКИ

У дисертації теоретично і експериментально обґрунтовано раціональні параметри лапового сошника зернової сівалки-культиватора завдяки вдосконаленню його конструктивно-функціональної схеми та урахуванню статистичних характеристик насіння, що дало змогу підвищити ефективність підґрунтового-розкидної сівби.

1. За аналізом відомих технологічних схем та конструкцій робочих органів сівалок-культиваторів і результатів їх досліджень обґрунтовано доцільність при розробленні сівалок-культиваторів на базі зернових сівалок застосовувати розподільники пасивного типу, які працюють за принципом відбивання.

2. Обґрунтовано аналітичні залежності коефіцієнта зміни швидкості  $K_{sv}$  (відношення вихідної швидкості до вхідної) від конструктивних параметрів в процесі руху насіння по похилій циліндричній, верхній і нижній криволінійних ділянках насіннепроводу і в процесі відбивання. Встановлено, що нехтування опором повітря у насіннепроводі призводить до похибки більше 15 %. У процесі руху насіння по нижній криволінійній ділянці при вхідній швидкості 1,5–3 м/с втрати швидкості розподіляються так: обумовлені силою тертя від сили тяжіння насіння – 13–7 %; силою тертя від відцентрової сили – 71–82 %; силою опору повітря – 16–12 %.

3. За результатами досліджень обґрунтовано раціональну конструктивно-функціональну схему лапового сошника, особливостями якої є подача насіння на правий і лівий відбивачі окремими насіннепроводами; насіння подається на відбивач у поздовжній вертикальній площині під кутом  $\varepsilon$ , що пов'язаний з кутом установки відбивної площини до горизонталі  $\alpha_1$  рівнянням  $\varepsilon = 90^\circ - \alpha_1$ . Встановлено, що достатньо якісну рівномірність розподілу насіння ( $v=29$  % в лабораторних умовах і 28,6 % – у польових) гарантують такі значення параметрів: кут між відбивною та горизонтальною площинами  $\alpha_1=78^\circ$ ; кут між лінією перетину відбивної та горизонтальної площини і напрямком руху  $\gamma=56^\circ$ ; кут подачі насіння на відбивач у поздовжній вертикальній площині  $\varepsilon=12^\circ$ ; висота точки відбивання над дном борозни  $H_1=0,02$  м; необхідна висота підлапового простору  $h=0,03$ – $0,04$  м.

4. Аналітично встановлено залежності довжини  $L_2$  та висоти  $z_3$  підлапового простору від параметрів лапи та швидкості руху сівалки-культиватора  $V_e$  за виконаними розрахунками для типової лапи ( $b=0,33$  м) при  $V_e=2,0$ – $2,5$  м/с (7,2–9,0 км/год)  $L_2=0,17$ – $0,26$  м;  $z_3=0,031$ – $0,036$  м.

5. Експериментальними дослідженнями визначено статистичні характеристики коефіцієнта опору повітря, коефіцієнта відновлення та кута бокового відхилення траєкторій польоту насіння внаслідок косого удару. Значення характеристик для насіння пшениці, ячменю та вівса перебувають у таких межах:

- коефіцієнт опору повітря –  $m_K = (0,96...1,49) \text{ с}^{-1}$ ;  $\nu_K = (28...45) \%$ ;
- коефіцієнт відновлення –  $m_{K_e} = (0,26...0,41)$ ;  $\nu_{K_e} = (32...42) \%$ ;
- кут бокового відхилення –  $m_\tau = (15,7^\circ...24,0^\circ)$ ;  $\nu_\tau = (60...84) \%$ .

6. Розроблено графоаналітичний метод визначення енергозберігаючих режимів роботи сівалки-культиватора з урахуванням впливу швидкості агрегату на питомий опір сівалки. Встановлено доцільність агрегування тракторів класу 1,4 з сівалкою-культиватором шириною захвату 5,4 м, що дає змогу збільшити продуктивність агрегату і зменшити енергозатрати.

7. Польові випробування експериментального лапового сошника свідчать, що коефіцієнт варіації глибини зароблення насіння зменшується порівняно із серійним дисковим сошником, на 4 % (від 19,3 до 15,3 %); рівномірність розподілу насіння у поперечному напрямку становить 28,6 %; кількість колосків на 1 м<sup>2</sup> зростає на 23 % (від 496 до 612 шт.) при масі зерна одного колоска 1,48...1,54 г, що дає змогу прогнозувати збільшення урожайності на 22 %.

8. Очікувана економічна ефективність характеризується такими показниками: економія затрат праці – 0,30 люд·год/га; економія прямих експлуатаційних витрат – 159 грн/га; прибуток від додаткового урожаю – 1189 грн/га.

Результати досліджень прийняті до впровадження ПАТ «по виробництву сільськогосподарської техніки «Червона зірка» (м. Кіровоград).

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Статті опубліковані у наукових фахових виданнях України:*

1. Демидко М. О. Експериментальні дослідження розподілу насіння по ширині захвату робочого органу сівалки-культиватора / М. О. Демидко, **О. Т. Лаврінченко** // Збірник наукових праць Національного аграрного університету «Механізація сільськогосподарського виробництва». – 2000. – Т. VII. – С. 10–13. *(Здобувач провів експерименти та встановив залежність розподілу насіння по ширині захвату запропонованого робочого органу сівалки-культиватора).*

2. Демидко М. О. Експериментальне визначення коефіцієнта відновлення при ударі об похилу поверхню / М. О. Демидко, **О. Т. Лаврінченко** // Збірник наукових праць Національного аграрного університету «Механізація сільськогосподарського виробництва». – 2003. – Т. XIV. – С. 326–330. *(Здобувач провів експерименти та визначив статистичні характеристики коефіцієнта відновлення при ударі об похилу поверхню).*

3. Демидко М. О. Про результати польових дослідів по рівномірності розподілу насіння по ширині захвату робочого органу сівалки-культиватора / М. О. Демидко, **О. Т. Лаврінченко** // Науковий вісник НУБіП України. – 2010. –

Вип. 144, Ч. 2. – С. 48–52. *(Здобувач провів польові дослідження по рівномірності розподілу насіння по ширині захвату робочого органа сівалки-культиватора).*

4. Демидко М. О. Експериментальне обґрунтування математичної моделі залежності тягового опору стрільчастих культиваторних лап від швидкості руху / М. О. Демидко, С. І. Бондарев, **О. Т. Лавріненко** // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Книга 1 Сільськогосподарська техніка – XXI: конструювання, випробування, прогнозування – Дослідницьке, 2012. – Вип. 16 (30). – С. 267–273. *(Здобувач провів експерименти і обґрунтував математичну модель залежності тягового опору культиваторних лап від швидкості руху).*

5. Лавріненко О.Т. Обґрунтування енергозберігаючих режимів роботи сівалки-культиватора / **О. Т. Лавріненко** // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія «Технічні науки». –2012.– Вип. 11 (66). – С. 170–177.

6. Демидко М. О. Дослідження статистичних характеристик бокового розсіювання насіння після косоного удару об плоску поверхню / М. О. Демидко, **О. Т. Лавріненко** // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2013. – Вип. 185. – Ч. 3. – С. 117–122. *(Здобувач визначив статистичні характеристики бокового розсіювання насіння після косоного удару об плоску поверхню).*

*Стаття у науковому виданні іншої держави:*

7. Лавріненко А. Т. Статистические характеристики коэффициента сопротивления воздуха семян при его линейной зависимости от скорости движения / **А. Т. Лавріненко** // Motrol: Commission of Motorization and Entrgetics in Agriculture.–Lublin-Rzeszów, 2013.–Vol. 15, No 3.– P. 370–377.

*Матеріали і тези конференцій:*

8. Демидко М. О. Обґрунтування мінімальної ширини захвату машин для фермерського господарства / М. О. Демидко, **О. Т. Лавріненко** // Збірник наукових праць НАУ.– 1998.– Т. IV. – С. 113–118. *(Здобувач визначив мінімально необхідну ширину захвату машин для фермерського господарства).*

9. Демидко М. О. Методика визначення статистичних характеристик коефіцієнта опору повітря та аналіз їх впливу на рух насіння в робочих органах сівалки-культиватора / М. О. Демидко, **О. Т. Лавріненко** // «Технічний прогресс у сільськогосподарському виробництві»: XXII Міжнар. наук.-техн. конф. та Всеукр. конф.-семінар аспірантів, докторантів і здобувачів у галузі аграрної інженерії., 21–23 травня 2014 р.: матеріали конф. – Глеваха, 2014. – С. 234–238. *(Здобувач проаналізував вплив статистичних характеристик коефіцієнта опору повітря на рух насіння в робочих органах сівалки-культиватора).*

10. Лавріненко О. Т. Обґрунтування параметрів лапового сошника сівалки-культиватора на базі рядкової зернової сівалки / **О. Т. Лавріненко** // Збірник тез доповідей II Міжнародної наукової конференції «Інноваційний розвиток аграрної сфери», 19–21 березня 2015 р. / НДІ техніки, енергетики та інформатизації АПК НУБіП України. – Київ, 2015. – С. 73–74.

### Патент

11. Патент на корисну модель № 94700 Україна МПК (2006) *A01C 7/20*. Сошник сівалки-культиватора / М. О. Демидко, **О. Т. Лавріненко**; заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України; заявл. 12.06.2014; опубл. 25.11.2014, Бюл. № 22. (*Здобувач провів патентний пошук та сформулював формулу корисної моделі сошника сівалки-культиватора*).

### АНОТАЦІЯ

**Лавріненко О.Т. Обґрунтування параметрів сошника зернової сівалки-культиватора для підґрунтового-розкидної сівби.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2015.

Дисертаційна робота присвячена вдосконаленню технологічного процесу сівалок для підґрунтового-розкидного способу сівби, що розробляються на базі зернових рядкових сівалок.

Обґрунтовано рівняння для визначення коефіцієнта зміни швидкості насіння  $K_{зв}$  у процесі його руху по похилій циліндричній, верхній і нижній частинах тороподібних ділянок насіннепроводу та у процесі відбивання (косого удару) плоским (призматичним) відбивачем-розподільником. Встановлено достатню рівномірність розподілу насіння по дну борозни при застосуванні призматичного відбивача-розподільника завдяки випадковості коефіцієнтів опору повітря та відновлення. Обґрунтовано оптимальні параметри призматичного відбивача-розподільника. Аналітично визначено довжину та висоту підсошникового (підлапового) простору залежно від параметрів лапи та швидкості руху посівного агрегату. Виконано аналіз з метою обґрунтування енергоощадної швидкості руху. Експериментально визначено статистичні характеристики коефіцієнтів опору повітря і відновлення та параметрів відхилення траєкторії польоту насіння після відбивання.

Лабораторно-польовими дослідженнями сошника з обґрунтованими параметрами відбивача-розподільника встановлено високу його ефективність.

**Ключові слова:** підґрунтового-розкидний посів, насіннепровід, призматичний відбивач-розподільник, лаповий сошник.

### АННОТАЦИЯ

**Лавриненко А. Т. Обоснование параметров сошника зерновой сеялки-культиватора для подпочвенно-разбросного посева.** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2015.

Диссертация посвящена повышению эффективности процесса подпочвенно-разбросного посева путем совершенствования схемы и оптимизации параметров лапового сошника сеялки-культиватора.

В процессе работы над диссертацией проведен патентный поиск, проанализированы результаты имеющихся исследований и другие научно-информационные источники, касающиеся процесса подпочвенно-разбросного посева и средств его механизации.

В результате анализа обоснована целесообразность применения лаповых сошников с пассивными распределителями при разработке сеялок-культиваторов на базе зерновых рядковых сеялок. Из двух принципов изменения направления скорости в процессе распределения семян – отражение (косой удар) и скольжение по криволинейной поверхности выбран первый, (косой удар), поскольку ему необходима сравнительно меньшей высоты камера распределения (подлапового пространства), которая обеспечивает более надежную в работе конструкцию сошников.

Поскольку важным фактором качества распределения семян является скорость их поступления на пассивный распределитель, с целью выявления возможных потерь обоснованы уравнения, определяющие коэффициенты изменения скорости (отношение скорости после прохода рабочего органа к скорости при входе в него) в процессе движения по наклонному цилиндрическому, верхней и нижней частях криволинейных торообразных участков семяпровода и в процессе отражения плоским (призматическим) отражателем-распределителем. Аналогично определены параметры траектории полета в подлаповом пространстве после отражения. Анализируя уравнения, определены диапазоны оптимальных параметров отражателя-распределителя.

Установлена достаточно приемлемая равномерность распределения семян по дну борозды при применении призматического отражателя-распределителя, благодаря случайности коэффициентов сопротивления воздуха и восстановления.

Экспериментально определены статистические характеристики этих коэффициентов и угла отклонения реальных плоскостей траекторий полета семян от теоретической. Аналитически определены размеры (длина и высота) подлапового пространства, образуемого благодаря полету почвы после схождения с крыла лапы.

В результате выполненных исследований обоснована рациональная схема лапового сошника. Основные ее особенности: в правый и левый отражатель-распределитель семена подаются отдельными семяпроводами; подача семян на отражатель осуществляется в вертикальной плоскости, параллельной направлению движения сошника под углом  $\varepsilon$  к горизонтали равным углу между плоскостью отражения и вертикалью. Обоснованы следующие оптимальные параметры лапового сошника: угол между направлением подачи семян и горизонтальной плоскостью –  $\varepsilon = 12^\circ$ ; угол между отражающей и горизонтальной плоскостями –  $\alpha_1 = 90^\circ - \varepsilon = 78^\circ$ ; угол между линией пересечения, отражающей и горизонтальной плоскостями и направлением движения сошника

–  $\gamma=56^\circ$ ; высота точки отражения над дном борозды  $H_1=0,02$  м; необходимая высота подлапового пространства  $h=0,03–0,04$  м.

Обоснован графоаналитический метод определения энергосберегающего режима работы сеялки-культиватора с учетом влияния скорости агрегата на удельное сопротивление сеялки-культиватора и коэффициент буксования трактора. Определена целесообразность агрегатирования тракторов класса 1,4 с сеялкой-культиватором с шириной захвата 5,4 м.

Лабораторно-полевыми исследованиями экспериментального лапового сошника по сравнению с дисковым получены более высокие показатели: коэффициент вариации глубины заделки 19,3 и 15,3 %; количество колосков на  $1\text{ м}^2$  – 496 и 612 шт.; масса зерна колоска – 1,54 и 1,48 г. Прогнозируемое увеличение урожайности составляет до 22 %

Ожидаемая экономическая эффективность характеризуется такими показателями: экономия затрат труда – 0,30 ч/га; экономия прямых эксплуатационных издержек – 159 грн/га; доход за счет увеличения урожая – 1189 грн/га.

**Ключевые слова:** подпочвенно-разбросной посев, семяпровод, призматический отражатель-распределитель, лаповый сошник.

#### ANNOTATION

**Lavrinenko O.T. Foundation coulter seed drill parameters cultivator subsoil-spreading for sowing.** – Manuscript.

The dissertation for scientific degree of candidate of technical sciences on specialty 05.05.11 – machinery and mean of mechanization of agricultural production. – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2015.

Dissertation thesis is devoted to improving of sowing process for seed drills.

Based on theoretical considerations, equations were presented to determine the change of seed speed within its movement on inclined cylindrical surface of seed tube. The reflection process (oblique impact) was described for the flat (prismatic) reflector-distributor. We determined the sufficient seed distribution on the seed-boot under random coefficients of air resistance and recovery and also evaluated optimal parameters of the prismatic reflector.

With the aim to minimize energy spending we analytically defined the length and height below coulter in dependence on its geometric parameters and speed of seed drill. Coefficients of air resistance and recovery were determined experimentally and statistically described. Deviation of seeds trajectory after reflection was measured.

Field researches of coulter allowed evaluating parameters of the prismatic reflector-distributor and confirmed its effectiveness.

**Key words:** subsoil-spreading for sowing, seed tube, prismatic reflector-distributor, coulter.