

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

«Механізація вирощування гречки з дослідженням висівного апарата
сівалки ССТ–12»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи АІ-24М-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Шевченко Максим Олегович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Сергій МОРОЗ

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

професор, докт. техн. наук

_____ Віктор АУЛІН

« ____ » _____ 2025 р.

м. Кропивницький

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–6	Сергій МОРОЗ		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	22.12.2025 р.	
2	Графічна частина	22.12.2025 р.	
3	Захист роботи	23.12.2025 р.	

Дата видачі завдання

«___» _____ 2025 р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2025 р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Тема: «Механізація вирощування гречки з дослідженням висівного апарата сівалки ССТ–12»

Технологія вирощування, гречка, висівний апарат, комірка, відбір, подрібнення

У магістерській роботі розглянуто питання підвищення ефективності технології вирощування гречки шляхом удосконалення висівного апарата сівалки ССТ–12. Встановлено, що від якості роботи висівного апарата залежать втрати врожаю та кінцева урожайність культури. Для забезпечення якісної його роботи проведено аналіз умов відбору насінин дозуючим пристроєм та визначено його основні недоліки, що обмежують якість його роботи.

У роботі виконано теоретичні дослідження впливу конструктивно–технологічних параметрів удосконаленої конструкції висівного апарата на якісні показники його роботи.

Це дозволило підвищити якість висіву насіння культури, зменшити норми висіву а також пошкодження та руйнування насінин під час роботи дозуючого пристрою.

Результати роботи можуть бути використані під час модернізації бурякових сівалок точного висіву сімейства ССТ та впровадження енергоощадних технологій при вирощуванні гречки різними сільськогосподарськими підприємствами.

Abstract

Topic: "Mechanization of buckwheat cultivation with research of the sowing device of the SST-12 seeder"

Cultivation technology, buckwheat, sowing device, cell, selection, grinding

The master's thesis considers the issue of increasing the efficiency of buckwheat cultivation technology by improving the sowing device of the SST-12 seeder. It was established that crop losses and the final yield of the crop depend on the quality of the sowing device. To ensure its high-quality work, an analysis of the conditions for seed selection by the dosing device was carried out and its main shortcomings were identified that limit the quality of its work.

The work carried out theoretical studies of the influence of the structural and technological parameters of the improved design of the sowing device on the quality indicators of its work.

This allowed to improve the quality of sowing of crop seeds, reduce sowing rates, as well as damage and destruction of seeds during the operation of the dosing device.

The results of the work can be used during the modernization of precision seeding beet seeders of the SST family and the introduction of energy-saving technologies in the cultivation of buckwheat by various agricultural enterprises.

Зміст

	стор.
Вступ.....	5
2. Технологічна частина.....	7
3. Наукова частина.....	21
4. Охорона праці.....	47
5. Обґрунтування ефективності вдосконалень.....	51
Висновки.....	52
Список використаної літератури.....	54
Додатки.....	

ВСТУП

Для забезпечення населення продуктами харчування велике значення має збільшення виробництва гречки для забезпечення населення продуктом харчування та одного з компонентів продовольчої безпеки населення.

Вона належить до групи високоефективних зернових культур, що займають важливе місце в асортименті продовольчого та кормового зерна в умовах помірного клімату. Її вирощування зумовлене не лише продовольчою значимістю, а й здатністю адаптуватись до умов з неідеальною агротехнікою, низького рівня родючості ґрунтів та нестабільної вологості. Однак для формування високого рівня врожайності гречки необхідною умовою є точне дотримання всіх елементів технології вирощування, серед яких особлива увага приділяється правильній організації посіву. Саме посівні операції визначають густоту стояння рослин, їх рівномірність у ряду та оптимальне використання площі, що, в свою чергу, впливає на ріст і розвиток рослин, конкуренцію з бур'янами та формування продуктивності.

Сучасний розвиток аграрного виробництва неможливий без широкого впровадження механізованих технологій, здатних забезпечити якісне виконання операцій у стислі агротехнічні строки. У загальному комплексі механізації значну роль відіграють посівні агрегати, а саме – сівалки точного висіву, які гарантують рівномірне розміщення насіння на заданій глибині з мінімальними відхиленнями. Враховуючи біологічні особливості гречки, що включають невеликий розмір насіння та чутливість до умов загортання в ґрунт, застосування сівалок з високою точністю дозування та контролю висіву стає одним із ключових факторів підвищення ефективності технології.

Аналіз сучасного стану механізації посіву зернових культур свідчить про постійне вдосконалення конструкторських рішень у сфері сівалок точного висіву. Це виражається у підвищенні надійності дозуючих механізмів, автоматизації процесів контролю, а також адаптивності до різних фізико-механічних властивостей насіння. Для гречаної групи культур актуальними

залишаються проблеми забезпечення стабільної роботи посівної техніки за мінливих агрофізичних умов, необхідність формування оптимальної структури посівного апарату, а також вдосконалення методів розрахунку режимів роботи.

У зв'язку з цим виникає потреба у комплексному дослідженні технологічних параметрів механізованих посівних агрегатів при вирощуванні гречки, зокрема сівалки точного висіву, їх впливі на якість виконання операцій та кінцеві показники продуктивності рослин. Об'єктом дослідження в роботі є технологічний процес посіву гречки, а предметом – конструкційно–технологічні особливості сівалки точного висіву та їх вплив на якість посіву.

Метою даної кваліфікаційної роботи є удосконалення механізації посіву гречки через дослідження роботи сівалки точного висіву.

Результати дослідження мають теоретичну та практичну значущість, оскільки вони сприятимуть підвищенню ефективності механізації технології вирощування гречки, зниженню витрат на виконання посівних операцій, а також покращенню структури посіву, що в подальшому позитивно вплине на формування стабільної врожайності культури.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технології вирощування гречки

Гречка (*Fagopyrum esculentum* Moench) займає особливе місце в системі землеробства України завдяки поєднанню продовольчої, агроекологічної та економічної цінності. Вона традиційно належить до стратегічних круп'яних культур, що формують внутрішню продовольчу безпеку держави. Попри порівняно невеликі посівні площі, гречка відіграє важливу роль у диверсифікації сівозмін, зменшенні фітосанітарного навантаження та раціональному використанні ґрунтово–кліматичних ресурсів.

В умовах України гречка вирощується переважно в Лісостепу та Поліссі, але за відповідної адаптації технологій її посіви поширюються й у північному Степу. Культура відзначається коротким вегетаційним періодом, високою пластичністю до строків сівби та здатністю формувати врожай за обмеженого мінерального живлення. Саме ці властивості зумовили поширення як інтенсивних, так і ресурсозберігаючих технологій її вирощування, включно з органічним землеробством.

Раціональне розміщення гречки в сівозміні є ключовою умовою формування стабільного врожаю. В Україні традиційно застосовуються польові та зернопросапні сівозміни, у яких гречка виконує функцію культури–фітосанітара. Вона ефективно пригнічує розвиток бур'янів завдяки швидкому росту надземної маси на початкових етапах органогенезу та значному затіненню поверхні ґрунту.

Найкращими попередниками для гречки вважаються просапні культури (картопля, кукурудза на силос, цукрові буряки), зернобобові та озимі зернові. Після них ґрунт, як правило, має покращену структуру, менше засмічений бур'янами і характеризується достатнім запасом доступної вологи. Значна увага приділяється також використанню гречки як післяжнивної культури, особливо в умовах північного Лісостепу та Полісся. Такий підхід дозволяє ефективніше

використовувати агрокліматичний потенціал вегетаційного періоду та підвищити загальну продуктивність ріллі.

Небажаними попередниками є ярі зернові культури, соняшник і сорго, які виснажують ґрунт і залишають після себе значну кількість пожнивних решток, що ускладнює якісну підготовку посівного ложа.

Система обробітку ґрунту під гречку в Україні формується з урахуванням біологічних особливостей культури та регіональних ґрунтово–кліматичних умов. Основна мета обробітку – створення дрібногрудкуватого, вирівняного посівного шару з оптимальним водно–повітряним режимом.

Після стерньових попередників застосовують луцення стерні на глибину 6–8 см дисковими або лемішними знаряддями. За значної забур'яненості поля проводять повторне луцення або комбінований обробіток із використанням плоскорізів. Основний обробіток ґрунту найчастіше виконують восени шляхом оранки на глибину 20–22 см, хоча в сучасних технологіях дедалі ширше застосовуються мінімальні та поверхневі системи обробітку.

Навесні ґрунт ретельно вирівнюють і розпушують боронами або комбінованими агрегатами. Особливо важливо уникати перезволоження та утворення ґрунтової кірки, оскільки насіння гречки має обмежену енергію проростання і чутливе до ущільнення ґрунту.

Строки та спосіб сівби гречки мають вирішальний вплив на формування архітектоніки посіву, розвиток вегетативної та генеративної маси, ефективність використання світлових, водних і поживних ресурсів, а також на рівень урожайності та якість зерна. У вітчизняній практиці землеробства найбільш поширеними є вузькорядний (рядковий) та широкорядний способи сівби, кожен із яких має власні агротехнічні переваги та обмеження.

Вузькорядний спосіб передбачає розміщення рядків гречки з міжряддям 12–15 см, що забезпечує відносно рівномірний розподіл рослин по площі живлення. Цей спосіб є традиційним для більшості зернових культур і широко застосовується в умовах достатнього зволоження та високої культури землеробства.

Основною перевагою вузькорядного способу є швидке змикання рослин у міжряддях. Уже на початкових етапах росту гречка формує щільний рослинний покрив, який істотно зменшує проникнення світла до поверхні ґрунту. Це створює несприятливі умови для проростання та розвитку бур'янів, що особливо важливо з огляду на обмежені можливості хімічного захисту культури. Таким чином, вузькорядний посів має виражений агрофітоценотичний ефект, спрямований на природне пригнічення небажаної рослинності.

За вузькорядної сівби рослини гречки зазнають більшої конкуренції між собою за елементи живлення та вологу. У результаті формується менша кількість бічних пагонів, а генеративні органи зосереджуються переважно на головному стеблі. Це сприяє вирівняності посівів за висотою та більш одночасному досягненню зерна, що є позитивним фактором під час прямого комбайнування.

Разом із тим, підвищена густина стояння рослин за вузькорядної сівби може призводити до зниження маси 1000 зерен, особливо в умовах дефіциту вологи та поживних речовин. Крім того, ущільнений травостій гірше вентилується, що в окремі роки створює передумови для розвитку грибних захворювань у нижньому ярусі посівів.

Вузькорядний спосіб сівби є найбільш доцільним:

- у районах із достатнім і стабільним зволоженням;
- на полях із низьким або середнім рівнем забур'яненості;
- за використання рядкових зернових сівалок;
- у разі орієнтації на пряме комбайнування врожаю.

Широкорядний спосіб передбачає розміщення рядків гречки з міжряддям 45 см (рідше 60 см), що істотно змінює просторову структуру посіву та умови росту рослин. Цей спосіб традиційно використовується в зонах з недостатнім зволоженням, а також у господарствах, які застосовують інтенсивні агротехнічні заходи догляду.

Головною перевагою широкорядного способу є збільшення індивідуальної площі живлення кожної рослини. За таких умов гречка формує більш розгалужену надземну частину з більшою кількістю бічних пагонів і суцвіть. Це сприяє формуванню крупнішого зерна та підвищенню маси 1000 зерен, що особливо важливо для виробництва якісної крупи.

Широкі міжряддя забезпечують кращу аерацію посівів і зменшують ризик розвитку хвороб у періоди підвищеної вологості повітря. Крім того, цей спосіб створює сприятливі умови для проведення міжрядних культивацій, які поєднують функції механічного знищення бур'янів, розпушування ґрунту та збереження вологи шляхом руйнування ґрунтової кірки.

Водночас широкорядний спосіб сівби має й певні недоліки. На початкових етапах росту рослин міжряддя тривалий час залишаються відкритими, що створює умови для активного росту бур'янів. За відсутності своєчасних міжрядних обробітків це може призвести до значного зниження продуктивності посівів. Крім того, за нерівномірного розвитку рослин можливе розтягування періоду цвітіння та досягання, що ускладнює вибір оптимальних строків збирання.

Широкорядний спосіб є найбільш доцільним:

- у зонах обмеженого вологозабезпечення;
- на ґрунтах із високою потенційною родючістю;
- за наявності технічної можливості виконувати міжрядні культивації;
- у разі вирощування гречки за ресурсозберігаючими або органічними технологіями.

Вибір між вузькорядним і широкорядним способами сівби не має універсального рішення та повинен ґрунтуватися на комплексній оцінці природно-кліматичних умов, рівня інтенсифікації виробництва та матеріально-технічного забезпечення господарства. У практиці українського землеробства дедалі частіше застосовується комбінований підхід, за якого спосіб сівби коригується залежно від конкретних умов року та стану поля.

Гречка належить до культур з відносно невисокими вимогами до мінерального живлення, проте вона чутлива до дефіциту доступних форм фосфору та калію. В українських технологіях удобрення базується на результатах агрохімічного аналізу ґрунту та попередника.

Азотні добрива застосовують у помірних дозах, оскільки їх надлишок спричиняє надмірний розвиток вегетативної маси та зниження інтенсивності цвітіння. Фосфорні й калійні добрива сприяють формуванню потужної кореневої системи, підвищенню стійкості до посухи та покращенню якості зерна.

В останні роки поширюється практика передпосівної обробки насіння мікробіологічними препаратами та мікроелементами (бор, марганець, молібден), що позитивно впливає на енергію проростання і стійкість рослин до стресових умов.

Захист гречки в Україні переважно базується на агротехнічних методах. Через високу чутливість культури до гербіцидів хімічний захист обмежений і застосовується лише за крайньої необхідності. Основними заходами догляду є боронування у фазі сходів, міжрядні культивації та підтримання оптимальної густоти стояння рослин.

Шкідники та хвороби зазвичай не завдають значної шкоди посівам, проте в окремі роки можливе ураження гречки попелицями, блішками та грибними захворюваннями. У таких випадках доцільним є використання біологічних засобів захисту.

Гречка характеризується нерівномірним досяганням зерна, що ускладнює вибір оптимальних строків збирання. В Україні застосовують пряме комбайнування або роздільний спосіб, залежно від стану посівів і погодних умов. Оптимальною вважається вологість зерна 15–17%, що забезпечує мінімальні втрати та високу якість крупи.

Після збирання зерно потребує очищення та, за необхідності, досушування до кондиційної вологості, що є важливим етапом формування товарної продукції.

2.2. Удосконалення технологічної карти на вирощування гречки

Традиційні способи сівби гречки (рядкова чи широкорядна) мають свої недоліки: нерівномірне розміщення насіння, обмежена площа живлення або значний розвиток бур'янів у міжряддях.

На сучасному ринку сільгосптехніки для зернових культур використовують різні типи сівалок, але найвдаліший вибір для гречки – це прецизійні зернові або комбіновані сівалки з можливістю регулювання висіву насіння. Але вони мають один вагомий недолік – висока вартість, що одразу обмежує можливість їх придбання дрібним та середнім виробникам сільськогосподарської продукції. Тому виходом з цієї ситуації є удосконалення конструкції наявної сівалки точного висіву.

Удосконалена конструкція сівалки повинна забезпечувати можливість висіву тонкосидячих насінин (гречки) з мінімальними пошкодженнями. Система висіву має забезпечувати точне дозування навіть дрібного насіння, без закупорок і з пропорційною подачею насіння незалежно від вологості ґрунту чи забур'яненості.

Можливість широкорядної сівби – щоб використовувати переваги міжрядних обробітків, поліпшити аерацію та доступ вологи до рослин.

Міжнародні дослідження у техніці сівби показали, що дворядні пристрої висіву з двома лініями насіння в одному агрегаті можуть підвищувати врожайність за рахунок кращого забезпечення площі живлення і більш ефективного розміщення рослин.

Одне з ключових агротехнічних удосконалень – це широкорядна сівба з використанням спеціально налаштованих сівалок. Як зазначають агрономічні джерела, широкорядна сівба гречки з міжряддям ~45 см сприяє підвищенню врожайності порівняно з суцільними посівами, за умови міжрядних обробітків, які зменшують бур'янистість та покращують водообмін у шарі коренів.

Це дає можливість поєднувати:

широкорядну сівбу для кращого проникнення світла й повітря;

міжрядні культивачі або ґрунтообробку для боротьби з бур'янами; регульовану норму висіву відповідно до типу ґрунту та умов зволоження. Спільне використання широкорядної сівалки з удосконаленою висівною секцією та ефективними міжрядними обробітками створює основу сучасної системи вирощування гречки з потенційним підвищенням урожайності та економічної ефективності.

2.3. Розрахунки машинно–тракторного агрегату

Враховуючи агротехнічні вимоги до сівби гречки в типовій технології застосовувався посівний агрегат, до складу якого входять трактор МТЗ–80 та сівалка СЗ–3,6, а за нової – трактор CASE IH Farmall JX110 і сівалка ССТ–12.

Визначаємо робочі передачі, при яких може виконуватись дана операція і відповідні цим передачам зусилля на гаку:

$$\begin{aligned} v_{\delta} &= 4,26 \text{ км/год}; & P_{\text{зак}\delta} &= 14 \text{ кН}; \\ v_{\text{нр}} &= 6 \text{ км/год}; & P_{\text{закнр}} &= 25,0 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Тягове зусилля трактора

$$P_{\text{зак}} = P_{\text{н.зак}} - G_{\text{тр}} \cdot i, \quad (2.1)$$

де $P_{\text{н.зак}}$ – номінальне тягове зусилля трактора, кН;

$G_{\text{тр}\delta}$ – вага трактора, $G_{\text{тр}\delta} = 33,4$ кН, $G_{\text{трнр}} = 38,24$ кН;

i – середнє значення величини підйому поля, $i = 0,03$

$$P_{\text{зак}\delta}^{\delta} = 14 - 33,4 \cdot 0,03 = 12,99 \text{ кН}; \quad P_{\text{закнр}}^{\text{нр}} = 25,0 - 38,24 \cdot 0,03 = 23,85 \text{ кН}.$$

Максимальна ширина захвату:

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{зак}}}{K + R_i}, \quad (2.2)$$

де K – питомий опір сівалки, $K_{\delta} = 1,65$ кН/м, $K_{\text{нр}} = 0,95$ кН/м;

R_i – опір на подолання підйому

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i, \quad (2.3)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату сівалки, $B_{K\delta} = 3,6$ м, $B_{K\text{нр}} = 5,4$ м;

G_M – маса сівалки, $G_{M\delta}=12,5$ кН, $G_{Mnp}=11,5$ кН

$$R_{i\delta} = \frac{12,5}{3,6} \cdot 0,03 = 0,104 \text{ кН/м}; \quad R_i = \frac{11,5}{5,4} \cdot 0,03 = 0,064 \text{ кН/м};$$
$$B_{\max}^{\delta} = \frac{14}{1,65 + 0,104} = 7,94 \text{ м}; \quad B_{\max}^{np} = \frac{25}{0,95 + 0,064} = 24,65 \text{ м}.$$

Кількість сівалок в агрегаті:

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_K}, \quad (2.4)$$

$$n_c^{\delta} = \frac{7,94}{3,6} = 2,21; \quad n_c^{np} = \frac{24,65}{5,4} = 4,56.$$

Приймаємо $n_{\delta}=1$; $n_{np}=1$.

Тяговий опір агрегату:

$$R = (K + R_i) \cdot B_K \cdot n_c; \quad (2.5)$$

$$R_{agr}^{\delta} = (1,65 + 0,104) \cdot 3,6 \cdot 1 = 6,37 \text{ кН};$$

$$R_{agr}^{np} = (0,95 + 0,064) \cdot 5,4 \cdot 1 = 5,48 \text{ кН}.$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\eta = \frac{R_{agr}}{R_{зак}}, \quad (2.6)$$

$$\eta_{mz}^{\delta} = \frac{6,37}{14} = 0,41; \quad \eta_{mz}^{np} = \frac{5,48}{25} = 0,22.$$

Коефіцієнт тягового зусилля не перевищує допустиме значення 0,96.

Змінна продуктивність агрегату:

$$W_{zm} = 0,1 B_p \cdot v_p \cdot T_p, \quad (2.7)$$

де B_p – робоча ширина захвату сівалки:

$$B_p = B_K \cdot \beta, \quad (2.8)$$

де β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату, $\beta=1,0$.

Отже,

$$B_p^{\delta} = 3,6 \cdot 1,0 = 3,6 \text{ м}; \quad B_p^{np} = 5,4 \cdot 1 = 5,4 \text{ м};$$

V_p – робоча швидкість агрегату

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.9)$$

де V_T – теоретична швидкість агрегату, км/год;

δ – коефіцієнт буксування, $\delta=12\%$

$$v_p^{\delta} = 4,26 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 3,75 \text{ км/год}; \quad v_p^M = 6 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 5,28 \text{ км/год};$$

T_p – чистий робочий час, год:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.10)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, год. Приймаємо $T_{зм}=8,0$ год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, при довжині гонів 1000 м $\tau=0,8$.

Отже:

$$T_p = 8 \cdot 0,8 = 6,4 \text{ год.}$$

Змінна продуктивність

$$W_{зм}^{\delta} = 0,1 \cdot 3,75 \cdot 3,6 \cdot 6,4 = 8,64 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^M = 0,1 \cdot 5,28 \cdot 5,4 \cdot 6,4 = 18,25 \text{ га/зм.}$$

Витрати палива на 1 га площі:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (2.11)$$

де $W_{зм}$ – змінна продуктивність, га/зм;

$Q_{зм}$ – витрата палива за зміну, кг/зм

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \quad (2.12)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – годинні витрати палива при виконанні сівби, холостому русі,

на зупинках, відповідно, для МТЗ–80 $Q_p=15,5$ кг/год; $Q_x=9,8$ кг/год;

$Q_z=2,1$ кг/год, для CASE IH Farmall JX110 – $Q_p=13,4$ кг/год; $Q_x=8,5$ кг/год;

$Q_z=1,2$ кг/год;

T_p, t_x, t_z – відповідно, час робочих і холостих рухів, час зупинок:

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, \quad (2.13)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, $T_{зм}=8,0$ год;

Отже,

$$t_x = t_z = \frac{8 - 6,4}{2} = 0,8 \text{ год.}$$

Таким чином

$$Q_{з\text{м}\bar{b}} = 15,5 \cdot 6,4 + 9,8 \cdot 0,8 + 2,1 \cdot 0,8 = 108,72 \text{ кг/з\text{м}};$$

$$Q_{з\text{м}m} = 13,4 \cdot 6,4 + 8,5 \cdot 0,8 + 1,2 \cdot 0,8 = 93,52 \text{ кг/з\text{м}}.$$

Тоді витрати палива на 1 га становлять:

$$Q_{за}^{\bar{b}} = \frac{108,72}{8,64} = 12,58 \text{ кг/год}; \quad Q_{за}^m = \frac{93,52}{18,25} = 5,12 \text{ кг/год}.$$

На підставі проведених визначень параметрів обираємо агрегат, до складу якого входять трактор CASE IH Farmall JX110 та сівалка ССТ-12, у якого більша продуктивність та менші витрати палива.

2.4. Розробка операційно-технологічної карти посіву гречки

Орієнтовна величина поворотної смуги при петльових грушовидних поворотах:

$$E = 3R_{\min} + L_a, \quad (2.14)$$

де R_{\min} – мінімальний радіус повороту;

L_a – кінематична довжина агрегату, м.

Мінімальний радіус повороту агрегату з колісного трактора та начіпною машиною:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B_p = 1,7 \cdot 5,4 = 9,18 \text{ м}.$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою:

$$L_a = L_{mp} + L_M, \quad (2.15)$$

де L_{mp} – кінематична довжина трактора, $L_{mp}=1,1$ м;

L_M – кінематична довжина машини, $L_M=1,8$ м.

Отже,

$$L_a = 1,1 + 1,8 = 2,9 \text{ м}.$$

Отримані значення підставляємо у (2.14) і отримуємо:

$$E = 3 \cdot 9,18 + 2,9 = 30,44 \text{ м}.$$

Ширина поворотної смуги повинна бути кратною ширині захвату агрегату

$$E = K \cdot B_p, \quad (2.16)$$

де $K = \frac{E}{B_p},$

$$K = \frac{30,44}{5,4} = 5,64.$$

Приймаємо $K=6$.

Отже,

$$E = 6 \cdot 5,4 = 32,4 \text{ м.}$$

Довжина виїзду агрегату:

$$e = 0,1 \cdot L_a. \quad (2.17)$$

Отже,

$$e = 0,1 \cdot 2,9 = 0,29 \text{ м.}$$

Орієнтовна оптимальна ширина загінки:

$$C_{opt} = \frac{n_{зм} \cdot W_{зм} \cdot 10^4}{L}, \quad (2.18)$$

де $n_{зм}$ – кількість змін, приймаємо $n_{зм}=2$;

L – довжина гону, $L=1000$ м

$$C_{opt} = \frac{2 \cdot 18,25 \cdot 10^4}{1000} = 365 \text{ м.}$$

Кількість проходів агрегату в одній загінці

$$n = \frac{C_{opt}}{B_p} = \frac{365}{5,4} = 67,59.$$

Приймаємо $n=68$. Тоді

$$C = n \cdot B_p = 68 \cdot 5,4 = 367,2 \text{ м.}$$

Кількість загінок визначаємо за формулою

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \quad (2.19)$$

де F – площа поля, $F=78$ га;

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 78}{1000 \cdot 367,2} = 2,12 \text{ шт.}$$

Отже, приймаємо на одному полі одну загінку шириною $C_1=367,2$ м і одну загінку шириною $C_2 = C_1 \cdot 1,12 = 412,8$ м.

Коефіцієнт робочих ходів

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.20)$$

де L_p, L_x – середнє значення робочої довжини загінки і холостого ходу.

Для човникового способу руху

$$L_p = L - 2 \cdot E; \quad (2.21)$$

$$L_x = 6R + 2 \cdot l, \quad (2.22)$$

де l – довжина виїзду агрегату

$$l = 0,5L_a = 0,5 \cdot 2,9 = 1,45 \text{ м};$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 32,4 = 935,2 \text{ м};$$

$$L_x = 6 \cdot 9,18 + 2 \cdot 1,45 = 57,98 \text{ м.}$$

Тоді

$$K_p = \frac{935,2}{935,2 + 57,98} = 0,94.$$

Коефіцієнт близький до одиниці, що вказує на високе використання робочого часу.

Тривалість одного циклу

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n, \quad (2.23)$$

де t_n – час повороту в кінці загінки, $t_n=1,0$ хв.

$$T_u = \frac{12 \cdot 935,2}{10^2 \cdot 5,28} + 2 \cdot 1,75 = 24,75 \text{ хв} \approx 0,413 \text{ год.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_u \cdot \tau, \quad (2.24)$$

де τ – коефіцієнт використання робочого часу циклу, $\tau=0,8$.

$$W_u = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 5,28 \cdot 0,413 \cdot 0,8 = 0,94 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_u = \frac{W_{zm}}{W_u}, \quad (2.25)$$

$$n_u = \frac{18,25}{0,94} = 19,41 \text{ цикл/зм.}$$

Витрати палива за цикл

$$Q_u = Q_{ca} \cdot W_u, \quad (2.26)$$

$$Q_u = 5,12 \cdot 0,94 = 4,81 \text{ кг/зм.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту.

Висновки по розділу

Проведений аналіз типової технології вирощування гречки сільськими господарствами, показує на те що сприятливі умови нашого регіону дозволяють вирощувати гречку та отримувати стабільні врожаї.

Застосування сучасних методів та технологій проведення технологічних операцій на різних етапах вегетації рослин сільськогосподарських культур дозволяє застосовувати сучасні засоби агрохімії.

Тому згідно завдання обираємо напрямок удосконалення технології – процес посіву насіння гречки сівалкою точного висіву ССТ–12.

На підставі проведеного аналізу технології вирощування гречки формулюємо мету та задачі досліджень визначаємо об'єкт та предмет досліджень.

Мета дослідження: підвищення якості роботи сівалки точного висіву шляхом обґрунтування параметрів висівного апарата.

Задачі досліджень:

1. Дослідити процес заповнення групових чарунок насінням.

2. Встановити вплив конструктивно–технологічних параметрів висівного апарата на якісні показники його роботи.

Об'єкт дослідження: процес роботи висівного апарата сівалки точного висіву.

Предмет дослідження: конструктивні та технологічні параметри висівного апарата сівалки точного висіву.

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Опис об'єкту розробки

Сівалка ССТ-12 призначена для пунктирного посіву каліброваного і дражованого насіння цукрових і кормового буряків з одночасним внесенням в рядки гранульованих мінеральних добрив.

Сівалка ССТ-12 забезпечує посів проса, гречки, сої, квасолі (крім крупних сортів), а також великих норм дражованого насіння буряків цукрових.

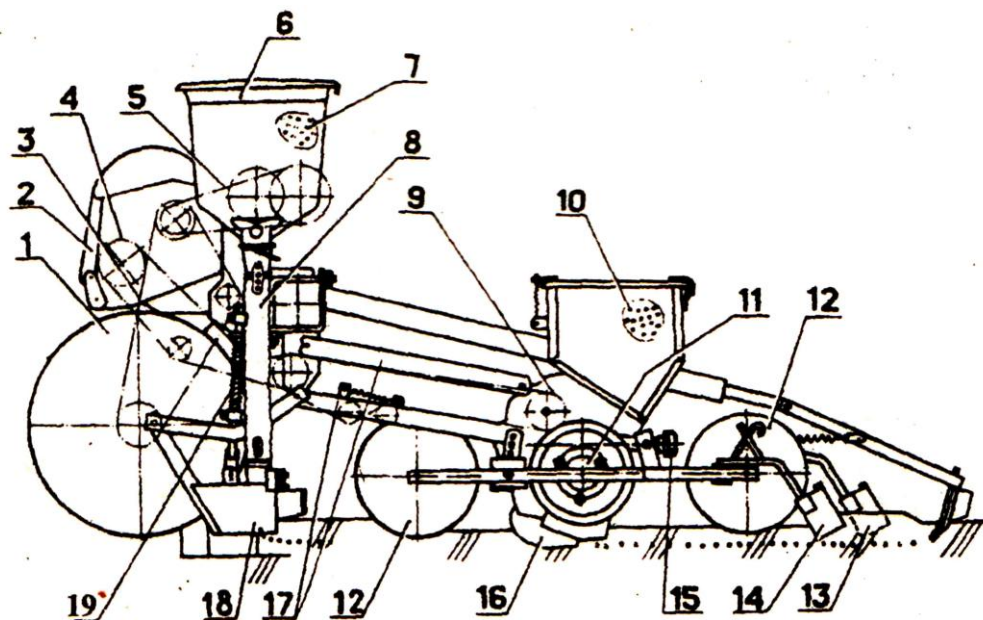


Рис. 3.1. Сівалка ССТ-12

1 – опорно-приводні колеса; 2 – механізм передач; 3 – ланцюгова передача; 4 – вихідний вал; 5 – ланцюг; 6 – туковисівні апарати; 7 – мінеральні добрива; 8 – тукопровід; 9 – зірочки; 10 – бункер; 11 – висівні апарати; 12 – прикочуюче колесо; 13 і 14 – пластинчасті загортачі; 15 – регулювальний пристрій; 16 – сошник; 17 – паралелограмний механізм; 18 – туковий сошник; 19 – пружина

Сівалка застосовується в усіх зонах неполивного бурякосіяння з міжряддям 45 см.

До рами сівалки кріпляться два пневматичних опорно-приводних колеса з механізмами передач, секції робочих органів, туковисівні апарати АТП-2. Сівалка обладнана транспортним пристроєм і щілювачами.

В передній частині бруса рами розташований замок автозчіпки.

Обертання дисків насінневого і шнеків туковисівного апаратів здійснюється від опорно–приводних коліс за допомогою зубчасто–ланцюгової передачі.

Опорно–приводне колесо при русі сівалки передає обертання за допомогою ланцюгів 3, 4, 17 механізму передач 2 і зубчастої передачі на насінневі диски 11. Насіння, що знаходяться в бункері, заповнюють чарунку висівного диска і направляються до місця викиду. Перетинка, що виконує роль і жорсткого пасивного відбивача видаляє над чарунками зайві насінини.

У нижній частині апарата насіння з чарунок примусово викидаються виштовхувачем 15 на ущільнене дно борозни, утворене сошником 16.

Висів добрив здійснюється туковисівними апаратами 6. Добрива з бункера 7 по тукопроводу 8 попадають у сошник 18 і укладаються в борозну, яка закривається ґрунтом і прикочуються переднім колесом 12.

Борозна з покладеними насіннями закривається ґрунтом за рахунок самозасипання і прикочується заднім колесом, що ущільнює ґрунт над насінням, створюючи контакт їх із ґрунтом і підтягування до них вологи. Загортачі 13, 14 закривають борозну вологим мульчуючим шаром ґрунту, утворюють горбок висотою 1,0...3,0 см.

3.2. Актуальність питання та задачі досліджень

3.2.1. Актуальність питання та аналіз досліджень висіву насіння гречки

Гречка є важливими продовольчою і кормовою культурою. Гречана крупа відрізняється високими смаковими і поживними якостями. Відходи, одержані при переробці цієї культури, є цінним кормом для худоби і птахів.

Пізні строки посіву (кінець травня – початок червня), вегетаційний період від сходів до дозрівання (66–90 днів), визначають ще одну важливу якість цієї культури, а саме – можливість використовувати її як страховку на випадок загибелі озимих або ярових культур.

При дотриманні основних агротехнічних вимог та обліку біологічних особливостей розвитку цієї культури передові господарства країни одержують досить високі урожаї гречки (20–25 ц/га).

Одним з важливих агротехнічних прийомів обробітку сільськогосподарських культур є спосіб посіву. Гречку сіють різними способами: вузькорядним, рядковим, стрічковим і широкорядним.

По своїй біології рослини гречки, на відміну від злакових культур, вимагають більшої площі живлення і тому для неї більш підходить широкорядний спосіб посіву. При такому посіві рослини одержують краще освітлення і більше простору для галуження, дають більше суцвіть і зерен. В цьому випадку поліпшується доступ комах до квіток (умови запилення), збільшується продуктивність кожної рослини.

Гречка не посухостійка рослина, а при широкорядному посіві послаблюється негативний вплив високих температур.

Але найважливішим доводом на користь широкорядних посівів гречки являється застосування їх на засмічених полях і в посушливі роки, оскільки в цьому випадку можливий ефективний спосіб боротьби з бур'янами за допомогою міжрядного обробітку і поліпшуються умови для підживлення рослин добривами.

На широкорядних посівах урожай гречки вищий на 6 ц/га. На таких посівах отримують зерно більш високої якості: збільшується абсолютна маса насіння на 1,0–1,8 г, вміст білка – на 2,8%. Крім того, на широкорядних посівах майже в 1,6 рази зменшується норма висіву, що дозволяє економити значну кількість посівного матеріалу.

На підставі проведеного аналізу можна зробити висновок: вирощування гречки економічно вигідно, проте для отримання стійких високих врожаїв необхідне застосування передових прийомів агротехніки, що забезпечують якісний посів, міжрядний обробіток і підживлення рослин.

Для широкорядних посівів гречки звичайно використовують зернові і бурякові сівалки. Застосування і тих і інших має свої переваги і недоліки. До

переваг зернових сівалок можна віднести: швидкість переводу їх на висів з різними міжряддями, різних норм і різних культур, зручність і простоту їх експлуатації, проте серйозним недоліком зернових сівалок є менш якісний висів та висока нерівномірність розташування насіння як вздовж так і по глибині борозни порівняно з буряковими сівалками. Крім того, через різну ширину захвату зернових сівалок і просапних культиваторів ускладнений догляд за рослинами.

В той же час при посіві круп'яних культур буряковими сівалками забезпечується більш якісне загортання насіння в ґрунт і можливість обробки міжрядь буряковими культиваторами без додаткових їх перебудов. В цьому випадку продуктивність агрегатів на посіві і догляді за ними за рахунок більшої ширини захвату зростає в 1,2–1,5 рази.

От чому в бурякосійних районах посів гречки широкорядним способом частіше за все проводили буряковими сівалками із катушковими висівними апаратами. Зважаючи на збільшену агротехніку вирощування буряків цукрових вони були замінені сівалками ССТ.

З існуючих конструкцій висівних пристроїв одну з найвищих якостей посіву (рівномірність розподілу насіння вздовж рядка і по глибині) забезпечують вертикально–дисківі висівні апарати.

Істотним їхнім недоліком є те, що вони призначені тільки для висіву насіння буряків цукрових. Тому зразу дослідники стали надавати велику увагу питанню підвищення універсальності їх висівних апаратів.

Враховуючи, що під посівами гречки зайняті значні площі і основна частина посівних площ знаходиться в бурякосійних районах, а також беручи до уваги, що агротехніка обробітку насіння буряків цукрових та гречки багато в чому співпадає (глибина загортання, ширина міжрядь, норми висіву та ін.), а строки посіву цих культур не перекриваються, то стає очевидною актуальність проведення досліджень по можливості висіву вертикально–дисківими висівними апаратами бурякових сівалок насіння гречки.

3.2.2. Аналіз досліджень можливості висіву насіння гречки вертикально– дисковим апаратом бурякової сівалки

В результаті проведених досліджень висіву вертикально–дисковими висівними апаратами насіння круп'яних культур було встановлено, що висів насіння цими апаратами неможливий, оскільки під висів насіння гречки спостерігається підвищене пошкодження насіння, яке досягає 10–20% [13].

Зроблено висновок: використовувати диск з чарунками малого діаметра ($d_q=5$ мм) для висіву насіння гречки не можна, оскільки максимальний розмір насіння гречки (6,2 мм) перевершує розміри чарунок диска. При використанні диска з чарунками більшого діаметра ($d_q=6$ мм) не забезпечується максимальна норма висіву насіння (60 кг/га).

Також було встановлено, що пошкодження насіння гречки відбувається в зоні розташування відбивача [13].

Що ж до висіву дрібного насіння, радіус зчісуючого ролика повинен бути ще менший за стандартний, що конструктивно не можливо.

На підставі проведеного огляду можна зробити висновок про неможливість використання у вертикально–дисковому висівному апараті металевого зчісуючого ролика через підвищене пошкодження насіння та неможливість забезпечення максимальних норм висіву.

3.2.3. Аналіз якості роботи і досліджень по підвищенню універсальності вертикально–дискових висівних апаратів

Для зменшення пошкодження насіння вертикально–дисковими висівними апаратами був запропонований і випробуваний ряд змін, внесених в конструкцію пристрою, що відбиває насіння. Зменшення до 40 мм діаметру зчісуючого ролика не дало позитивних результатів.

Основною причиною, через яку неможливий висів насіння вертикально–дисковими висівними апаратами є підвищене пошкодження насіння

відбивачем. Для зменшення пошкодження необхідне застосування в таких апаратах іншого принципу відбивання „зайвого” насіння.

Один зі способів відбивання з чарунок „зайвого” насіння – обсіпання насіння з поверхні диска під власною вагою.

Цей принцип може бути використаний при висіві насіння круп'яних культур, враховуючи їх добру сипкість і невеликі кути тертя насіння по поверхні висівного диска.

Недолік цього способу полягає у впливі кута нахилу висівного диска на якість роботи, що ускладнює сівбу на схилах.

Як видно із схеми (рис. 3.3), насіння, що надходить з бункера в насіннєву камеру, розташовується над диском під кутом природного скосу γ . Для нормального положення апарату (рис. 3.3 а) дотична, проведена до поверхні диска в точці А (граничне верхнє положення насіння на поверхні диска, при якому ще забезпечується умова обсіпання насіння: $\alpha > \varphi$), утворює з горизонталлю кут α_1 . При нахилі апарату вперед (рис. 3.3 б) граничне положення насіння (точка А) переміститься вгору і дотична до поверхні диска в точці А розташується під кутом $\alpha_2 < \alpha_1$. У випадку, коли кут α_2 стає менше кута тертя насіння по поверхні висівного диска φ , умови обсіпання насіння порушуються: воно захоплюватиметься вгору під зчісуючий ролик, що призводить, як було вже розглянуто, до підвищеного пошкодження насіння.

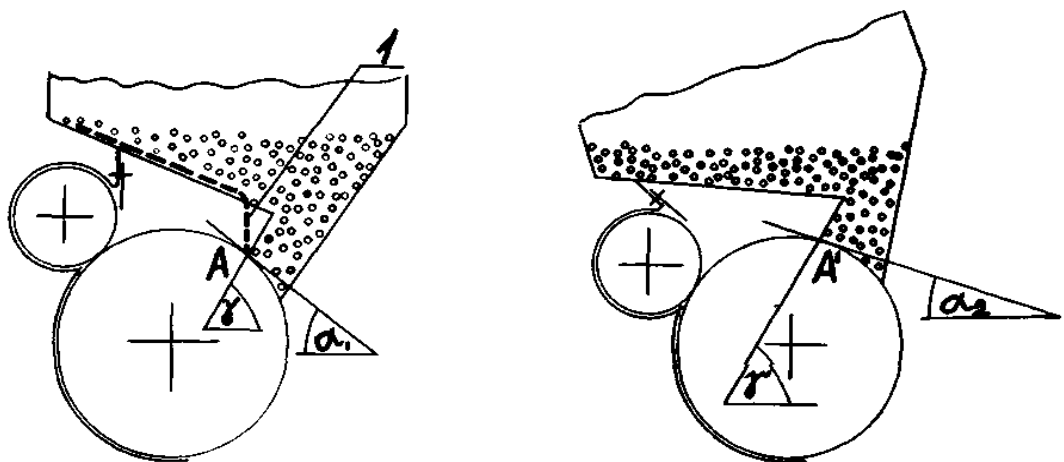


Рис. 3.2. Схема розташування насіння в насіннєвій камері

а – при нормальному положенні висівного апарата; б – нахилі його вперед

Установка обмежувальної перегородки над диском в точці A з мінімально можливим зазором має дозволити усунути вказане явище.

В цьому випадку при нормальному положенні апарату перегородка практично не братиме участь в процесі відбивання „зайвого” насіння, оскільки при цьому виконується умова обсіпання насіння з поверхні диска ($\alpha_1 > \varphi$), а при нахилі апарату вперед перегородка протидіятиме прагненню насіння захоплюватися диском під ролик і, таким чином, буде виключене пошкодження насіння.

В цьому випадку перегородка виконуватиме виступатиме в ролі пасивного відбивача „зайвого” насіння, тому необхідно обґрунтувати параметри такого відбивача з метою виключення пошкодження насіння і затягування його між диском і перегородкою.

Як видно з рис. 3.3 а, регулювання рівня насіння в насіннєвій камері за допомогою заслінки 1, а також встановлення перегородки в точці A значно зменшить зону заповнення чарунок диска насінням, що може призвести до погіршення заповнення і рівномірності висіву насіння, особливо на підвищених швидкостях обертання висівного диска. Тому для уточнення положення перегородки необхідно досліджувати якість заповнення чарунок насінням залежно від довжини зони заповнення, параметрів чарунок і обертової швидкості диска.

3.2.4. Висновки по літературному огляду і задачі досліджень

Огляд літературних джерел, що стосуються теми досліджень, дозволив встановити наступне:

1. Бурякові сівалки пунктирного висіву з вертикально–дисківими апаратами не можуть висівати насіння гречки через підвищене пошкодження насіння металевим зчісуючим роликом при відбиванні "зайвого насіння" з чарунок.

2. Жодна з конструкцій відбивачів не має переваг відносно зменшення пошкодження насіння перед активними відбивачами у вигляді жорсткого

зчісуючого ролика.

На підставі проведеного аналізу визначено основний напрямок роботи – знаходження конструкції відбивача для вертикально–дисккових висівних апаратів бурякових сівалок для зменшення пошкодження при висіві насіння гречки, а також визначення оптимальних конструктивних і режимних параметрів, що забезпечують високу якість посіву.

В теоретичній частині поставлені наступні задачі:

– дослідження процесу заповнення групових чарунок насінням;

В експериментальній частині розв’язувалися такі задачі:

– обґрунтування конструктивних параметрів висівного диска для насіння гречки, забезпечуючого необхідні норми висіву;

– визначення впливу на коефіцієнт заповнення і подрібнення місця встановлення пасивного відбивача.

3.4. Теоретичні дослідження

3.4.1. Вплив відносної швидкості насіння на заповнення групових чарунок насінням. Обґрунтування мінімальної величини зони заповнення

Дослідженнями встановлено, що основною причиною погіршення заповнення чарунок насінням із збільшенням відносної швидкості насіння є зменшення часу, необхідного для проходу насіння в чарунку [12, 13]. Час одиначної зустрічі чарунки з центром ваги насіння, протягом якого воно може заповнити чарунку

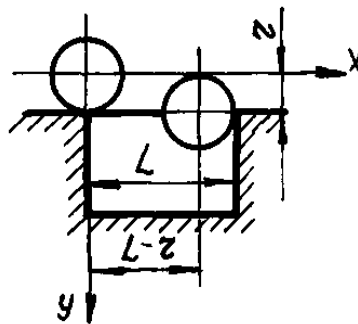


Рис. 3.7. Схема западання насіння в чарунку

$$t_1 = \frac{L - r}{v_{\text{від}}}, \quad (3.1)$$

де $v_{\text{від}}$ – відносна швидкість насіння;
 L – розмір чарунки в напрямку $v_{\text{від}}$;
 r – середній радіус насіння.

Час, протягом якого чарунка може заповнитися насінням визначається величиною зони заповнення і коловою швидкістю диска:

$$t_c = \frac{R \cdot \Theta}{v_\partial}, \quad (3.2)$$

де R – радіус диска;
 Θ – кут дотику диска з насінням;
 v_∂ – колова швидкість диска.

Збільшення колової швидкості диска v_∂ і відносної швидкості насіння $v_{\text{від}}$ зменшує не тільки час одиничної зустрічі чарунки з насінням t_1 , а і загальний час t_c , протягом якого насіння може потрапити в чарунку, що призводить до погіршення заповнення чарунок насінням.

Число зустрічей чарунки з насінням за час одного оберту диска:

$$K = \frac{t_c}{t_1} = \frac{R \cdot \Theta \cdot v_{\text{від}}}{v_\partial \cdot (L - r)}. \quad (3.3)$$

З цієї формули видно, що при вибраних режимах роботи, матеріалу диска і виду насіння, що висівається, знаходиться $v_{\text{від}}$, кількість зустрічей чарунки з насінням залежить від довжини зони заповнення $R\Theta$. Збільшення K сприяє поліпшенню заповнення чарунок насінням, тому зону заповнення завжди прагнуть вибрати максимальною.

Об'єм чарунок серійних дисків значно більше об'єму насіння гречки, тому в кожній чарунці цих дисків розміщується не одна, а декілька насінин.

Чарунка групового відбору розрахована на заповнення кількома насінинами не тільки по її довжині, але і по глибині, тому величина відносної швидкості насіння при заповненні таких чарунок повинна бути меншою ніж при заповненні чарунок одинарного відбору.

Відомо [12], що для заповнення насінням чарунок одинарного відбору центр мас насіння (рис. 3.7) повинен пройти шлях:

– в горизонтальному напрямку

$$x = L - r = v_{eid}t \quad (3.4)$$

– в вертикальному напрямку

$$y = r = \frac{gt^2}{2}, \quad (3.5)$$

звідки, після виключення t , отримаємо критичне значення відносної швидкості:

$$v_{eid} = (L - r) \sqrt{\frac{g}{2r}}. \quad (3.6)$$

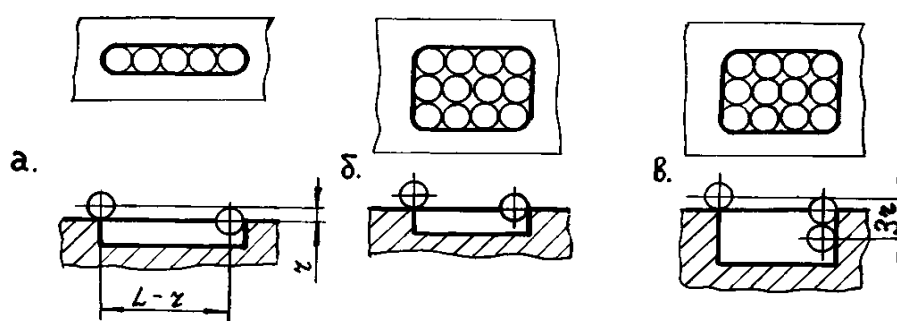


Рис. 3.3. Схеми розміщення насіння в групових чарунках

а – насіння розташоване в один ряд по, ширині і глибині чарунки; б – насіння розташовані по ширині чарунки в декілька рядів, а по глибині один ряд; в – насіння розташоване в декілька рядів і по глибині і по ширині чарунки

Для западання в таку чарунку (рис.4.8) всіх (n) насінин їх відносна швидкість повинна бути такою ж, як і при заповненні чарунки одинарного відбору, тобто задовольняти нерівності 3.6, Це пояснюється неоднаковими умовами для западання в чарунку кожного з насінин групи. Сприятливими є умови для западання в чарунку першого насіння, а для кожного подальшого аж до передостаннього – ($n-1$)–го, умови поступово погіршуються, оскільки зменшується довжина вільної частини чарунки.

Умови заповнення чарунки останнім насінням (коли чарунка вже заповнена рештою насіння) співпадають з умовами заповнення чарунки одинарного відбору, оскільки шлях, який необхідно пройти центру мас останньої насінини для

западання його в чарунку в горизонтальному і вертикальному напрямках (рівняння 3.4 і 3.5), в обох випадках буде однаковий.

Отже, щоб така чарунка заповнювалася повністю, величина відносної швидкості насіння не повинна перевищувати величини, установлені для чарунок одиничного відбору.

На рис. 3.3 б показана чарунка, в якій по глибині може розташовуватися одне насіння, а по довжині і ширині – декілька. Умова заповнення насінням даної чарунки нічим принципово не відрізняються від умов заповнення чарунки, розглянутої вище, оскільки ця чарунка складається з кількох попередніх.

Більш загальний варіант чарунки групового відбору показаний на рис. 3.3 в, в якій, на відміну від розглянутих вище, по глибині можуть розташовуватися по дві насінини.

Визначимо критичну величину відносної швидкості для даного типу чарунок за аналогією з тим, як було зроблено для чарунки одинарного відбору.

Для того, щоб насіння верхнього вигляду заповнило чарунку, необхідно, щоб центр мас насіння нижнього ряду (рис. 3.3 в) пройшов по вертикалі шлях $3r$.

Підставимо це значення в рівняння 3.6 і, після відповідних перетворень, отримаємо:

$$v_{\text{від}} \leq (L - r) \sqrt{\frac{g}{2r}}. \quad (3.7)$$

Як бачимо з рівняння 3.7, допустиме критичне значення відносної швидкості для такої чарунки буде менше ніж для чарунок групового відбору.

В загальному випадку, коли по глибині чарунки може розташовуватися більше двох насіння, рівняння 3.7 можна записати:

$$v_{\text{від}} \leq (L - r) \sqrt{\frac{g}{2r(m+1)}}, \quad (3.8)$$

де m – різниця у відстанях, які проходять центрами мас насіння нижнього і верхнього рядів по вертикалі в процесі западання їх в чарунку, виражене в r , для двох рядів $m=2$, для трьох – 4 і т.д.).

Таким чином, вище сказане припущення про необхідність зменшення величини відносної швидкості при заповненні групових чарунок в порівнянні з одиничними доведено.

В існуючих конструкціях висівних апаратів точного висіву ймовірність співпадання насінини з чарункою менше одиниці. Це можна пояснити тим, що в нижній частині насінневої камери апарата є певна відстань між вертикальними площинами накладки *A* і кришкою апарата *Б* та зоною розміщення чарунок на диску *B*, що призводить до утворення над висівним диском зліва і справа від зони розміщення чарунок відповідно зони *Г* і *Д*. Контури насінин (рис. 3.9), які знаходяться в зонах *Г* і *Д*, не співпадають з вхідними отворами чарунок, тому процес заповнення ними чарунок відбувається значно складніше, ніж насінин, які знаходяться над диском в зоні розміщення чарунок *B*.

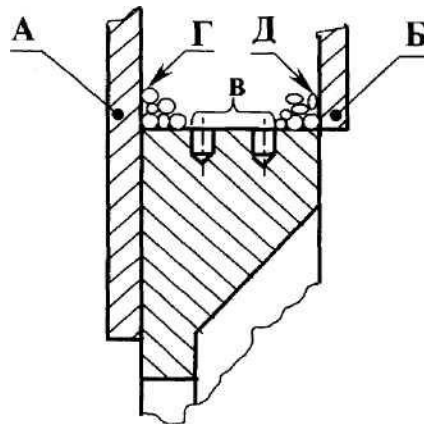


Рис. 3.4. Схема заповнення насіння в чарунки

Якщо виключити існування зон *Г* і *Д*, тоді зовнішні контури насінин, які знаходяться на поверхні висівного диска будуть співпадати з зоною розміщення чарунок на диску *B*, що забезпечить підвищення коефіцієнта заповнення чарунок насінинами і поліпшення рівномірності висіву насіння вздовж рядка.

Це можна здійснити за рахунок встановлення в насінневу камеру висівного апарату коробчатої вставки (рис. 3.5), бокові стінки якої будуть відігнуті від вертикалі таким чином, щоб у верхній частині вони мали ширину, яка рівна ширині висівної камери, а в нижній частині – ширині зони розміщення чарунок на диску. В

передній частині (в зоні зчісуючого ролика) вставка стінки не має, тобто відкрита. Закріплюється вставка в двох місцях (L і M) болтами.

В процесі роботи висівного апарату з встановленою в насіннєвій камері вставкою насіння над поверхнею висівного диска будуть розміщені в зоні розташування чарунок, тобто контури насінин будуть співпадати із вхідними отворами чарунок, що сприяє підвищенню коефіцієнта заповнення чарунок насінинами і поліпшення рівномірності висіву.

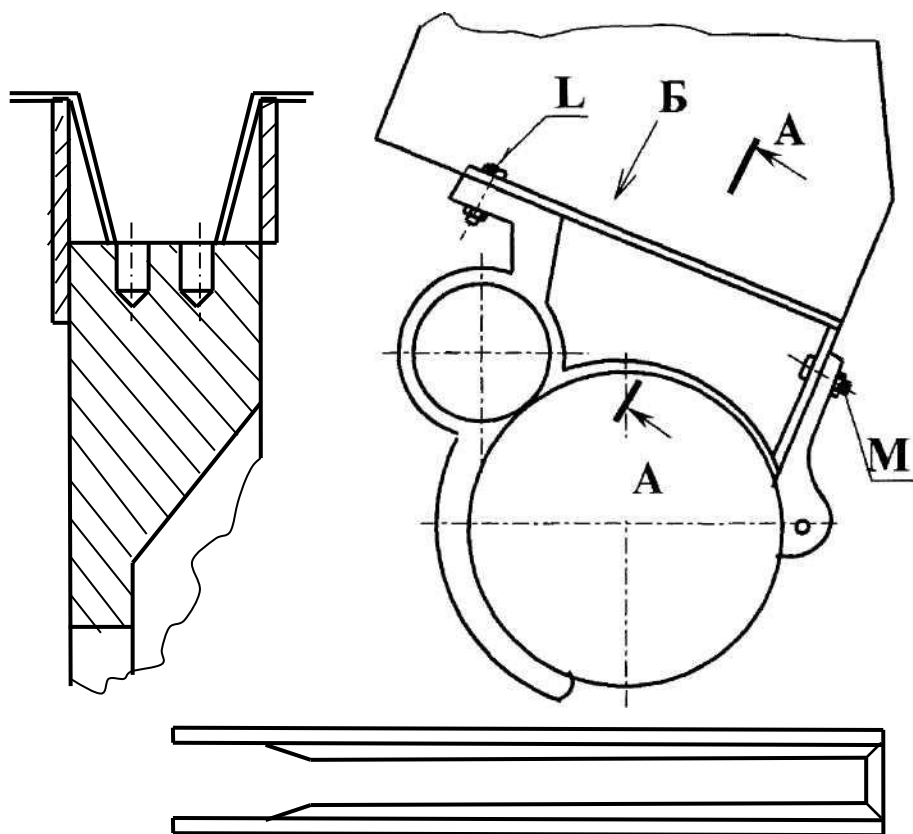


Рис. 3.5. Схема встановлення в насіннєву камеру висівного апарату коробчатої вставки

Заповнення чарунки насінням можна розглядати як складну подію з теорії ймовірності, що є сумісною реалізацією двох простих незалежних в сукупності подій: співпадіння насіння з чарункою і подальшого його проходу в чарунку. Мінімальна кількість зустрічей насіння з чарункою, при якому відбудеться її заповнення

$$K = \frac{1}{P_1 \cdot P_2}, \quad (3.9)$$

де P_1 – ймовірність того, що насіння співпадає з чарункою;

P_2 – ймовірність попадання насіння в чарунку.

Вираз 3.9 можна також записати

$$K_m \geq \frac{\ln(1 - \Phi)}{\ln(1 - P_1 \cdot P_2)}, \quad (3.10)$$

де Φ – прийнята в дослідях надійність висновків.

Проте при великих значеннях Φ (0,98 і більше) для практичних розрахунків цілком допустимо і значно зручніше користуватися формулою 3.9.

Знання мінімального значення частоти стикання насіння з чарункою, при якому забезпечується висока якість їх заповнення, дозволяє обґрунтувати теоретично мінімально допустиму довжину зони заповнення і, отже, оптимальні конструктивні параметри висівного апарату.

Так, прирівнявши праві частини рівнянь 3.6 та 3.9 і розв'язавши рівняння відносно $R\Theta$ отримаємо:

$$R\Theta = \frac{v_d(L-r)}{v_{від} \cdot P_1 \cdot P_2}. \quad (3.11)$$

Величини $v_{від}$, P_1 , P_2 залежать від умов роботи висівного апарату і можуть бути розподілені експериментальним шляхом.

3.4.2. Обґрунтування параметрів висівного диска для насіння гречки

Для розміщення насіння по площі поля, що засівається відповідно до агротехнічних вимог висівний апарат повинен мати певні конструктивні і кінематичні параметри: кількість чарунок на диску, розміри чарунок, передаточне число до висівного апарату і т.д. Початковими даними для визначення цих параметрів: норма висіву Q (в кг/га), ширина міжряддя b , кількість насінин на один пог. метр рядка N_m , середня маса одної насінини q і абсолютна маса насіння (маса 1000 шт. насінин) δ_c . Між цими величинами існує залежність:

$$N_m = \frac{Qb}{10^3 q} = \frac{Qb}{\delta_c}. \quad (3.12)$$

Число насіння, висіваємих диском за одиницю часу, визначиться з виразу:

$$N_1 = \frac{n_c \cdot m^1 \cdot w_g}{2\pi}, \quad (3.13)$$

де n_c – кількість чарунок на диску;

m^1 – середня кількість w_g в кожній чарунці (визначається експериментально);

w_g – частота обертання висівного диска, 1/с.

Якщо привід до висівного диска здійснюється від опорно–приводних коліс, то, знаючи поступальну швидкість сівалки v_c і діаметр приводного колеса D_κ , знаходимо частоту обертання приводного колеса за формулою:

$$w_\kappa = \frac{2v_c(1-\varepsilon)}{D_\kappa}, \quad (3.14)$$

де ε – коефіцієнт прослизання приводного колеса.

Враховуючи, що $w_g/w_\kappa = i$ та приймаючи до уваги рівняння 3.14, отримаємо:

$$w_\kappa = \frac{2v_c(1-\varepsilon)i}{D_\kappa}. \quad (3.15)$$

Підставивши вираз для w_g в рівняння 3.13, отримаємо:

$$N_1 = \frac{n_c \cdot m^1 \cdot v_c(1-\varepsilon)i}{\pi \cdot D_\kappa}. \quad (3.16)$$

Тоді кількість насіння, висіяного на 1 м рядка, дорівнює:

$$N_1 = \frac{n_c \cdot m^1 \cdot (1-\varepsilon)i}{\pi \cdot D_\kappa}. \quad (3.17)$$

Прирівнявши рівняння 3.12 і 3.16, отримаємо:

$$Q = \frac{n_c \cdot m^1 \cdot (1-\varepsilon)i \cdot \delta_c}{\pi \cdot D_\kappa \cdot b}. \quad (3.18)$$

З рівняння 3.18 визначимо кількість чарунок у висівному диску, необхідне для забезпечення необхідної норми висіву:

$$n_c = \frac{Q \cdot \pi \cdot D_\kappa \cdot b}{m^1 \cdot (1-\varepsilon)i \cdot \delta_c}. \quad (3.19)$$

Для практичного застосування формули 3.19 необхідно знати середню кількість насіння m^1 , що знаходиться в кожній чарунці диска. Оскільки

величина m^1 залежить від параметрів чарунок, а останні істотно впливають, як показав проведений вище теоретичний аналіз, на якість заповнення чарунок насінням і рівномірність розподілу їх вздовж рядка, то заздалегідь (в процесі проведення експериментальних досліджень) необхідно обґрунтувати оптимальні параметри чарунок.

Висновки

Теоретичні дослідження можливості висіву насіння гречки вертикально–дисковим висівним апаратом дозволяли виявити наступне:

1. На підставі аналізу процесу заповнення чарунок насінням, проведеного з використанням теорії ймовірності, встановлено, що для забезпечення якісного заповнення чарунок насінням мінімальну величину зони заповнення як для чарунок одинарного відбору, так і чарунок групового відбору слід визначити за рівнянням 3.11, а критичну величину відносної швидкості насіння для групових чарунок – рівняння 3.8.

2. Аналіз рівномірності розподілу насіння з груповими чарунками, виконаний з використанням методу статистичного моделювання, показав:

– із збільшенням норми висіву рівномірність розподілу насіння вздовж ряду поліпшується: величина дисперсії інтервалів між насінням зменшується;

– при однаковій нормі висіву із зменшенням параметрів чарунок рівномірність розподілу насіння поліпшується.

3.5. Результати експериментальних досліджень

3.5.1. Експериментальні дослідження процесу заповнення групових чарунок насінням гречки

При проведенні даних експериментів ставилася задача встановити оптимальні параметри групових чарунок для висіву насіння гречки, а також величини, необхідні для визначення мінімальної довжини зони заповнення: відносну швидкість насіння по диску $v_{від}$ і ймовірність заповнення чарунок насінням P_1P_2 при одиничній зустрічі з чарункою.

В першому випадку вивчався вплив на процес заповнення чарунок насінням, діаметра і глибини чарунок (з міркувань технологічності форма чарунок прийнята циліндричною). На рис. 3.6 у вигляді графічної залежності представлені результати дослідів за визначенням впливу вказаних чинників на процес заповнення чарунок насінням при різних режимах роботи висівного апарату.

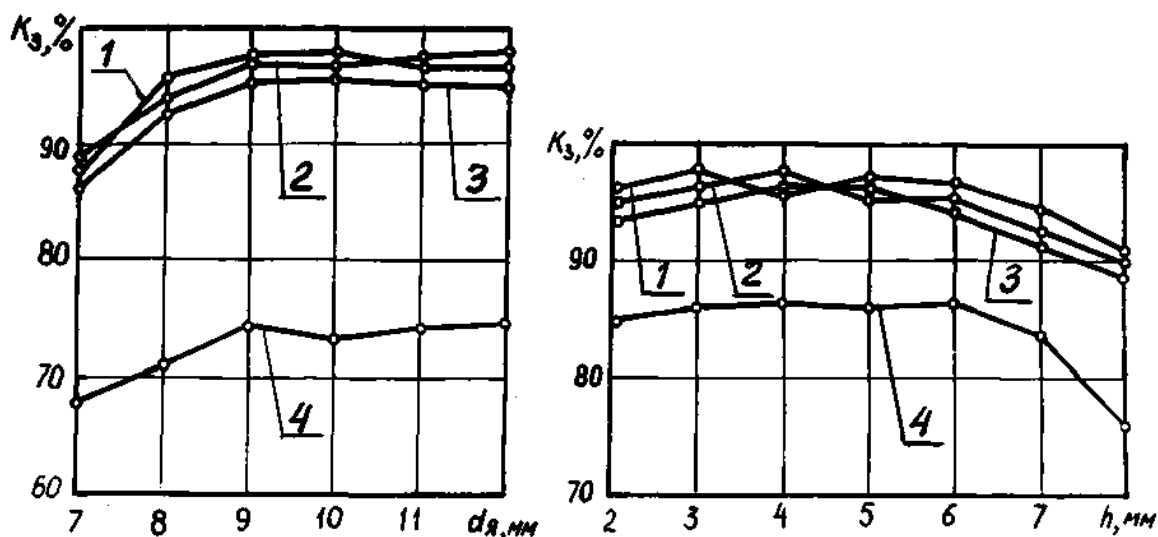


Рис. 3.6 Вплив діаметра чарунок (а) і глибини (б) на якість заповнення чарунок насінням при різних обертових швидкостях диска v_d , м/с

1 – $v_d = 0,078$; 2 – $v_d = 0,114$; 3 – $v_d = 0,202$; 4 – $v_d = 0,258$

З приведених графіків видно, що при зміні діаметра чарунок від 7 до 9 мм якість заповнення чарунок насінням гречки (коефіцієнт заповнення) поліпшується, при подальшому збільшенні діаметра коефіцієнт заповнення практично не змінюється. Також можна зробити висновок, що заповнення чарунок помітно погіршується при збільшенні їх глибини понад 6 мм. Деяке зниження заповнення при зменшенні глибини чарунок (до 3 мм і менше) можна пояснити наступним. Як показали спостереження в цьому випадку на ділянці від місця установки зчісуючого ролика до місця перекриття робочої поверхні висівного диска стінкою корпусу спостерігаються випадки зворотного виходу насіння з чарунок. Це особливо помітно при роботі висівного апарату на підвищених швидкостях і при збільшенні коливань корпусу апарату.

На підставі результатів даних експериментальних досліджень, а також враховуючи висновок, зроблений при теоретичному аналізі і що підтвердився потім при проведенні експериментів, про те, що із збільшенням параметрів чарунок рівномірність розподілу насіння погіршується, приймаємо наступні розміри чарунок $d_{\text{ч}}=9$ мм і $h_{\text{ч}}=3$ мм. В чарунках з такими розмірами за даними експериментальних досліджень западає 7–8 насінин гречки. Знаючи кількість насіння, що розміщується в одній чарунці, і беручи до уваги, що середня маса 1000 шт. насіння рівна 25,5 г, визначаємо необхідну кількість чарунок на диску:

$$n_{\text{ч}} = \frac{Q \cdot \pi \cdot b \cdot v_c \cdot d}{m^1 \cdot v_g \cdot \delta_c} = \frac{60 \cdot 3,14 \cdot 45 \cdot 2,2 \cdot 0,22}{7,5 \cdot 0,2 \cdot 25,5} = 107,4 \text{ шт.}$$

Оскільки промислове виготовлення чарунок аналогічних дисків проводиться на спеціальних агрегатних свердлувальних верстатах семишпindelних, округлюємо отримане розрахункове значення (у більшу сторону) до найближчого цілого числа, кратного семи, і приймаємо $n_{\text{ч}}=112$ шт.

При дворядному розташуванні чарунок на диску (чарунки одного ряду зміщені щодо іншого на півкроку) відстань методу сусідніми чарунками в кожному ряді дорівнюватиме:

$$\frac{\pi D}{56} = \frac{3,14 \cdot 220}{56} = 12,3 \text{ мм.}$$

Товщина перемички між чарунками в цьому випадку буде рівна 3,3 мм.

Враховуючи, що важливим чинником, що впливає на заповнення чарунок насінням, є співвідношення між обертовою швидкістю диска і відносною швидкістю насіння були проведені експерименти по вивченню даного питання. З використанням швидкісного фотографування були побудовані графіки залежності між цими швидкостями (рис. 3.7) при висіві насіння гречки. Ця залежність виражається рівнянням прямої:

$$v_{\text{від}} = Av_{\text{д}} + B. \quad (3.20)$$

По результатам експериментів знайдені коефіцієнти А і В. Для коефіцієнта тертя насіння по диску $f=0,34$ (матеріал диска алюміній): $A=0,92$; $B=0,005$ і відповідно, для даного випадку:

$$v_{\text{від}} = 0,92v_{\text{д}} + 0,005,$$

для $f = 0,49$ (матеріал диска – технічна гума): $A = 0,81$; $B = 0,042$:

$$v_{\text{від}} = 0,81v_{\text{д}} - 0,042.$$

Для визначення відносної швидкості насіння для будь – якого проміжного значення коефіцієнта тертя об диск слід користуватися формулою 3.20, при цьому коефіцієнти A і B можна знайти з графіків, приведених на рис. 3.7, застосувавши метод графічної інтерполяції.

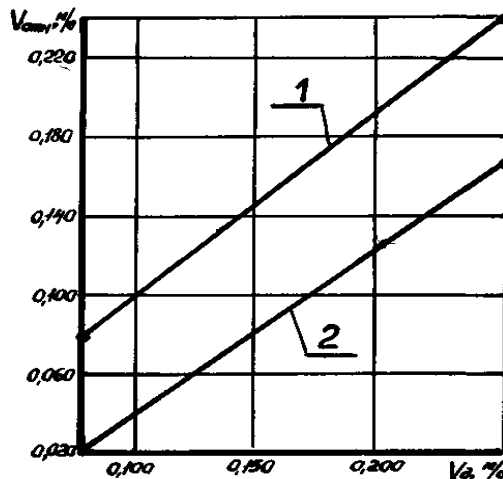


Рис. 3.7. Залежність відносної швидкості насіння від обертової швидкості диска для матеріалів диска з коефіцієнтами тертя

1 – $f=0,34$; 2 – $f=0,49$

Для визначення мінімальної довжини зони заповнення за формулою 3.11, отриманої при теоретичному аналізі, крім величини $v_{\text{від}}$ необхідно знати ймовірність заповнення чарунок насінням P_1P_2 при одиничній зустрічі насіння з чарункою на різних режимах роботи апарату.

При проведенні експериментів по уточненню величини P_1P_2 досліджувалось також вплив на цей показник проточок різної глибини h_1 , виконаних на зовнішній поверхні висівного диска в зоні розташування чарунок. Результати експериментів показані в таблиці 3.1.

З таблиці видно, що експериментальний диск з глибиною проточки 1,0 мм забезпечує краще заповнення чарунок насінням і що із збільшенням колової

швидкості диска понад 0,202 м/с ймовірність заповнення чарунок насінням різко погіршується.

Таблиця 3.1

Вплив режиму роботи і конструкції висівного диска на ймовірність заповнення чарунок насінням

Культура	Обертова швидкість диска, м/с	Ймовірність заповнення чарунок		Примітки
		Конструкція висівного диска		
		Експериментальний (з проточкою), глибина проточки $h_1=1,0$ мм	Стандартний (без проточки)	
Гречка	0,078	0,214	0,156	Параметри чарунок експериментального диска: $d_q=9$ мм; $h_q=5$ мм; $n_z=112$ шт
	0,114	0,194	0,128	
	0,202	0,178	0,086	
	0,258	0,110	0,066	

3.5.2. Експериментальне визначення мінімально допустимої зони заповнення чарунок насінням

Рішення даної задачі вимагало вивчення наступних питань:

- визначення положення чарунок диска, відповідного початку заповнення їх насінням з метою уточнення місця розташування задньої стінки зернового бункера;
- визначення мінімально допустимої довжини зони заповнення, що забезпечує якісне заповнення чарунок насінням на всіх режимах роботи висівного апарату;
- вивчення впливу обертової швидкості диска на рівень насіння в насінній камері.

На рис. 3.8 у вигляді графіків представлені результати за визначенням мінімальної довжини насінної камери, що забезпечує якісне заповнення чарунок насінням гречки на різних обертових швидкостях висівного диска. З графіків видно, що при значеннях $v_g=0,078-0,202$ мінімальна зона заповнення змінюється в невеликих відхиленнях і знаходиться в межах 40–50 мм при

подальшому збільшенні обертової швидкості диска величина мінімальної зони заповнення різко зростає. Так, при $v_g=0,258$ м/с вона вже рівна 80 мм.

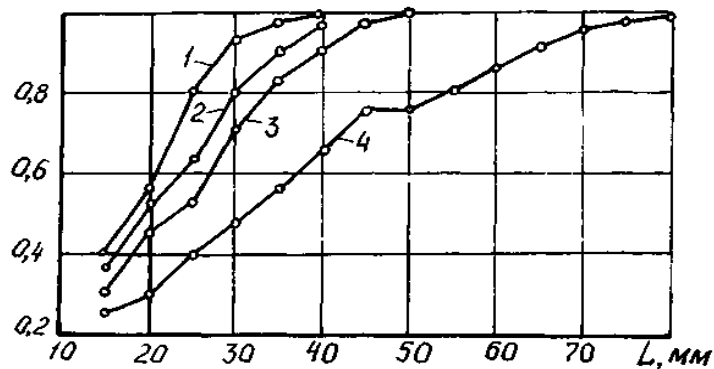


Рис. 3.8. Залежність якості заповнення чарунок насінням гречки від величини зони заповнення при різних значеннях v_g , м/с

1 – 0,078; 2 – 0,114; 3 – 0,202; 4 – 0,258

З огляду на те, що при визначенні величини зони заповнення за формулою 3.11 не враховується товщина перемички між сусідніми чарунками, то в таблиці приводяться теоретичні ($R\Theta_m$) і фактичні ($R\Theta_\phi$) значення зони заповнення. З тим, що значення діаметра чарунок і товщини перемички відповідно $d_v=9$ мм і $\Delta=3,3$ мм співвідношення між зонами заповнення буде дорівнювати:

$$R\Theta_\phi = R\Theta_T + R\Theta_T \cdot \frac{\Delta}{d} = R\Theta_T \left(1 + \frac{\Delta}{d}\right) = 1,367 R\Theta_T.$$

Порівнюючи значення мінімальної довжини зони заповнення, отримані експериментальним шляхом (див. графіки на рис. 3.20) із значеннями, визначеними аналітичним способом, приведеними в таблиці 3.6 можна зробити висновок, що вони близькі між собою. Отже, при проектуванні висівних пристроїв для обґрунтування величини зони заповнення можна користуватися формулою 3.11.

Підведені дослідження показали, що мінімальна величина зони заповнення, при якій досягається якісне заповнення чарунок насінням при обертових швидкостях диска до 0,2 м/с, складає приблизно 50 мм. Стосовно вертикально – дискового висівного апарату зона заповнення є частиною кола радіусу R , якщо довжину зони заповнення L виразити через кут (α_k), то вона буде дорівнювати:

Таблиця 3.2

Дані аналітичного визначення мінімальної величини зони заповнення

Обертowa швидкість диска, м/с	Відносна швидкість насіння, м/с	Ймовірність заповнення чарунок насінням при одиничній зустрічі P ₁ P ₂	Теоретична величина мінімальної зони заповнення, RΘ _T , мм	Фактична величина мінімальної зони заповнення, RΘ _ф , мм
0,078	0,077	0,214	28,2	38,9
0,114	0,110	0,194	32,8	40,9
0,202	0,191	0,178	36,5	49,9
0,258	0,242	0,110	59,6	79,5

$$\alpha_k = \frac{360L}{2\pi R} = \frac{50 \cdot 360}{2 \cdot 3,14 \cdot 110} = 26^\circ.$$

В результаті проведених дослідів встановлено, що заповнення чарунок насінням гречки відбувається при повороті осі чарунки на кут $\alpha_n = 16-18^\circ$ (рис. 3.19) від горизонтального діаметра диска і, отже, задню стінку насінневої камери необхідно розташовувати під кутом не менше 18° . Тоді мінімальна величина зони заповнення, яка відраховується від горизонтального діаметра диска, при висіві насіння гречки визначатиметься кутом:

$$\alpha_n + \alpha_k = 18^\circ + 26^\circ = 46^\circ.$$

Таблиця 3.3

Результати експериментів за визначенням мінімальної зони заповнення

Культура	Гречка			
Обертowa швидкість висівного диска, м/с	0,078	0,114	0,202	0,258
Ширина вхідного вікна насінневої камери В, мм	50 70	50 70	50 70	50 70
Мінімальний рівень насіння в насінневій камері, який забезпечує якісне заповнення чарунок насінням N _{min} , мм	73,6	75	77,8	94,3
Мінімальне значення зони заповнення, яке забезпечує якісне заповнення чарунок насінням L _{min} , мм (α_k , град)	46,1 (24)	48 (25)	51,8 (27)	78,7 (41)

Як видно з приведених в таблиці даних, мінімально допустимий рівень насіння в насінневій камері N_{min} (рис. 3.19), при якому забезпечується якісне заповнення чарунок диска насінням гречки становить 73,6–94,3 мм. Мінімальна зона заповнення при цьому дорівнює 46,1–78,7 ($\alpha_k = 24-41^\circ$).

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що при висіві насіння гречки не рекомендується збільшувати обертову швидкість диска до 0,258 м/с, оскільки при цьому не забезпечується якісне заповнення чарунок насінням.

3.5.3. Дослідження сукупного впливу основних чинників на подрібнення насіння гречки і визначення оптимальних значень

Для вивчення впливу всіх факторів в комплексі нами була використана методика планування багато–факторного експерименту. При проведенні багатофакторного експерименту на висіві насіння гречки була використана матриця дробової репліки 2^{7-3} .

Кодові позначення чинників, інтервали їх варіювання, матриця планування і результати дослідів приведені в таблиці 3.4.

В результаті реалізації вибраного плану експерименту було отримано наступне рівняння регресії:

$$y_1 = 1,379 - 0,184x_1 + 0,193x_2 + 0,12x_3 - 0,165x_4 + 0,525x_5 - 0,063x_6 - 0,074x_7. \quad (3.21)$$

Статистична оцінка отриманих результатів включала перевірку на рівно–точність дослідів. Розрахункове значення критерія Кохрена G_p дорівнює 0,28. Так як це значення менше табличного ($G_p=0,232$ – для степеня свободи $f_1=16$ і $f_2=4$), то досліді рівно–точні. Помилка експерименту σ_y^2 склала $8 \cdot 10^{-3}$. Значимість отриманих коефіцієнтів перевірялась по критерію Стюдента з визначенням довірчого інтервалу. Для вибраного рівня значимості (0,05) і числа степені свободи $f_1=16$ табличне значення t – критерія дорівнює 2,12. Дисперсія коефіцієнтів рівняння регресії S_{bi}^2 оказалась рівною $2,3 \cdot 10^{-2}$. Довірчий інтервал дослідних значень коефіцієнтів рівняння регресії $t S_{bi}^2 = \pm 4,9 \cdot 10^{-2}$. Статичний аналіз коефіцієнтів регресії з урахуванням величини довірчого інтервалу показав, що всі коефіцієнти значимі.

Перевірка адекватності отриманої лінійної моделі (3.21) проводилась з допомогою критерія Фішера (F–критерія). Розрахункове значення F–критерія

Вивчені фактори	α , град	δ , мм	r , мм	μ , град	v_d , м/с	h_y , мм	d_y , мм
Основний рівень	40	0,8	0,8	30	0,20	4	8
Інтервал варіювання	5	0,4	0,4	15	0,05	1	1
Кодове позначення факторів	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Дослід 1	–	–	–	–	–	–	–
Дослід 2	–	–	–	–	+	+	+
Дослід 3	+	+	+	+	–	–	–
Дослід 4	+	+	+	+	+	+	+
Дослід 5	+	+	–	–	–	–	+
Дослід 6	–	–	+	+	–	–	+
Дослід 7	+	+	–	–	+	+	–
Дослід 8	+	+	+	–	+	+	–
Дослід 9	+	–	+	–	–	+	–
Дослід 10	–	+	–	+	–	+	–
Дослід 11	+	–	+	–	+	–	+
Дослід 12	–	+	–	+	+	–	+
Дослід 13	+	–	–	+	+	–	–
Дослід 14	–	+	+	–	+	–	–
Дослід 15	+	–	–	+	–	+	+
Дослід 16	–	+	+	–	–	+	+

$F_p=2,2$; для $\alpha=0,05$; $f_1=8$ і $f_2=64$. Отже, гіпотеза адекватності отриманого рівняння регресії не відкидається, і вона об'єктивно описує взаємозв'язок між досліджуваними факторами і вихідної величиною.

Аналіз отриманого рівняння регресії дозволяє отримати наступні висновки. Від'ємний знак коефіцієнтів при факторах x_1 , x_4 , x_6 , x_7 показує, що з збільшенням кутів α і μ , діаметра і глибини чарунок подрібнення насіння зменшується. І навпаки, додатний знак коефіцієнтів при факторах x_2 , x_3 і x_5 показує, що при збільшенні таких факторів, як зазор між диском і відбивачем, радіус округлення робочої кромки чистика і обертової швидкості диска, призводить до підвищеного подрібнення насіння.

Порівняння коефіцієнтів рівняння регресії по абсолютній величині показує, що у вибраних границях зміни факторів найбільший вплив на параметр оптимізації надає обертова швидкість диска, далі по степені впливу фактори можна розставити наступним чином: x_2 , x_1 , x_4 , x_3 , x_7 і x_6 . Користуючись рівнянням регресії можна вибрати значення факторів, забезпечуючи мінімальну величину параметрів оптимізації.

Рівняння регресії мінімального подрібнення насіння

$$y_{\min} = 1,379 - 0,184(+1) + 0,193(-1) + 0,120(-1) - 0,165(+1) + 0,525(-1) - 0,063(+1) - 0,074(+1) = 0,05\%$$

Експериментальна перевірка передбаченого значення параметра оптимізації показала близький збіг експериментальних і розрахункових даних. Так, в кожній із трьох повторностей проведених дослідів різниця у величинах передбаченого і фактичного подрібнення насіння не перевищувала +0,02%.

3.5.4. Результати стендових досліджень

При проведенні стендових випробувань пристосувань для висіву насіння гречки передусім всього перевірялася відповідність фактичних норм висіву агротехнічним вимогам. Результати стендових випробувань по перевірці фактичних норм висіву представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Фактичні норми висіву насіння, отримані при використанні пристосувань для висіву насіння гречки

Культура	Тип і параметри чарунок висівного диска	Норма висіву Q, кг/га				Примітки
		Передаточне відношення механізму приводу				
		0,118	0,177	0,199	0,356	
Гречка	Серійний $d_q=6$ мм; $h_q=3,3$ мм	13,2	19,2	23,8	40,2	Приведені дані отримані для таких умов: $v_c=5,1-9,5$ км/год;
	Експериментальний $d_q=9$ мм; $h_q=5$ мм	38	56,6	62,5	110,4	

Досліди показали, що серійний диск з чарунками $d_q=6$ мм, $h_q=3,3$ мм не забезпечує норми висіву насіння гречки більше 40 кг/га, тоді як по агровимогам максимальна норма висіву повинна бути в межах 55–60 кг/га.

В таблиці також приведені дані по висіву насіння гречки з використанням експериментального диска, розробленого і виготовленого з урахуванням результатів цієї роботи. Як видно з дослідних даних, експериментальний диск забезпечує норми висіву в відповідності з агротехнічними вимогами.

При проведенні стендових випробувань пристосувань для висіву насіння гречки визначали також пошкодження і норму висіву насіння. Випробування проводили на різних режимах роботи висівного апарату. При висіві гречки пошкодження насіння на оптимальних режимах склало 0,32–0,48%, що знаходиться в межах агровимог (до 0,5%). Нестійкість висіву змінюється від 0,1 до 0,9% (по агровимогам допускається до 1%).

Режим роботи висівного апарату впливає на кількість висіву наступним чином. При висіві насіння гречки із збільшенням обертової швидкості від 0,131 до 0,245 м/с кількість висіяного насіння знижується на 4–6%. Проте при оптимальній швидкості посіву (7,2 км/год), що при передавальному відношенню механізму приводу $i=0,199$ відповідає обертової швидкості диска 0,185 м/с зменшення норми висіву складає близько 1%, що можна вважати допустимим.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Коротка інструкція з охорони праці при роботі на посівному агрегаті

Ця інструкція встановлює обов'язкові вимоги з охорони праці для працівників, які виконують роботи з підготовки, налаштування, агрегування та експлуатації посівних агрегатів під час сівби гречки в польових умовах.

До виконання робіт допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли:

- медичний огляд та не мають протипоказань до роботи з сільськогосподарською технікою;
- вступний інструктаж з охорони праці;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- навчання безпечним методам роботи з посівними машинами;
- перевірку знань з охорони праці та пожежної безпеки.

Працівник повинен знати:

- будову та принцип дії посівного агрегату;
- правила його агрегування з трактором;
- технологічні особливості посіву гречки;
- небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що виникають під час роботи;
- порядок дій у разі аварійних ситуацій.

Під час виконання робіт можливий вплив таких небезпечних і шкідливих факторів:

- рухомі та обертові частини агрегату;
- підвищений рівень шуму та вібрації;
- пил зерна гречки та ґрунту;
- можливість защемлення або затягування одягу;
- несприятливі метеорологічні умови;
- підвищене фізичне навантаження.

Працівник зобов'язаний використовувати справні засоби індивідуального захисту: спецодяг, спецвзуття, рукавиці, головний убір, а за необхідності – захисні окуляри та респіратор.

Забороняється допуск до роботи осіб у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, а також у разі поганого самопочуття.

Перед початком посіву гречки працівник повинен уважно оглянути посівний агрегат і трактор, перевірити їх технічний стан та переконатися у справності всіх вузлів і механізмів.

Необхідно перевірити:

- надійність з'єднання агрегату з трактором;
- справність гідравлічної системи;
- цілісність та правильність встановлення огорожень рухомих частин;
- стан сошників, висівних апаратів, насіннепроводів;
- справність маркерів і загортачів;
- відсутність підтікання пального, мастил та гідравлічної рідини.

Регулювання норми висіву, глибини загортання насіння та міжрядь дозволяється виконувати лише при зупиненому двигуні трактора, опущеному агрегаті на ґрунт і вимкненій гідросистемі.

Засипання насіння гречки у бункери слід виконувати механізованим способом або вручну з дотриманням правил безпеки, уникаючи перевантаження та різких рухів.

Забороняється починати роботу у разі:

- відсутності захисних кожухів;
- несправності гальмівної системи трактора;
- пошкодження електропроводки;
- виявлення сторонніх предметів у висівних апаратах.

Під час руху посівного агрегату по полю працівник повинен дотримуватися встановленої швидкості руху, що забезпечує стабільну роботу висівних апаратів та безпечні умови праці.

Забороняється:

- перебувати на агрегаті або його елементах під час руху;
- виконувати очищення, змащування чи ремонт при працюючому двигуні;
- нахилитися до рухомих частин під час роботи.

Під час посіву гречки слід постійно контролювати:

- рівномірність висіву;
- глибину загортання насіння;
- відсутність забивання сошників та насіннепроводів.

У разі необхідності очищення сошників або усунення несправностей агрегат необхідно повністю зупинити, заглушити двигун трактора та дочекатися повної зупинки рухомих частин.

Розвороти на краях поля слід виконувати плавно, без різких маневрів, попередньо піднявши посівний агрегат у транспортне положення.

Під час роботи в умовах підвищеної запиленості рекомендується використовувати засоби захисту органів дихання та очей.

Забороняється працювати поблизу ліній електропередач без дотримання встановлених безпечних відстаней.

Після завершення посіву гречки необхідно:

- зупинити агрегат на рівному майданчику;
- вимкнути двигун трактора;
- перевести всі механізми у неробоче положення.

Провести очищення посівного агрегату від залишків насіння та ґрунту з використанням спеціального інструменту.

Оглянути агрегат, виявити можливі пошкодження та повідомити керівника робіт про всі несправності.

Зняти та привести в порядок засоби індивідуального захисту, очистити їх від пилу та бруду.

У разі виникнення аварійної ситуації (раптова поломка, загоряння, витік пального або гідравлічної рідини) працівник зобов'язаний негайно зупинити агрегат і вимкнути двигун.

При виникненні пожежі слід:

- скористатися вогнегасником;
- за можливості відкотити трактор з агрегатом у безпечне місце;
- повідомити керівника робіт та відповідні служби.

У разі травмування працівника необхідно:

- негайно припинити роботу;
- надати першу домедичну допомогу;
- викликати медичних працівників та повідомити керівництво.

Дотримання вимог цієї інструкції є обов'язковим для всіх працівників, задіяних у посіві гречки.

Особи, які порушують вимоги охорони праці, несуть відповідальність згідно з чинним законодавством України.

Інструкція підлягає перегляду та оновленню у разі зміни технології посіву, конструкції посівного агрегату або нормативних вимог з охорони праці.

5. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВДОСКОНАЛЕНЬ

Доцільність впровадження запропонованих змін в операцію скошування стеблостою конюшини залежить від різних факторів та зводиться до економії коштів чи отримані прибутку.

Проведемо більш простий підрахунок – економію коштів від економії вартості палива посівних агрегатів за базовою та проектною технологіями вирощування гречки.

Економія палива на 1 га площі поля становить

$$12,58 - 5,12 = 7,46 \text{ кг.}$$

Кількість зекономленого палива зі всієї площі поля

$$78 \cdot 7,46 = 581,88 \text{ кг.}$$

Найменша ціна для нашого регіону 1 л палива становить 58,99 грн/л.

Таким чином, вартість зекономленого палива встановитиме:

$$\frac{58,99 \cdot 581,88}{0,88} = 39005,80 \text{ грн.}$$

Економія палива при виконанні операції

$$\frac{12,58 - 5,12}{12,58} \cdot 100\% = 59,30\% .$$

Отримане значення дозволяє результат має позитивне значення.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі запропоновані удосконалення технології вирощування конюшини, яка передбачає зменшення ручної праці працівників господарства.

У результаті аналізу сучасного стану механізації технології вирощування гречки встановлено, що якість посівних операцій має визначальний вплив на формування рівномірних сходів та подальший розвиток рослин. Особливості біології культури зумовлюють підвищені вимоги до точності дозування насіння, дотримання заданої глибини загортання та стабільності міжрослинних відстаней, що неможливо забезпечити без застосування сучасних сівалок точного висіву.

Дослідження конструктивно-технологічних особливостей сівалки точного висіву показали, що ефективність її роботи значною мірою залежить від висівного апарата, системи транспортування насіння та робочих органів для формування насінневого ложа. Правильний вибір режимів роботи сівалки забезпечує зменшення пропусків і двійників, а також сприяє формуванню оптимальної густоти стояння рослин гречки.

В теоретичній частині роботи розглянуто процес заповнення групових чарунок насінинами і визначені аналітичні залежності для визначення оптимальної величини відносної швидкості насіння в процесі їх западання в групову чарунку і обґрунтування величини мінімальної зони заповнення насінневої камери, а також встановлена залежність рівномірності розподілу насінин від параметрів чарунок висівного диску.

На підставі проведеного теоретичного аналізу для підвищення якості заповнення групових чарунок насінинами було запропоновано конструктивну зміну насінневої камери, яка забезпечує розміщення насінин над висівним диском в зоні розташування чарунок.

Для визначення комплексного (сумісного) впливу різних факторів на якість висіву: частоти обертання висівного диску, довжини насінневої камери,

параметрів чарунок було проведено багатофакторні експерименти, що дозволили визначити оптимальні значення досліджуваних факторів.

Це сприяє підвищенню продуктивності культури без суттєвого збільшення енергетичних і матеріальних витрат.

Проведена оцінка ефективності механізованого посіву показала, що впровадження сівалок точного висіву в технологію вирощування гречки дозволяє оптимізувати використання посівного матеріалу, зменшити його перевитрати та підвищити загальну культуру землеробства. Крім того, знижується трудомісткість виконання посівних робіт і підвищується їх технологічна надійність.

На основі виконаних досліджень сформульовано практичні рекомендації щодо застосування сівалки точного висіву при вирощуванні гречки, які можуть бути використані в умовах сільськогосподарських підприємств різних форм власності. Реалізація запропонованих рішень сприятиме підвищенню ефективності механізації посівних процесів, стабільності виробництва та конкурентоспроможності гречаної продукції.

Подальше вдосконалення конструкцій і режимів роботи сівалок точного висіву є перспективним напрямом розвитку механізації технології вирощування гречки. Це відкриває можливості для підвищення врожайності культури та раціонального використання ресурсів у сучасному аграрному виробництві.

Запропоновані в проекті технологічні зміни дозволяють одержати економію коштів та зменшення собівартості робіт більше ніж на 53%.

Список використаної літератури

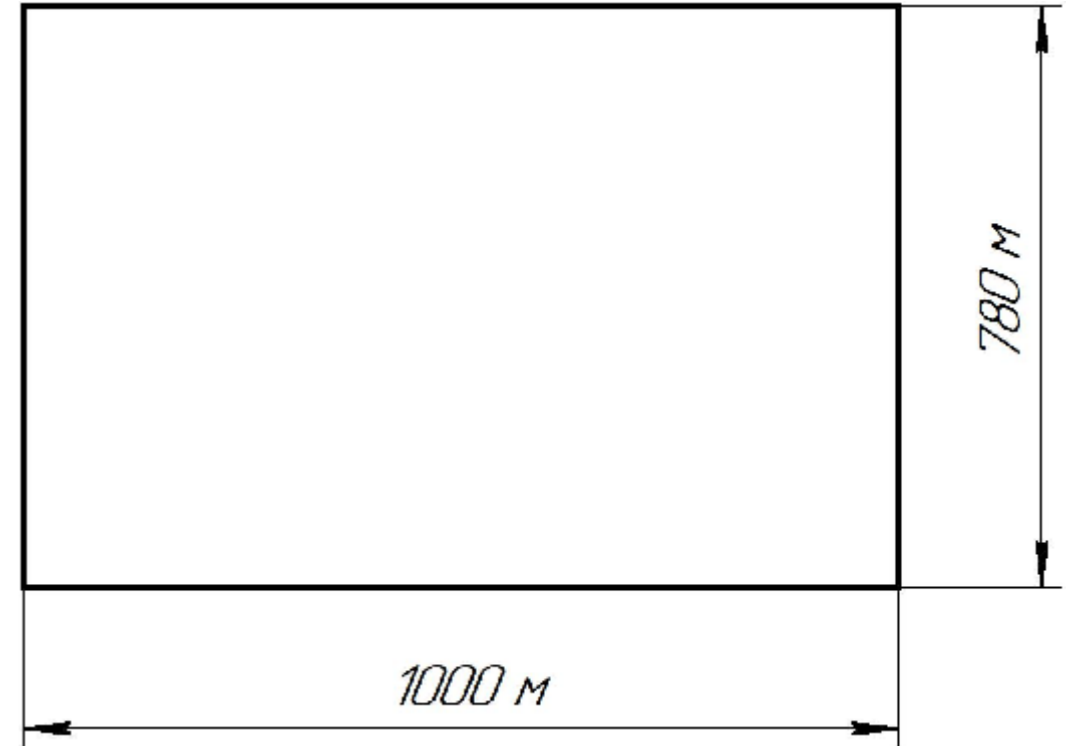
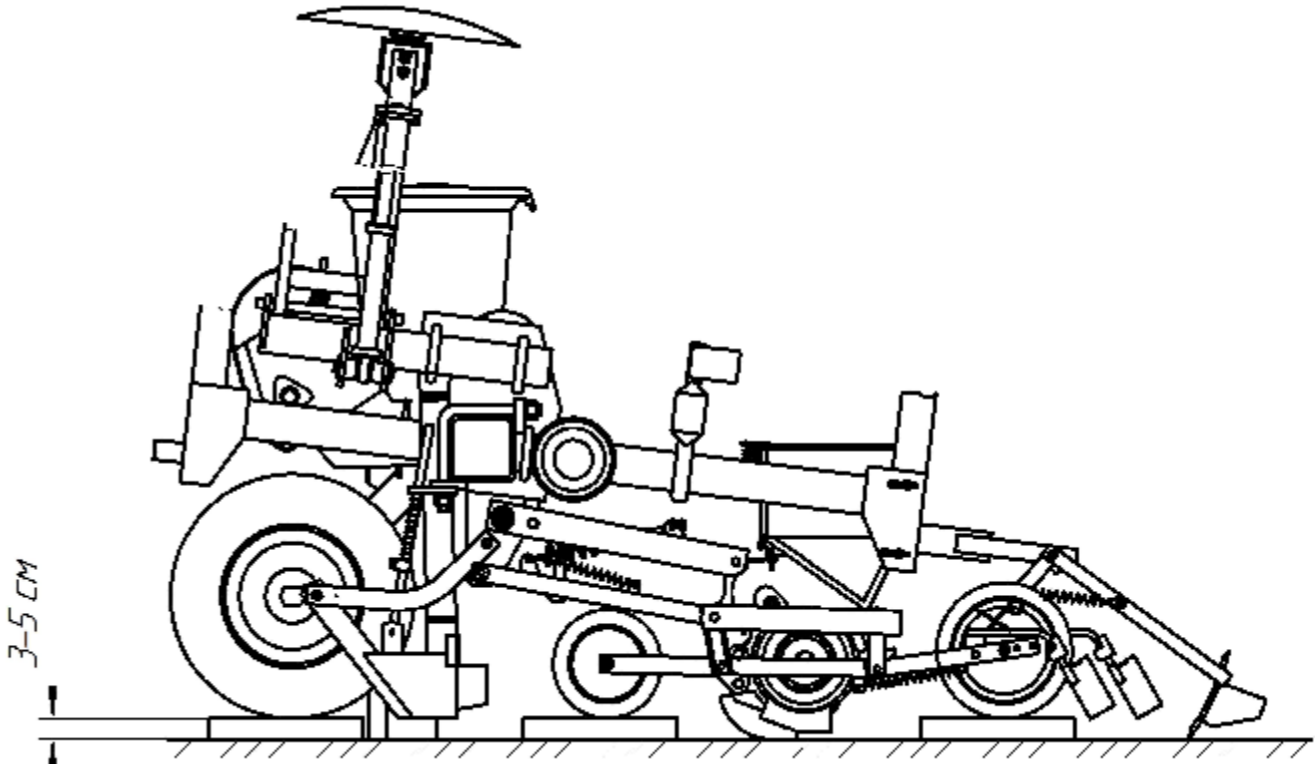
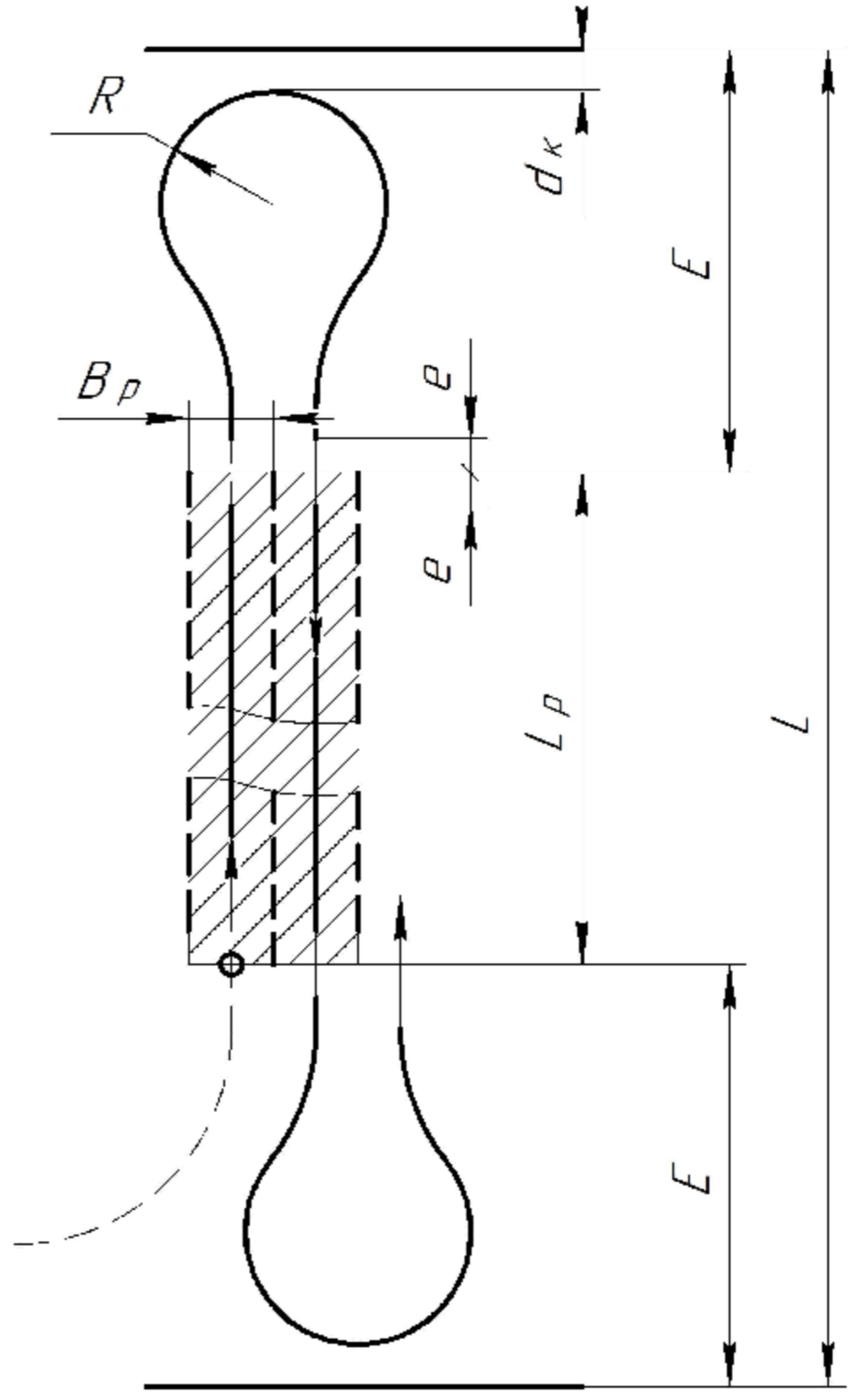
1. Машенко Ю. В., Семеняка І. М. Удосконалена технологія вирощування гречки в умовах Північного Степу України – монографія, Київ: Аграрна наука, 2018. 184 с.
2. <https://superagronom.com/articles/347-tehnologiya-viroschuvannya-grechki>
3. <https://www.mdpi.com/2077-0472/13/10/1953>
4. <https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyiraschivaniya-grechih-grechki-v-ukraine>
5. <https://agroelita.info/vyroshchuvannia-hrechky-v-ukraini-tekhnohiiata-rentabelnist/>
6. <https://analit-pribor.com.ua/uk/developments/osoblyvosti-vyroshhuvannya-grechky-v-ukrayini/>
7. <https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyiraschivaniya-grechih-grechki-v-ukraine>
8. <https://olis.com.ua/press-centre/statti/tekhnologii-vyrashchivaniya-grechih-ua/>
9. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
10. Єщенко В.О. Загальне землеробство / Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П. та ін. – К.: Вища школа, 2004. – 335 с.
11. Механізація технологічних процесів в землеробстві: Навчально-методичний комплекс: навч. посіб. / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, Т.Д. Іщенко та ін.. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 352 с.
12. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.

13. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.
14. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
15. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
16. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
17. Механіко–технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник / [Войтюк Д. Г. та ін.]; за ред. С. С. Яцуна. – [2–ге вид., перероб. і допов.]. – Суми: Сумський нац. аграр. ун–т, 2011. – 444 с.
18. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студент. вищ. навч. зал. із спец. „Машини та обладн. с.–г. вир–ва”/ За ред. М.І. Черновола. Кн. 2: Машини для рільництва/ П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.: іл.
19. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.: іл.

20. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003. – 408 с.
21. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2002. – 320 с.
22. Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.
23. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / М.М. Сакун, В.Ф. Нагорнюк; Одеський державний аграрний університет/. Кафедра безпеки життєдіяльності. – Одеса: «Видавництво», 2009. – 184 с.
24. Основи охорони праці. Курс лекцій: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр" / А.І. Ткачук, С.М. Богомаз-Назарова. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард", 2017. – 156 с.

ДОДАТКИ

Операційно-технологічна карта

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля - 78 га; довжина гонів - 1000 м; величина підйому - 3°; глибина загортання насіння - 3-4 см	<p style="text-align: center;">Схема поля</p> 
Агротехнічні вимоги	Відхилення від заданої глибини - ± 1 см; відхилення від заданої норми висіву насіння - $\pm 3\%$; нерівномірність висіву між окремими апаратами не більше $\pm 3\%$; відхилення ширини стикових міжрядь для суміжних проходів - не більше ± 5 см; для суміжних сівалок - не більше ± 2 см.	
Склад агрегата і підготовка його до роботи	<p>Трактор CASE IH Farmall JX110; сівалка ССТ-12В; робоча ширина захвату - 5,4 м; мінімальний радіус повороту - 9,18 м; кінематична довжина агрегату - 2,9 м.</p> <p>Підготовка агрегату:</p> <ol style="list-style-type: none"> Провести щозмінний технічний огляд трактора і сівалки. Перевірити робочі поверхні сівалки, відрегулювати довжину маркерів. Відрегулювати сівалку на задані норми висіву насіння та туків і глибини їх загортання. 	<p style="text-align: center;">Регулювання глибини загортання насіння</p> 
Підготовка поля	Перед початком обробки оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги - 32,4 м; оптимальна ширина загінки - 367,2 м; кількість загінки 2 (1 загінки шириною 367,2 м; 1 - шириною 412,80 м).	<p style="text-align: center;">Схема руху одного циклу</p> 
Способи руху	Спосіб руху - гоновий човником.	
Швидкість руху	Робоча швидкість, враховуючи буксування - $V_p = 5,28$ км/год.	
Показники організації процесу	<ol style="list-style-type: none"> Тривалість циклу - 24,75 хв. Технічна продуктивність за цикл - 0,94 га/цикл. Змінна продуктивність агрегату - 18,25 га/зм. Кількість циклів за зміну - 19,41 цикл/зм. Витрати палива на 1 га - 5,12 кг/га. Витрати палива за 1 цикл - 4,81 кг/цикл. Витрати палива за зміну - 93,52 кг/зм. 	
Контроль за якістю	<ol style="list-style-type: none"> Виконати 2-3 рази за зміну контроль норми висіву насіння. Відхилення від норми висіву не повинно перевищувати $\pm 3\%$. Не менше 10 разів перевірити глибину загортання насіння. Відхилення не повинно перевищувати ± 1 см. Нерівномірність висіву між окремими апаратами не повинна перевищувати $\pm 3\%$. 	

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Культура - гречка
Площа - 100 га
Урожайність - 20,0 ц/га

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Змінна норма виробітку	Витрати праці, людхгод
		трактор, комбайн	с.-г. машина, знаряддя		
Обробіток комбінованим знаряддям, 6-8 см	100 га	CASE 110 JX	CEUS 4000-TX	38,4 га	16,66
Підготовка мінеральних добрив	6 т	вручну		28 т	14,98
Завантаження мінеральних добрив	30 т	MT3-80	ПЕ-35	42 т	4,97
Транспортування мінеральних добрив до 5 км	30 т	автомобілі		10 т	21
Глибоке розпушення з внесенням мінеральних добрив	100 га	NH T7315	ЧНУ-4	16 га	35
Протруєння насіння	24 т	-	ПС-10А	40 т	8,40
Підготовка мінеральних добрив	8 т	вручну		3,5 т	15,99
Транспортування насіння в поле 10 км	24 т	автомобілі		-	-
Транспортування мінеральних добрив у поле до 10 км	8 т	автомобілі		-	-
Завантаження насіння у сівалку	24 т	автозавантажувач		-	-
Завантаження добрив у сівалку	8 т	автозавантажувач		-	-
Сівба з внесенням добрив	100 га	CASE 110 JX	ССТ-12В	18,25 га	7,99
Коткування посівів	100 га	NH T7315	ЗККШ-6	76 га	9,21
Підготовка гербіцидів	0,30 т	вручну		3,5 т	15,99
Завантаження гербіцидів	0,30 т	вручну		3,5 т	15,99
Підготовка води	0,16 т	вручну		3,5 т	15,99
Транспортування води та гербіцидів у поле до 10 км	0,46 т	автомобілі		-	-
Обробіток посівів від хвороб, бур'янів та шкідників	100 га	DJI Agras T-40		121 га	23,33
Обкошування та прокошування	5 га	New Holland TC5.80		42,78	11,61
Збирання зерна	95 га	New Holland TC5.80		42,78	11,61
Транспортування зерна до 10 км	475 т	автомобілі		-	-
Первинна очистка зерна	475 т	-	БСХ-100	420 т	225
Очистка насіння	35 т	-	БСХ-100	210 т	52,50
Навантаження насіння	24 т	-		-	-
Транспортування насіння у склад	24 т	автомобілі		-	-
Розвантаження насіння у складі	24 т	автомобілі		-	-

МЕТА, ЗАДАЧІ, ПРЕДМЕТ ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета досліджень: підвищення якості роботи сівалки точного висіву шляхом обґрунтування параметрів висівного апарата

Задачі досліджень:

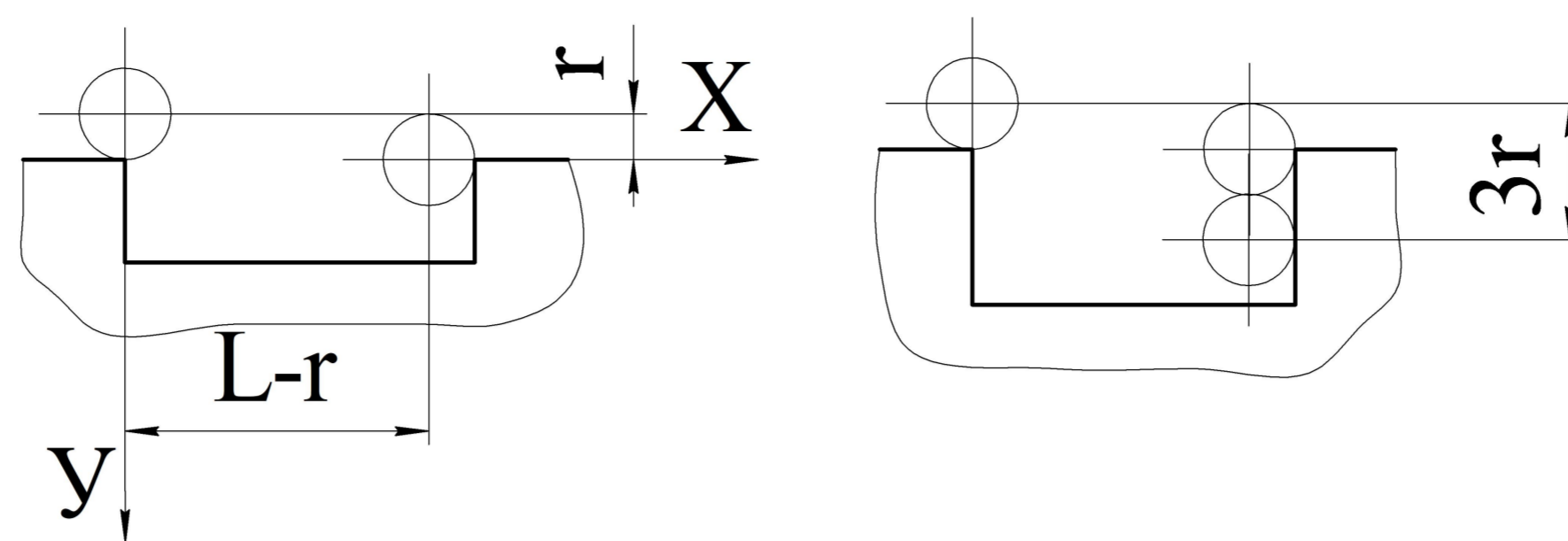
1. Дослідити процес заповнення групових чарунок насінням.
2. Встановити вплив конструктивно-технологічних параметрів висівного апарата на якісні показники його роботи.

Об'єкт дослідження: процес роботи висівного апарата сівалки точного висіву.

Предмет дослідження: конструктивні та технологічні параметри висівного апарата сівалки точного висіву.

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз процесу западання насінин в групову чарунку та обґрунтування довжини зони заповнення



$$V_{\text{від}} \leq (L-z) \sqrt{\frac{g}{2r}} \quad (1)$$

$$V_{\text{від}} \leq (L-z) \sqrt{\frac{g}{2r(m+1)}} \quad (2)$$

де m - різниця у відстанях, які проходять насінини нижнього і верхнього рядів по вертикалі, висловлені в r насінин

$$t_1 = \frac{L-z}{V_{\text{від}}} \quad (3);$$

$$t_c = \frac{R\theta}{V_d} \quad (4)$$

де t_1 - час одиночної зустрічі чарунки з насіниною;

t_c - максимальний час, за який насінина може запасти у чарунку;

$R\theta$ - величина зони заповнення (R - радіус висівного диску, θ - кутова довжина зони заповнення)

Із (3) та (4) число зустріч насінини з чарункою K при западанні становить $K = \frac{t_c}{t_1} = \frac{R\theta V_{\text{від}}}{(L-z)V_d} \quad (5)$

З точки зору теорії імовірності $K = \frac{1}{P_1 P_2} \quad (6)$

де P_1 - імовірність того, що насінина співпадає з чарункою

P_2 - імовірність проходу насінини в чарунку

Із (5) та (6) можна визначити довжину зони заповнення $R\theta \geq \frac{(L-z)V_d}{V_{\text{від}} P_1 P_2} \quad (7)$

Величини $V_{\text{від}}$, P_1 та P_2 необхідно визначити в процесі проведення експериментальних досліджень.

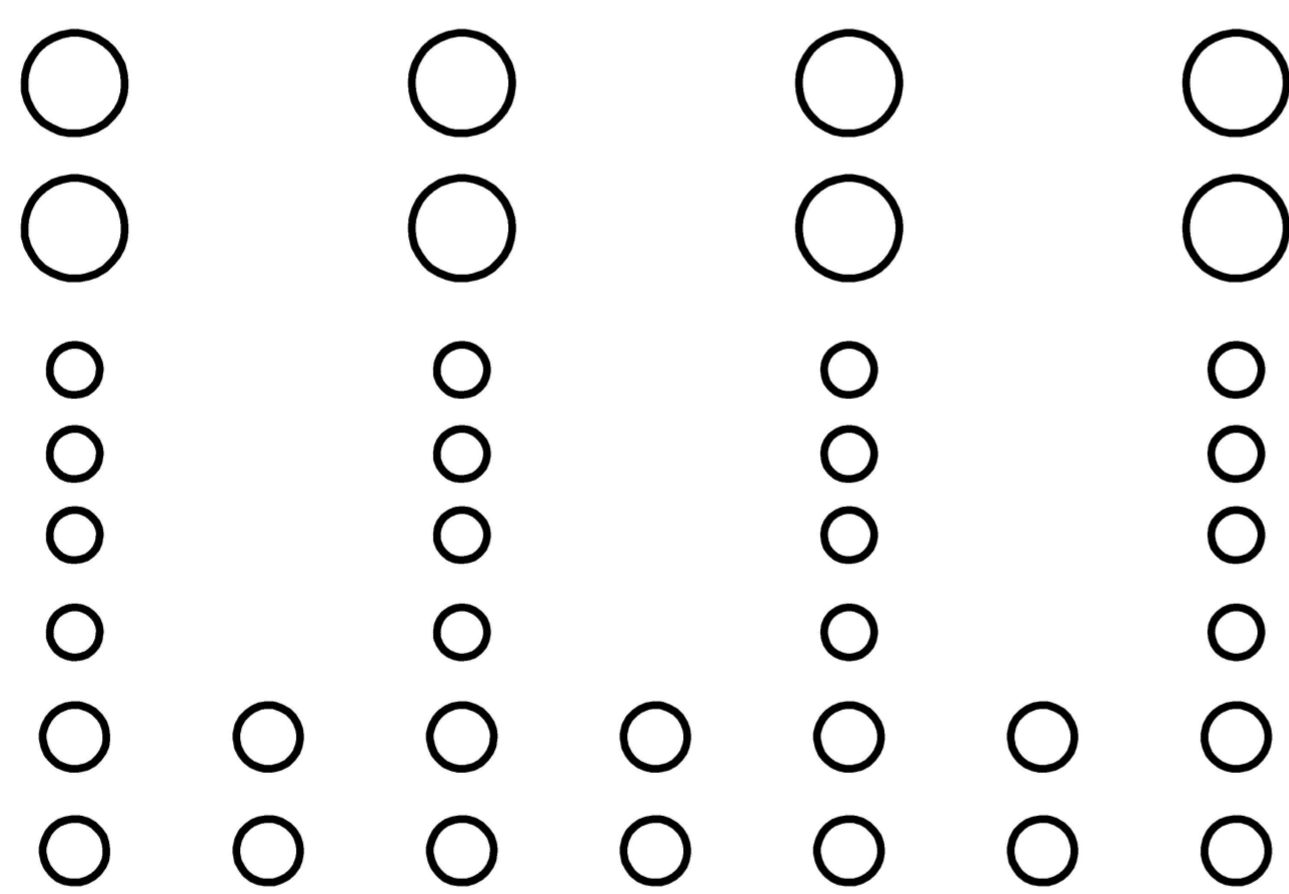
Аналіз рівномірності розподілу інтервалів між насінинами при груповому посіві

$$D_1 = [(O - S_{\text{cp}})^2 n_0 + (S_{\text{max}} - S_{\text{cp}})^2 n_{\text{max}}] / n \quad (1)$$

де n_0 - кількість нульових інтервалів;

n_{max} - кількість збільшених інтервалів;

n - загальна кількість інтервалів



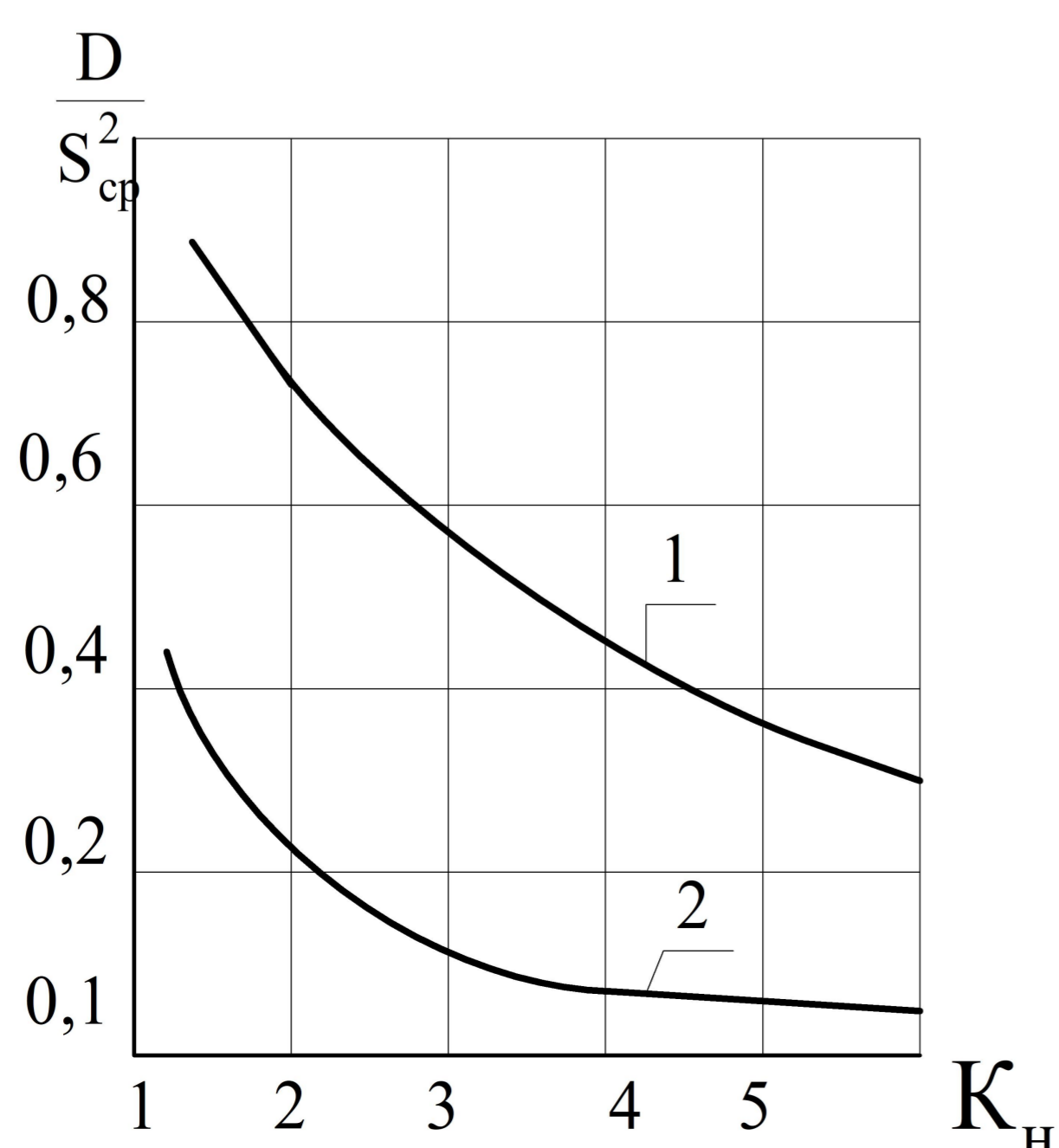
а) вихідна схема групування насіння

б) норма висіву збільшується за рахунок збільшення кількості насінин в чарунках

в) норма висіву збільшується за рахунок збільшення кількості груп

$$D_2 = S_{\text{cp1}}^2 m_1^2 (m_2 - 1) / m_2^2 \quad (2) \quad (\text{варіант б})$$

$$D_3 = S_{\text{cp1}}^2 n_1^2 (m_3 - 1) / n_3^2 \quad (3) \quad (\text{варіант в})$$



Крива 1 побудована за рівнянням (2)
Крива 2 побудована за рівнянням (3)

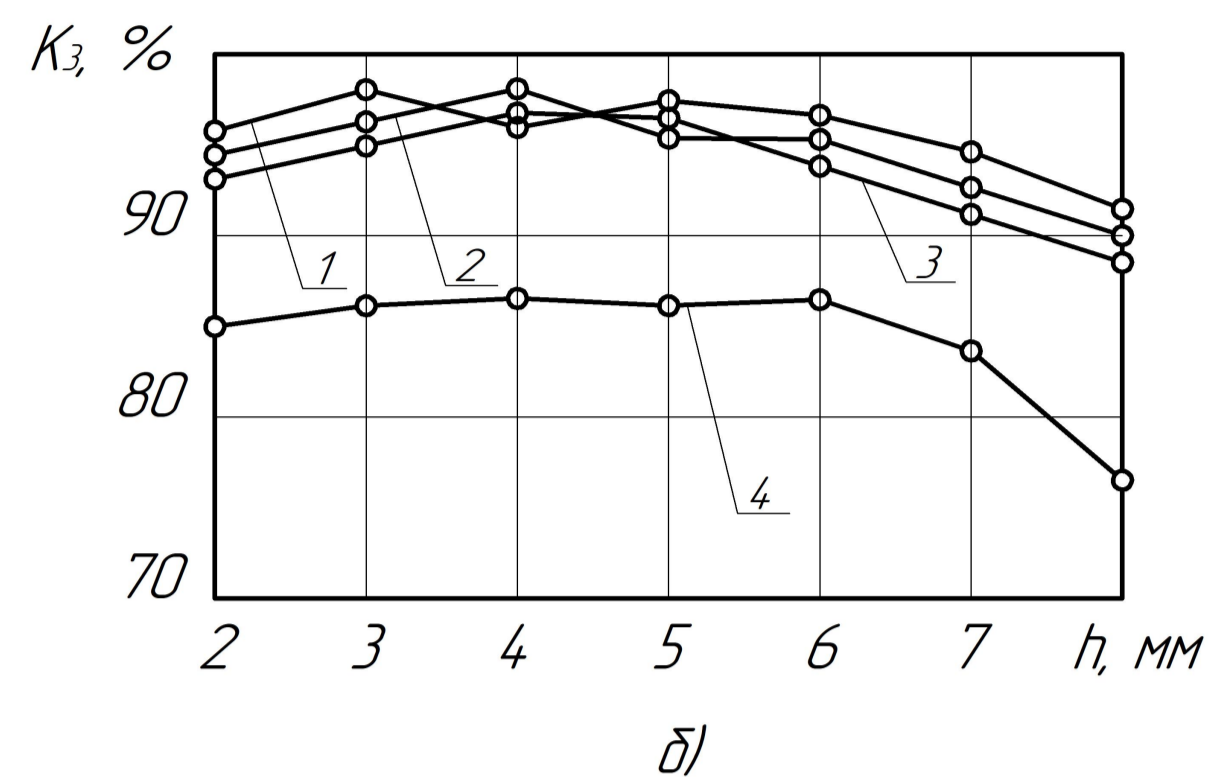
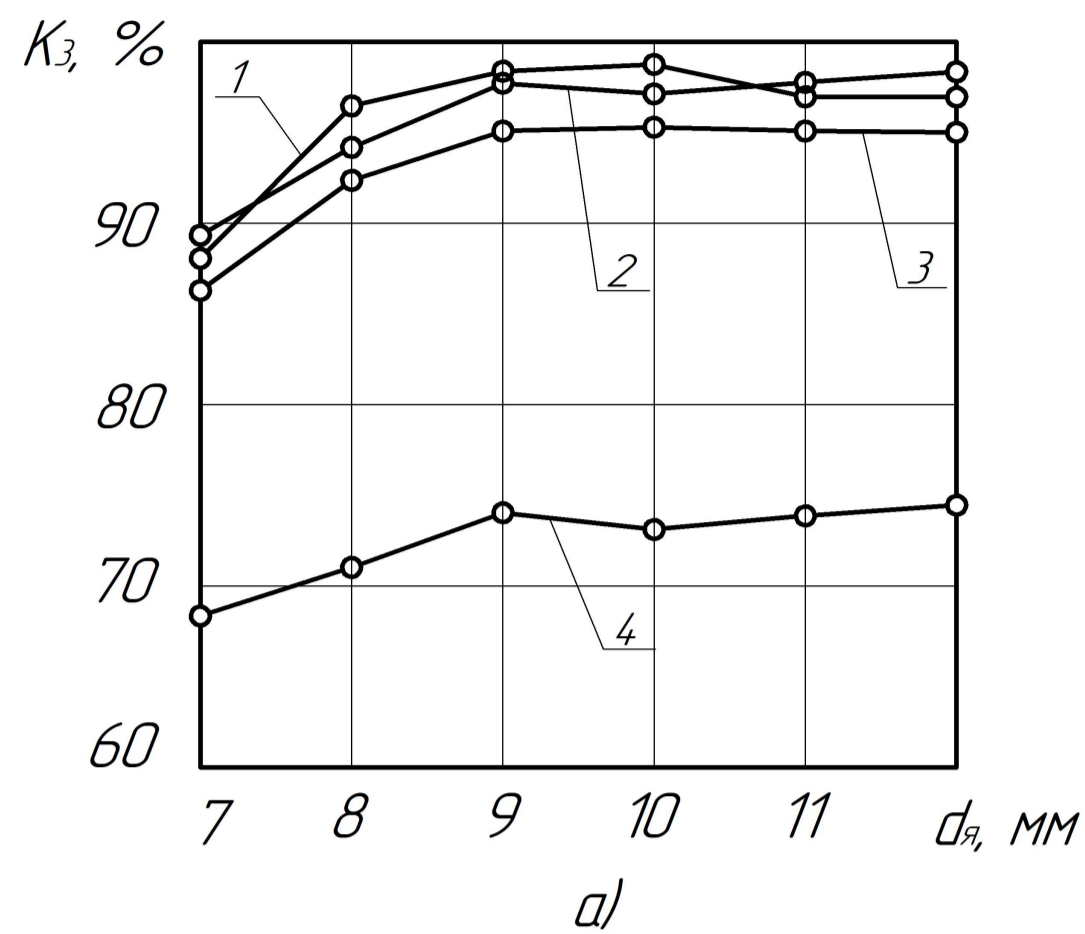
K_H - коефіцієнт зміни норми висіву:

для випадку б) $K_H = m_2 / m_1$

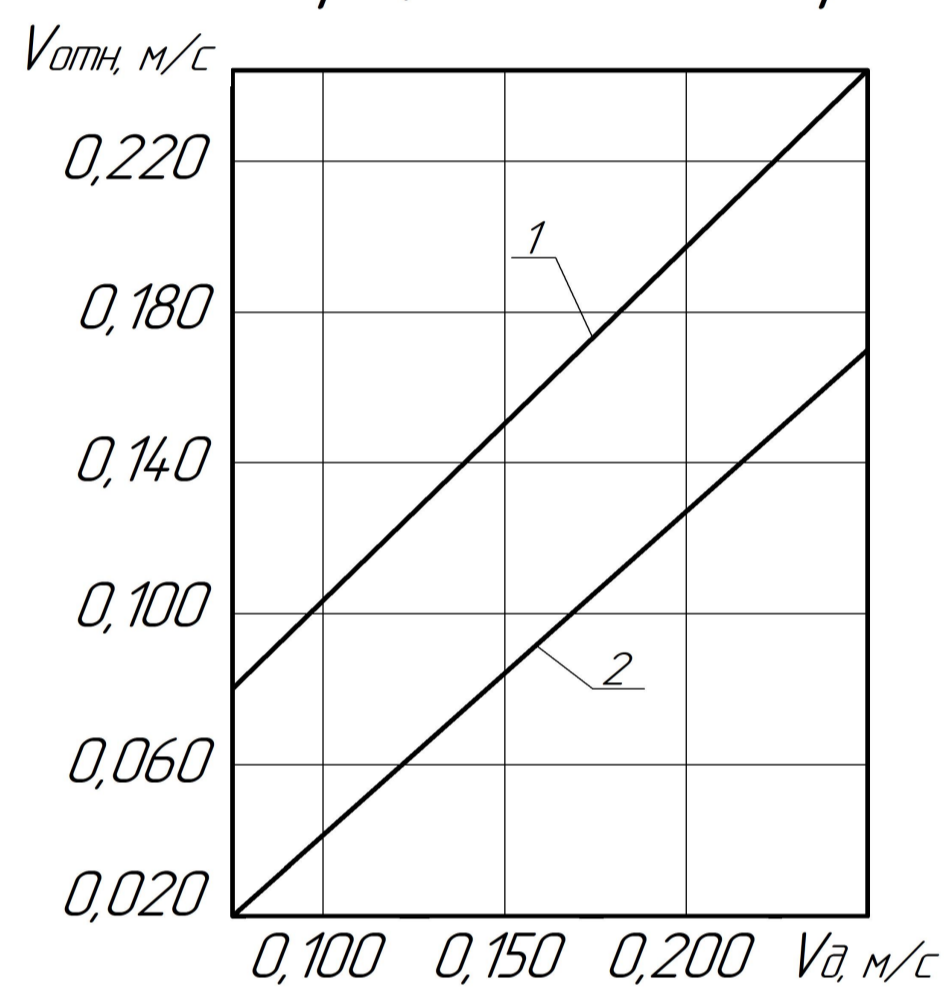
для випадку в) $K_H = n_3 / n_1$

Результати експериментальних досліджень

Вплив діаметру d_a (а) і глибини h (б) чарунок на якість заповнення чарунок насінням гречки при різних колових швидкостях диску V_a , м/с; 1- $V_a=0,078$; 2- $V_a=0,114$; 3- $V_a=0,202$; 4- $V_a=0,258$



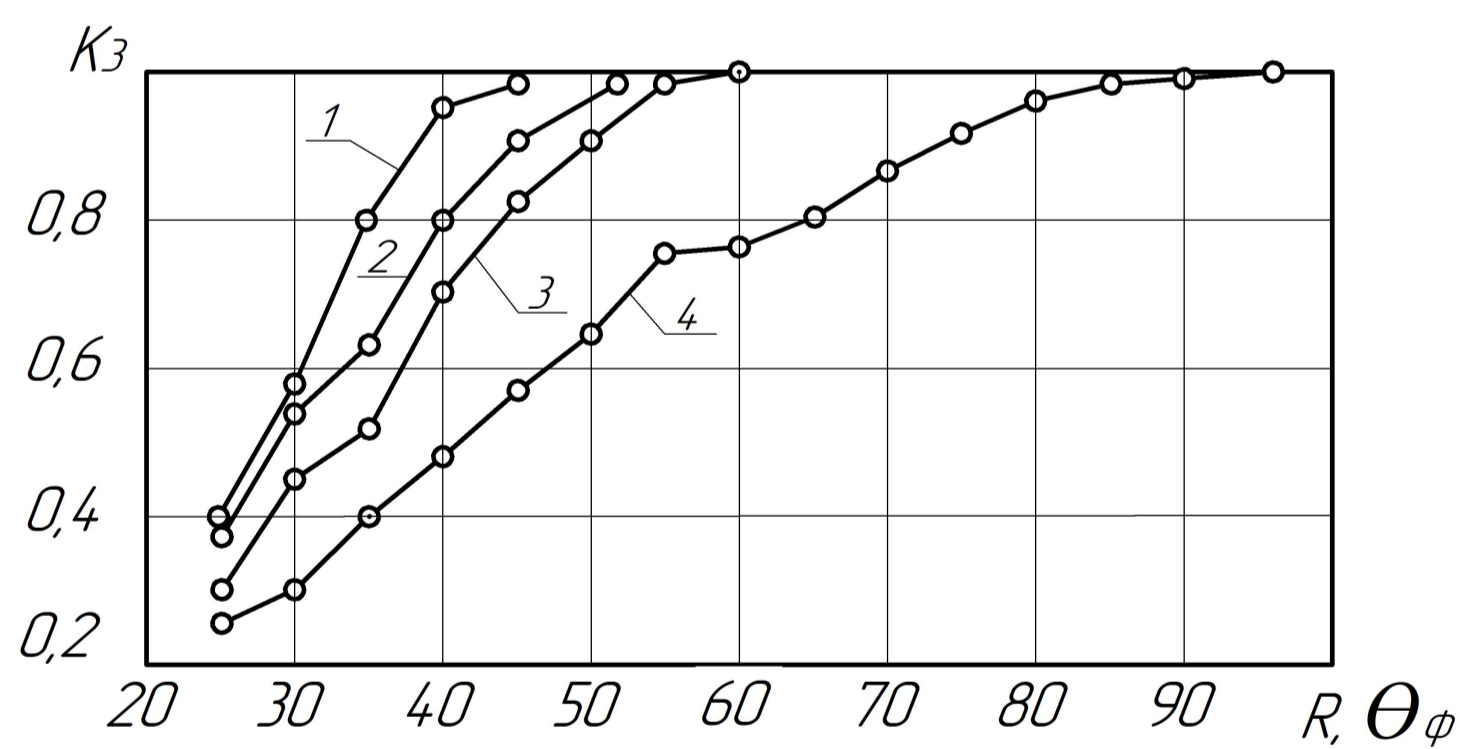
Залежність відносних швидкостей насіння $V_{отн}$ від колової швидкості висівного диску V_a для матеріалів з коефіцієнтами тертя: 1- $f=0,34$; 2- $f=0,49$



$$V_{отн1} = 0,92V_a + 0,005$$

$$V_{отн2} = 0,81V_a - 0,042$$

Залежність якості заповнення чарунок насінням гречки від величини зони заповнення при різних значеннях колової швидкості диску V_a , м/с: 1- $V_a=0,078$; 2- $V_a=0,114$; 3- $V_a=0,202$; 4- $V_a=0,258$



Порівняння теоретичної величини мінімальної довжини зони заповнення R, Θ_m з фактичною величиною R, Θ_ϕ (визначеною експериментально)

Колова швидкість диску, м/с	Відносна швидкість насіння, м/с	Ймовірність заповнення чарунок насінням при оденичній зустрічі P_1P_2	Теоретична величина мінімальної зони заповнення, R, Θ_m	Фактична величина мінімальної зони заповнення R, Θ_ϕ
0,078	0,077	0,214	28,19	45,67
0,114	0,110	0,194	32,85	53,22
0,202	0,191	0,178	36,54	59,19
0,258	0,242	0,110	59,61	96,57

$$R \Theta_\phi = R \Theta_m + R \Theta_m \cdot \Delta / d_a = 1,367 R \Theta_m$$

де Δ – товщина перемички між чарунками.