

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Магістр" на тему:

Обґрунтування технологічного процесу та конструктивних параметрів садильного апарату картоплесаджалки

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-3-22
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ Тещинський Антон Ігорович

Керівник: _____ Пугач Андрій Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище,
ініціали)

« ____ » _____ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Тещинському Антону Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування технологічного процесу та конструктивних параметрів садильного апарату картоплесаджалки

керівник роботи Пугач Андрій Миколайович, д.н. держ. упр., к.т.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«09» листопада 2023 року № 3422

2. Строк подання студентом роботи 24.11.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Огляд стану питання в галузі машинобудування та існуючих машин. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз сучасних технологічних процесів та завдання досліджень. 2. Теоретичні дослідження процесу роботи напівавтоматичної картоплесаджалки. 3. Програма та методика експериментальних досліджень. 4. Експериментальні дослідження садильного апарату картоплесаджалки. 5. Охорона праці та захист в надзвичайних ситуаціях. 6. Економічна ефективність. Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета і задачі досліджень. 2. Аналіз літературних і патентних джерел. 3. Теоретичні дослідження. 4. Програма і методика досліджень 5. Результати досліджень. 6. Економічні показники. 7. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пугач А.М., професор		
2	Пугач А.М., професор		
3	Пугач А.М., професор		
4	Пугач А.М., професор		
5	Деркач О.Д., доцент		
6	Вінніченко І.І., професор		
Нормоконтроль	Теслюк Г.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 20.09.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 18.04.2023 р.	Виконав
2	Теоретичний	до 20.06.2023 р.	Виконав
3	Експериментальний	до 12.09.2023 р.	Виконав
4	Охорона праці	до 17.10.2023 р.	Виконав
5	Економічний	до 07.11.2023 р.	Виконав
6	Демонстраційна частина	до 14.11.2023 р.	Виконав

Студент

_____.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Тещинський А. І. Обґрунтування технологічного процесу та конструктивних параметрів садильного апарату картоплесаджалки / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

У першому розділі представлено опис технологічних процесів та викладені вимоги до картоплесадильних машин у селекції та в первинному насінництві картоплі.

У другому розділі проведено теоретичні дослідження процесу роботи напівавтоматичної картоплесаджалки з обґрунтуванням параметрів.

У третьому розділі представлено програму та методику експериментальних досліджень.

У четвертому розділі приведено результати експериментальних досліджень з обґрунтуванням раціональних параметрів.

У п'ятому розділі приведено аналіз стану охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

У шостому розділі приведено оцінку економічної ефективності від впровадження

Ключові слова: садильний апарат, бульба, садіння, первинне насінництво, картопля.

Тещинський А.І. Огляд технологічних схем садіння картоплі / А.І. Тещинський // Proceedings of II International Scientific and Practical Conference/ Tokyo, Japan. 26-28 October 2023. P. 18-20.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	11
1.1 Особливості технологічних процесів у первинному насінництві картоплі.....	11
1.2 Вимоги до картоплесадильних машин у селекції	15
1.3 Огляд засобів механізації в первинному насінництві картоплі.....	16
1.4 Технологічні схеми садіння картоплі	30
Висновки.....	34
2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ НІПІВАВТОМАТИЧНОЇ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ.....	36
2.1 Вибір об'єкта дослідження	36
2.2 Обґрунтування параметрів і режимів роботи картоплесаджалки.....	38
2.3 Вибір точки скидання бульб барабаном садильного апарату.....	44
2.4 Траєкторія падіння бульби в борозну.....	48
Висновки.....	50
3 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	51
3.1 Програма експериментальних досліджень	51
3.2 Методика планування багатофакторного експерименту.....	55
3.3. Дослідження впливу факторів на переміщення бульби за час падіння	56
3.4. Методика проведення польових досліджень.....	57
3.5. Методика проведення агротехнічної оцінки.....	61
Висновки.....	62

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ САДИЛЬНОГО АПАРАТУ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ.....	63
4.1 Фізико-механічні властивості бульб.....	63
4.2 Результати дослідження форми перегородок на розділ бульб.....	64
4.3 Результати планування експерименту.....	66
4.4 Вплив факторів на переміщення бульб за час падіння.....	89
4.5 Результати лабораторно-польових дослідів.....	75
Висновки.....	77
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	78
Висновки.....	81
6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.....	82
Висновки.....	85
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	88
ДОДАТКИ.....	90

ВСТУП

Картопля, яку в Україні прийнято вважати «другим хлібом», відноситься до найважливіших сільськогосподарських культур, що забезпечують харчування населення і продовольчу незалежність країни. Значимість картоплі як продовольчо-технічної культури підтверджується її стабільним попитом на ринку.

Картопля поживна: в ній багато калію, магнію, вітамінів В і С, складних вуглеводів. Білки в ній кращої якості, ніж у сої, і що дуже важливо – картопля вільна від жирів. Культура картоплі пластична, що забезпечує можливість вирощування її від тропіків до арктичного поясу. Вона добре росте в умовах дощового клімату, несприятливого для вирощування більшості зернових культур; може рости на бідних піщаних ґрунтах.

Унікальна властивість картоплі – з неї можна приготувати більше 200 різноманітних цінних і висококалорійних блюд і продуктів харчування. Тому картопля ніколи не приїдається.

В Україні щорічно вирощують 16-18 мільйонів тонн картоплі, це стільки, як у ФРН. При цьому площі посадки картоплі у ФРН становлять близько 600 тисяч га, а в Україні – понад 1,5 мільйона га. Виробництво картоплі у ФРН повністю забезпечує цим продуктом харчування 74 мільйони чоловік, та ще й вистачає на експорт, а в Україні для забезпечення крохмалистою 45 мільйонів чоловік і потрібно завозити її з інших країн.

Однією з причин незадовільного виробництва картоплі в Україні слід вважати недосконалість і незадовільне ведення насінництва. Саме від якості насінневого матеріалу залежить урожай картоплі, оскільки при посадці неякісного насіння економічні втрати особливо високі, і ніякими агротехнічними заходами не можна усунути їх негативний вплив на врожайність.

Розрізняють системи первинного та внутрішньогосподарського насінництва. У першій системі за 3-5 років вирощують елітне насіння

картоплі, в другій - здійснюється планомірна сортозаміна і сортооновлення в господарствах.

При сортооновленні заміна одного сорту іншим проводиться за 3-5 років. При цьому новий сорт повинен перевершувати старий за врожайністю не менше, ніж на 10-15 %. Господарству треба щорічно купувати еліту відповідного сорту з розрахунку 8-10 т на 100 га посівів для розмноження її на насіннєвій ділянці. В цілому, картоплярству України необхідно близько 100 тисяч тонн еліти, з якої отримують насіннєві бульби другої і третьої репродукції. Оскільки при садінні бульбами 5-ї репродукції врожайність падає на 40 % в порівнянні з елітним насінням, сортооновлення в господарствах слід закінчувати на III-IV репродукціях.

Неодмінною умовою отримання високих врожаїв картоплі, поряд з підбором сортів, є садіння пророщеними бульбами. Для цього необхідна спеціальна картоплесадильна техніка.

Од теперішнього часу, не освоєно промислове виробництво картоплесаджалок, які суміщають технології посадки клонів і пророщених бульб картоплі.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є обґрунтування технологічного процесу та конструктивних параметрів садильного апарату картоплесаджалки.

Для досягнення мети в роботі були визначені наступні завдання:

- розробити конструктивно-технологічна у схему напівавтоматичної картоплесаджалки з барабанним садильним апаратом, комірки якого виконані V - подібними перегородками;
- провести теоретичні дослідження з обґрунтування основних конструктивно- режимних параметрів садильного апарата барабанно-коміркового типу;
- статистична модель садіння бульб картоплі, яка означає рівномірність розподілу їх в борозні на стадії проектування;
- визначити вплив конструктивно-режимних параметрів садильного

апарата на процес розподілу бульб на рівні дна борозни.

Об'єктом дослідження є технологічний процес роботи садильного апарату.

Предметом є показники якості роботи напівавтоматичної картоплесаджалки з барабанним садильним апаратом.

Методи дослідження. Використано метод системного дослідження, теорію планування експерименту, методи фізико-математичного моделювання, математичного аналізу, теорію подібності.

Наукова новизна отриманих результатів. Виведено аналітичні залежності для визначення зв'язку між конструктивними, кінематичними та силовими параметрами механізмів. Проведено експериментальні дослідження, за результатами яких визначено відповідність теоретичних залежностей реальним робочим процесам.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано інженерну методику розрахунку параметрів садильного апарата напівавтоматичної картоплесаджалки для посадки пророщених бульб і клонів картоплі, а також результати техніко-економічної оцінки впровадження розробки.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Особливості технологічних процесів у первинному насінництві картоплі

Без добре налагодженого насінництва практично не можна домогтися підвищення врожайності картоплі. Одна з основних проблем насінництва - одержання здорового вихідного насіннєвого матеріалу. Зазначене передбачає безперервне поліпшення його якості та запобігання поширення вірусних хвороб, які перешкоджають цьому.

Результати досліджень показують, що вірусні хвороби знижують урожай картоплі від 10 до 70 % залежно від ступеня поширення та виду збудника. Крім того, картоплярство зіткнулася з явищем поступово прогресуючого зниження продуктивності сорту, яке отримало назву виродження сорту. У більшості випадків проблема боротьби з ним вирішується шляхом сортозаміни. Продовження життя сортів досягається шляхом насінництва або підтримуючої селекції.

Теоретичною і практичною передумовою виробництва високоякісного насіннєвого картоплі є, як відомо, метод поліпшуючих відборів. Майже з часу початку вирощування картоплі різні поліпшуючі відбори широко застосовують у селекції і насінництві. Мета таких відборів - вибір вихідних, здорових рослин за ознаками характерним даному сорту. Тут відбір проводять тільки на основі візуальної оцінки. Однак, така оцінка не дає гарантії одержання здорового посадкового матеріалу, вільного від вірусів.

Вірусна інфекція здатна перебувати в бульбах картоплі, не викликаючи симптомів захворювання. Тому почали застосовувати випробування по отриманню еліти поєднуючи так званий клоновий відбір з серологічною і індикаторною перевіркою відібраного матеріалу на приховані віруси.

У даний момент захист насінневої картоплі від вірусних та інших хвороб, а також збереження репродуктивних властивостей сортів лежить на системі безвірусного насінництва картоплі, кінцева мета якої - постачання господарств, які виробляють товарну картоплю, безвірусним посадковим матеріалом.

Першою основною ланкою у системі насінництва картоплі є вирощування еліти, яку вирощують насінницькі господарства. Еліта картоплі - це насінневий матеріал високого класу, що володіє господарськими і біологічними якостями і морфологічними ознаками, властивими даному сорту, який відповідає за методами вирощування і посівним якостям вимогам нормативно-технічної документації до насіння еліти (ГОСТ 20081-74). Якість еліти залежить від того, наскільки досконалі методи, які застосовуються при її вирощуванні.

Для вирощування еліти картоплі застосовується індивідуально - клоновий відбір, висока ефективність якого визначається можливістю оцінки бульбового потомства кожної відібраної рослини за комплексом ознак протягом кількох репродукцій.

Клон (грецьке - гілка, пагін, нащадок) - потомство однієї рослинної або тваринного організму, що утворилося шляхом вегетативного розмноження. В рослинництві - потомство однієї рослини, розмноженої бульбами, цибулинами, живцями. Всі особини одного клону характеризуються великою однорідністю своїх спадкових особливостей і, як правило, зберігають властивості сорту, з якого клон узятий.

Клоновий відбір у первинному насінництві картоплі в багатьох країнах світу почали застосовувати ще в 30-ті роки минулого сторіччя. При цьому користувалися схемою трьох - чотирирічних випробувань клонів по потомству, що дозволило істотно підвищити врожайні властивості сортового насіння. З застосуванням серологічної оцінки клонова підтримуюча селекція стала науковою основою насінництва картоплі. Так, у Нідерландах така селекція на основі відбору безвірусних клонів

і їх чотирирічного випробування зробила революцію у виробництві насінневої картоплі: значно покращилась її якість, збереглися ознаки, а посадковий матеріал виявився майже вільним від вірусних хвороб. Вже в 60-х роках вони експортували насінневу картоплю майже в 50 країн світу.

На етапі виробництва клонового матеріалу картоплі пропонується використовувати у первинному насінництві напівавтоматичну картоплесаджалку, що і є об'єктом магістерської роботи.

На мерістемному насінневому матеріалі картоплі (тепличне вирощування клонів) роль клонового відбору зростає. Про це свідчить досвід багатьох країн з розвиненим картоплярством, таких, як Нідерланди, Франція, Великобританія, США, Німеччина, Швейцарія, де на мерістемному оздоровленому матеріалі, отриманому в процесі клонового мікро-розмноження, запроваджена схема відтворення еліти 5... 10 років, з багаторічним (2...4 роки) випробуванням клонів по потомству. Так ведуть первинне насінництво всі країни світу, які збирають високі (понад 30 т/га) врожаї бульб. Отже, основа відтворення високоякісної еліти - підтримуюча селекція, тобто клоновий відбір, якому в первинному насінництві і сьогодні немає альтернативи. Що ж представляє із себе клоновий добір, якщо розглядати його через призму механізації посадки картоплі при вирощуванні еліти?

На першому етапі насінницьких робіт селекціонер оперує великим кількістю партій вихідного матеріалу, з якого обирає кращі екземпляри. При цьому в лабораторіях з виробництва безвірусного вихідного матеріалу отримують мерістемні клони з пробіркових рослин). Далі, безпосередньо в схему оздоровлення включається індивідуально - клоновий відбір, який передбачає польові випробування матеріалу.

На другому етапі проводять посадку по одній бульбі в спеціальному розпліднику клонів. Відбір рослин починають з суворої візуальної оцінки в фазі бутонізації і цвітіння. Виділені рослини перевіряють серологічним або індикаторним методом на зараженість вірусами. Під час збирання залишають

рослини без ознак хвороб, типових для сорту за величиною, формі і забарвленню. Бульби з кожної відібраної рослини укладають в окрему тару на зберігання. У зимово-весняний період перевіряють відібрані клони на вірусну інфекцію. У разі виявлення захворювання хоча б однієї бульби - бракують весь клон. При цьому джерела інфекції будуть видалені з клонових розплідників ще до висадки в полі.

На третьому етапі, в розсаднику першого року, висаджують відібрані клони, між якими залишають проміжки. Урожай бульб відібраних клонів збирають окремо і закладають на зберігання. Перед посадкою наступного року клони оглядають, а заражені бракують. Гранично допустиме бракування 50 %.

На четвертому етапі (у розсаднику випробування клонів другого року) кожен приготований до посадки клон, тобто потомство вже декількох рослин, висаджують на окремій ділянці. Догляд за ділянками проводиться окремо. Бракування і огляд здійснюється тими ж способами, як і в розсаднику першого року. Урожай бульб кращих кущів після оцінки об'єднують і зберігають до посадки наступного року як супер-супер-еліту. Супер-супер-еліту і еліту висаджують вже рядовим способом серійними саджалками.

Таким чином, методика проведення селекційних робіт визначає особливості технологічних процесів у первинному насінництві, які суттєво відрізняються від вирощування продовольчої картоплі. Що стосується саме садіння, то в селекційно-насінневих розсадниках картоплесаджалка має рівномірно розкласти різні за величиною бульби так, щоб селекціонер знав точне місце знаходження кожної бульби або групи бульб (клона). Змішування бульб від різних кущів неприпустимо, а посадку картоплі необхідно провести строго за заздалегідь наміченій схемі. Тому серійні саджалки при виробництві еліти картоплі не можна застосовувати. Саме в цьому і полягає специфіка проведення механізованих робіт у розсадниках первинного насінництва, що доводить важливе значення створення селекційно-насінницьких посадочних машин.

1.2 Вимоги до картоплесадильних машин у селекції

Як вже зазначалося раніше вимоги, що пред'являються до селекційно-насіницьким машин дещо інші, ніж до серійних машин картоплярства. Взагалі посадку і збирання в первинному насінництві в основному, вели вручну, що супроводжувалося високою часткою ручної праці. І тільки порівняно недавно (з середини 70-х років минулого століття) в СРСР почали здійснювати механізацію робіт в насінництві.

Відсутність машин для проведення робіт на дослідних ділянках селекційно-насіницьких установ призвело до того, що в різних місцях операції одного і того ж призначення виконувалися по-різному із застосуванням тих технічних засобів, які вдавалося створити на місці або отримати з сторони.

Крім того, селекційно-насіницька робота в картоплярстві ведеться в багатьох сортовипробувальних ділянках, які мають ділянки різних розмірів і конфігурації. Ширина доріжок і доріг в них буває різною. Щоб знизити трудовитрати селекційно-насіницьких робіт, виникла необхідність розробки технічних умов на розміри, форми ділянок, меж ділянкових доріжок і доріг. Технічні умови повинні бути основою для розробки засобів механізації виробничих процесів на ділянках в селекції і насінництві.

У НДКГ в 1967-1968 р.р. були проведені роботи з вибору параметрів ділянок, в результаті якої була розроблена схема посадки картоплі. Як видно, садіння є визначальною ланкою, яка формує розмірами ділянок. Тому запропоновані в 1968 році НДКГ і затверджені міжреспубліканські технічні умови на розміри і форми ділянок дозволили привести в певну систему не тільки комплекс машин, необхідних для механізації робіт в селекції і насінництві, але і агротехнічні вимоги до окремих їх типорозмірів.

Отже, до картоплесаджалок пред'являються підвищені вимоги. Зводяться вони до наступного:

- здійснювати посадку суворо за раніше наміченою схемою,

без змішування бульб;

- висаджувати бульби з міжряддями 0,7 або 1,4 м і з кроком 0,25 -1,05 м (для отримання високого коефіцієнта розмноження в розплідниках первинного насінництва клони висаджують із збільшеною площею живлення);
- селекційна саджалка повинна забезпечувати рівномірну посадку різних за величиною бульб в окремі рядки;
- через підвищену цінності селекційного матеріалу його пошкодження повинні бути зведені до мінімуму, щоб не було зараження бульб;
- втрати посадкового матеріалу повинні бути зведені до мінімуму;
- після закінчення садіння будь-якого селекційного номера або сорту в робочих органах машини не повинно залишатися жодної насінневої бульби, причому повинен бути забезпечений контроль виконання цієї вимоги;
- показники якості роботи селекційної саджалки клонів картоплі повинні відповідати агротехнічним вимогам.

За рекомендаціями, розробленим в НДІКГ ці агротехнічні вимоги наступного плану:

- середній крок посадки 35 см;
- рівномірність розкладки бульб не більше 60 % без пропусків і подвійного розміщення бульб;
- пошкодження бульб до 3 %, паростків -17 %;
- середня глибина посадки 4 ... 14 см;
- зміщення вершини гребеня, щодо центру рядка, в середньому 2 см;
- рівномірність ширини міжрядь осн. - 70 ± 2 см, стикових - 70 ± 10 см;
- ґрунтовий прошарок між бульбами і добривами 3 ... 5 см;
- ширина стрічки добрив 7 ... 9 см.

Таким чином, створення селекційно-насінницьких машин, які відповідали б параметрами дослідного поля дозволить створити механізовану технологію виведення і оздоровлення сортів картоплі.

1.3 Огляд засобів механізації в первинному насінництві картоплі

Створення селекційно-насінницьких машин для посадки картоплі починалося в основному, з переобладнання вже існуючих, серійних саджалок, шляхом заміни садильних апаратів. Так в Німеччині, наприклад, переобладнали розсадосадильну машину. У ній садильний апарат замінили трубами і встановили бункера для посадкового матеріалу. Садіння здійснювалося в ручну. Оператори брали з бункера бульби, і кидали їх по одній в труби, через які вони потрапляли в борозни, зроблені сошниками. Рівномірність розкладки бульб у борозні залежала від певного досвіду оператора, тому що закладка бульб в труби проводилася за звуковим сигналом.

Були запроваджено для садіння селекційно-насінницьких сортів використовувати переобладнаний культиватора КРН-4,2. Для цього з нього зняли секції робочих органів, а до рами прикріпили чотири сошника із загортачами від саджалки СН-4Б. Над рамою змонтували сидіння для операторів і площадку для корзин з бульбами. Над площадкою виступали чотири розтруби бульбопроводів, куди під час руху оператори вкладали бульби. Досвід роботи показав, що коефіцієнт рівномірності розкладки бульб по дну борозни знаходиться в межах 23...38 %.

Ці саджалки за принципом роботи відносяться до найпростіших селекційних машин, в яких відсутні садильні апарати.

В розробці картоплесаджалок для селекції і первинного насінництва найбільш складним є створення садильного апарату, спроможного садити бульби в заданому порядку з певним інтервалом. Одним з варіантів розв'язання проблеми стало застосування напівавтоматичних картоплесаджалок. Напівавтоматичні саджалки - машини, в яких вручну закладаються бульби в садильний апарат, а останній викидає їх в борозну через встановлений інтервал часу або шляху.

Зрозуміло, що продуктивність таких машин не може бути високою, оскільки тут вступає в робочий процес людський фактор (в системі машина - людина - рослина). Тобто, швидкість садильного апарату повинна бути такою,

щоб оператор встигав вкласти в нього бульбу. Чималу роль в цьому моменті грає досвід і тренованість оператора, але безперечним плюсом їх застосування є здійснення посадки пророщеними бульбами. При механізованій посадці пророщеної картоплі паростки пошкоджуються або обламуються при завантаженні в бункер і робочими органами саджалки, що позначається на майбутньому врожаї. Тому картоплярі Англії вважають, що пошкодження бульб і пропуски їх при посадці автоматичними саджалками обходяться дорожче, ніж додаткові витрати праці при застосуванні напівавтоматичних машин.

У Німеччині випускалась велика кількість напівавтоматичних саджалок, а всі автоматичні машини забезпечувалися коректорами. У Голландії і сьогодні застосовують напівавтоматичні саджалки. Проведені в Швейцарії порівняння автоматичних картоплесаджалок з машинами з ручним закладкою бульб, показали, що перші - дають зниження врожаю на 4 ... 26 %. За сучасними агротехнічними вимогам (ГОСТ 28306-89) відсоток можливих пропусків не повинен перевищувати 2 ... 3 %.

Першим прототипом сьогоднішніх напівавтоматичних машин можна вважати однорядну кінну картоплесаджалку Бажака (рис. 1.1).



Рисунок 1.1- Саджалка Бажака

Конструкція являє собою культиватор з трьома лапами, одна з яких (передня) утворює борозенку, а дві задні загортають бульби. Приводний вал садильного апарату є одночасно віссю опорних коліс. Перехресні лопаті, закріплені на приводному валу, утворюють комірки – садильного апарату, який обертається усередині корпусу і переносить бульби своїми лопатями до

місця скидання.

В цьому напрямку пішли і німецькі та англійські інженери, користуючись комірково-дисковими апаратами. У трьохрядної, навісної картоплесаджалки Джонсон (рис, 1.2) основними частинами є рама, бункери, борозноутворюючі сошники, садильні апарати і загортачі.

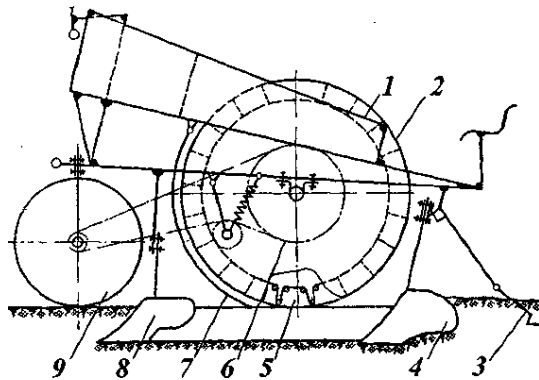


Рисунок 1.2 - Картоплесаджалка фірми Джонсон (Англія)

- 1- бункер; 2 - садильний апарат; 3 - слідопоказчик; 4 - загортач; 5 - комірка;
6 - ведена зірочка; 7 - напрямний кожух; 8 - сошник; 9 - опорне колесо

Садильний апарат саджалки - барабан, що складається з двох дисків з 22 комірками, утвореними перегородками і днищем (загальною гумовою стрічкою). Барабани обертаються на спільному горизонтально розташованому валу, що приводиться від опорного лівого колеса. Машину обслуговують три робітника - оператори, які беруть із бункерів бульби і вкладають їх по одній в комірки барабанів. Від передчасного випадання бульби утримуються спеціальним напрямником. Такий апарат простий за конструкцією і зручний, завдяки кращому огляду комірок в при закладанні в них бульб.

Вертикально розташований садильний апарат використовувався у картоплесаджалки СНР-2 (рис. 1.3), яка здійснювала посадку картоплі як пророщеного (ручним вкладанням), так і не пророщеного (в автоматичному режимі). Для посадки пророщеної картоплі саджалку комплектують додатковим бункером для тари з бульбами, підніжками для операторів з огорожею.

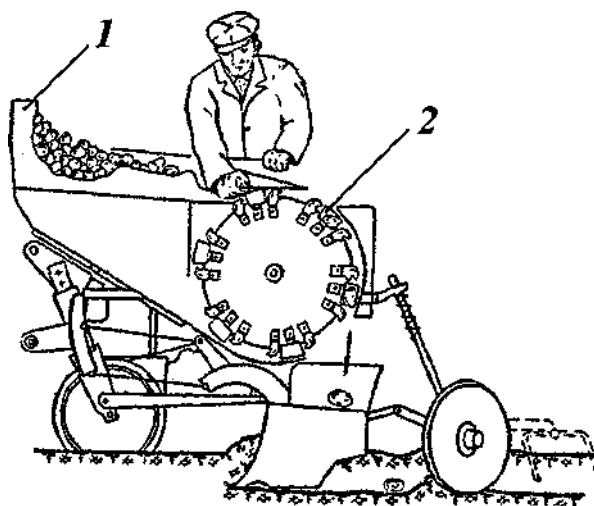


Рисунок 1.3 - Картоплесаджалка СНР - 2.

1- бункер; 2 - комірка

Найбільш просте рішення проблеми посадки пророщеної картоплі реалізовано в універсальній розсадосадильній машині «Акорд» (Німеччина). Для садіння картоплі з садильних секцій знімають садильний апарат для розсади, прикочуючі катки, сошники і дискові загортачі. Бульби в насіннепровід вкладаються операторами за звуковим сигналом, який видає перекочуючись по полю хрестовина.

Більш ефективний садильний апарат для посадки бульб картоплі встановлено в розсадосадильній машині марки А-821 (Німеччина). У комплект додаткового обладнання А-821 входять широкі сошники, апарат для садіння картоплі, загортачі - підгортальники. Садильний апарат являє собою диск з променями, на яких закріплені чашечки лійкоподібної форми. Вкладені операторами в чашечки апарату бульби транспортуються в борозну. Форма чашок сприяє кращому утриманню бульб від передчасного скидання. Крок посадки задається швидкістю руху агрегату.

Із зарубіжних розсадосадильних машин можна ще відзначити машину Баклі (Франція) та А-811 (Німеччина) - захвати їх садильних апаратів дозволяють висаджувати і бульби картоплі. З машин колишнього СРСР

заслуговує уваги - СНРМ-4. Для посадки картоплі в неї до захватів, розташованих на променях садильного апарата, кріплять спеціальні кошики в які і укладають бульби.

Аналіз розсаджальних машин дозволяє зробити наступні висновки:

- всі напівавтоматичні машини, придатні для посадки клонів і пророщених бульб картоплі;
- побудовані вони за подібною технологічною схемою і розрізняються лише конструкцією робочих органів;
- садильний апарат цих машин дискового типу, з радіальним розташуванням променів із захватами або чашками;
- через малу висоту падіння бульб в садильних пристроях відсутні бульбопроводи;
- захвати - постійно відкриті.

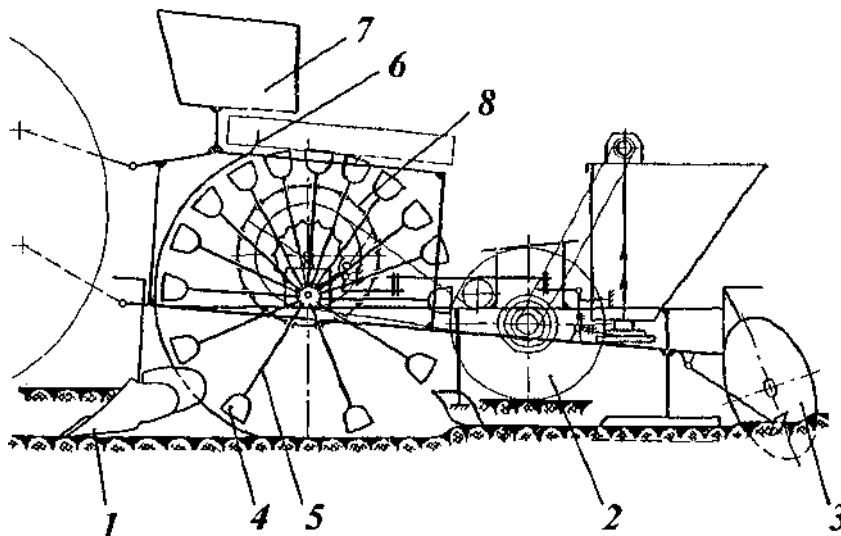


Рисунок 1.5- Картоплесаджалка фірми «Parkman» 1-сошник; 2-опорна колесо; 3-загортач; 4 - чашечки; 5 – стійка чашечки; 6-направляючий щиток; 7- бункер; 8-пальцевий диск

Напрявні планки кріпляться до диска. Привід саджалки здійснюється від опорно-приводних коліс

Цікава конструкція картоплесаджалки фірми «Start - Parkman» (Англія). Це дворядна машина (рис. 1.5), яка одночасно з посадкою бульб вносить мінеральні добрива. Садильний апарат складається з диска та п'ятнадцяти

направляючих планок з чашечками на кінцях і кожуха.

Пальцевий диск закріплено на веденому валу, а його вісь симетрії зміщена вниз, відносно валу. Така конструкція цікава тим, що чашечки у верхньому положенні сходяться, полегшуючи роботу садильника, а в нижньому - розходяться. Для утримання бульб в чашечках до викидання в борозну встановлений направляючий щиток. При русі машини підгортальні лапи формують борозну, в яку і падають бульби. При цьому добрива висипаються з туковисівних апаратів над попередньою бульбою, а загортачі закривають борозну. Особливістю садильного апарату картоплесаджалки Пакман є так само мала висота падіння бульб, що забезпечує більш точну відстань між бульбами, рівну лінію укладання і мінімальне пошкодження бульб.

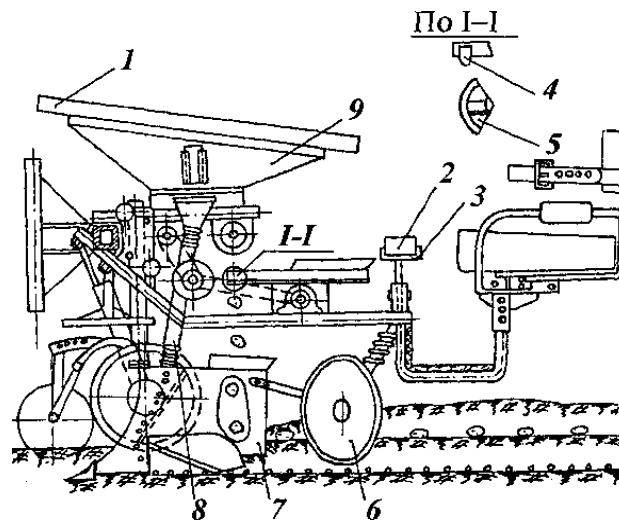


Рисунок 1.7 - Схема клонової саджалки СН-4Б-К

1-платформа; 2-змінна тара; 3-підставка; 4-комірка; 5- викидне вікно;
6 - борознозагортачі; 7- сошник; 8 - тукопроводи; 9-бункер туків

Найпоширенішою з вітчизняних напівавтоматичних саджалок є саджалка СН-4Б-К, яка випускалася НДІ картопляного господарства, на базі серійної картоплесаджалки СН-4Б. Коефіцієнт уніфікації становив 75 ...80 % (рама, опорні колеса, редуктор, карданна передача, копіювальні колеса, сошники, загортачі, туковисівні апарати повністю запозичені від саджалки

СН-4Б). Садильні апарати - чашкового типу (рис. 1.7). Ящики з бульбами розміщують на платформі саджалки. При посадці оператори укладають бульби в чашечки відповідно до наміченої черговості. Диск апарату обертається навколо вертикальної осі. Бульби переміщуються разом з комітками - чашечками до зони викидного вікна, де дно комітки під дією своєї маси і маси бульби перекидається на 90 °, повертаючись навколо своєї осі. Бульба падає в борозну, утворену сошником, і за допомогою дисків закривається ґрунтом.

Аналогічні технологічні схеми використовуються ще у трьох клонових саджалок: РНК-4В (СРСР), КСМ-4 (Болгарія), Акорд (Англія). У 1973 р були проведені порівняльні випробування декількох селекційних машин для посадки клонів, з метою вибору схеми саджалки, яка найбільш повно відповідає вимогам селекційних робіт. В табл. 1.1 показані результати порівняльних випробувань

Таблиця 1.1- Технічна характеристика і показники роботи селекційних картоплесаджалок

Показник	Марка саджалки				
	КСМ-4	СНК-4В	СН-4Б-К	Пакман	Акорд
Ширина міжрядь, см	70	70	70	70	70
Привід робочих органів	від коліс	ВВП	ВВП	від коліс	ВВП
Кількість комірок-чашечок на диску	6	9	9	15	9
Висота падіння бульб, см	50	59	52	15	58
Коефіцієнт рівномірності укладання бульб, %	47	47	70	79	59
Бокове відхилення укладання бульб, см	1,8	2,6	2,0	0,7	1,4

Результати випробування показали, що найкраща розкладка бульб спостерігалася у тих саджалок, у яких найменша висота падіння. Так, цей

показник вищий у саджалки «Пакман», як і інший показник - бокове відхилення. Це пояснюється розміщенням в одній вертикальній площині садильних апаратів і сошників. Було встановлено, що не зовсім вдалий привід робочих органів від ходових коліс і їх буксування; малий діаметр апарату в КСМ-4 ускладнює роботу садильника. По комплексу агротехнічних показників перевагу віддали саджалці СН-4Б-К. Причому було прийнято рішення доопрацювати її з урахуванням переваг саджалок «Пакман» і КСМ-4, у останньої відзначили малу металоємність і зручну компоновку сидінь.

Необхідно відзначити, що картоплесаджалку СН-4Б багато вітчизняних інженерів брали за базову для переобладнання в клонову для робіт у первинному насінництві. Так, наприклад, на Чернігівській дослідній станції з 1968 року для посадки клонів почали використовувати саджалку СН-4Б встановивши для цього на вичерпувальних дисках сталеві кишеньки. Привід машини - синхронний від ВВП трактора. Опорні колеса, сошники, рама, копіювальні колеса, загортачі запозичені від картоплесаджалки СН-4Б. За конструкцією садильні апарати (рис. 1.8) аналогічні апаратам саджалки фірми Джонсон (Англія). Чотири оператора розміщуються на сидіннях, а двоє робітників на майданчику резерву, звідки вони подають операторам тару з посадковим матеріалом і приймають від них порожню. Технологічний процес аналогічний процесу саджалки фірми Джонсон. Густота посадки регулювалась змінними зірочками на вихідному валу редуктора саджалки і вкладанням бульб в кожен комірку, через одну або дві комірки. Цікаве переобладнання саджалки СН-4Б запропонували автори з переобладнанням, що (рис. 1.8) полягало в тому, що з базової саджалки зняли бункер, садильні і туковисівні апарати, механізм приводу робочих органів, насіннепроводи. Виготовили стіл, сидіння, полки, стелаж для тари з бульбами, підніжки.

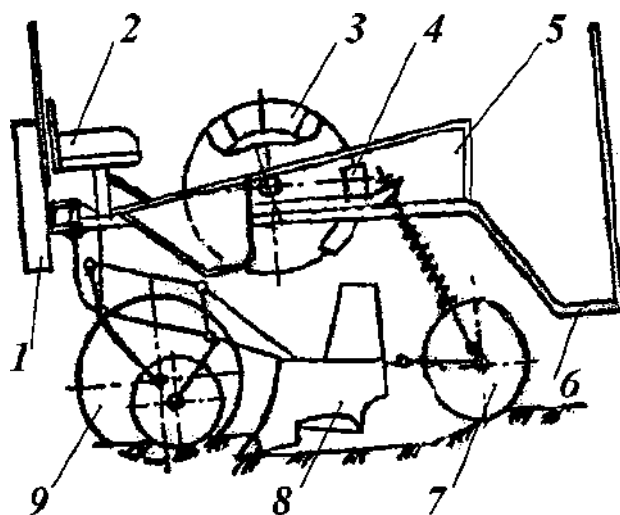


Рисунок 1.8 - Картоплесаджалка СКК-4

1 - рама; 2 - сидіння; 3 - садильний апарат; 4 - направляючий щиток; 5 - настил; 6 - майданчик резерву; 7 - загортачі; 8 - сошник; 9 - опорне колесо.

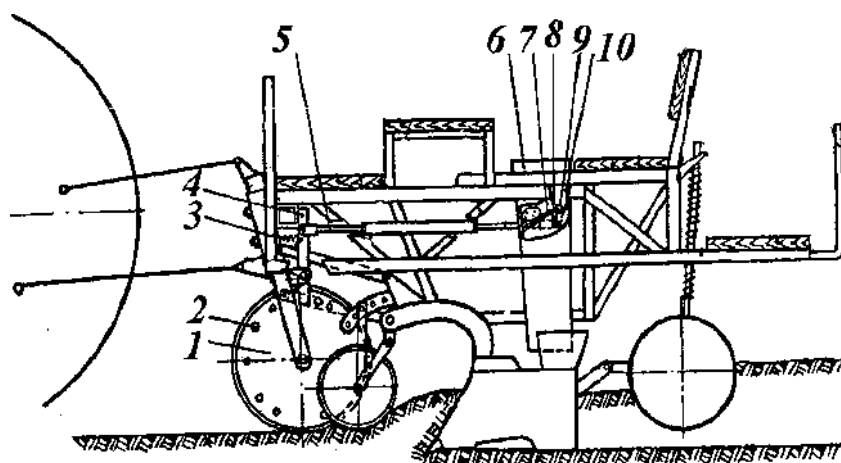


Рисунок 1.9 - Схема саджалки СН-4Б переобладнаної в клонову

1-опорна колесо; 2-кулачок; 3-пружина; 4- двоплечий важіль; 5-тяги; 6- насіннепровод; 7- клапан; 8-кронштейн кріплення тяги; 5, 9- вал клапанів; 10- кронштейн кріплення вала клапанів.

Стандартні насіннепроводи замінили подовженими 6, що представляють собою труби прямокутного перетину, що звужуються до сошника. Через всі насіннепроводи проходить вал 9, на якому закріплені клапани 7. Механізм

відкриття клапанів, змонтований на вилці опорного колеса 1 саджалки. На колесі (по діаметру) встановлені кулачки 2. Під час перекочування колеса по полю, кулачки діють на важіль 4, який через тягу 5 відкриває клапан, змушуючи його повертатися проти годинникової стрілки. У зворотне становище клапани повертаються під дією пружини 3.

Робітники, орієнтуючись за звуковим сигналом, який видає важіль, повертаючись у вихідне положення, регулюють інтервали між бульбами (клонами). Кулачки на колесі можна ставити в кількості п'яти або шести штук, регулюючи тим самим крок посадки.

Огляд селекційно-насінницьких посадочних машин був би неповним, якщо не згадати саджалку з садильними апаратами елеваторного або транспортерного типу. Транспортуючим пристроєм служить дві перегородки, закріплені вертикально до площини руху транспортера.

До 1941 р. для садіння картоплі випускалася саджалка марки КП-2. У цієї саджалки садильним апаратом є комірковий транспортер, в який робітники вкладають бульби. Як видно з рис. 1.9, ланцюговий контур з лопатями перекинутий через чотири зірочки, які розташовані таким чином, що утворюється горизонтальна і похила ділянки. Остання розташована в патрубку, який оберігає випадання бульб раніше потрібного. При обгинанні ланцюгом нижньої зірочки, відбувається повертання лопаті, на якій лежить чергова бульба, обумовлюючи тим самим її скидання. Далі ланцюг, звільнившись від бульби, здійснює холостий хід і піднімається вгору. Робітники, що знаходяться по сторонам уздовж транспортерів укладають бульби на вертикальній ділянці.

В 1985 р була розроблена саджалка СККН-4Г (рис. 1.11) для посадки клонів картоплі з транспортерно-лопатеvim садильним апаратом. У саджалки горизонтальне розташування транспортерів, з кроком лопаті 0,13 м. Вона також виготовлена на базі СН-4Б. Привід саджалки здійснюється від синхронного ВВП трактора. Густота садіння регулюється змінними зірочками. Хороший огляд апарату дозволяє краще контролювати робітниками

процес укладання.
КОМ ПОНОВКИ.

Але скидання бульб з великої висоти є мінусом такої

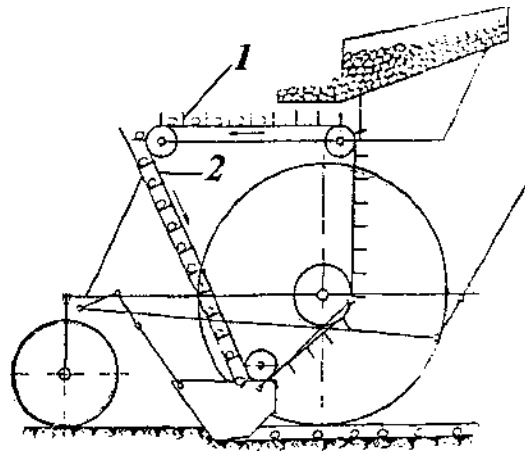


Рисунок 1.9 - Схема саджалки КП-2 1 - перегородка; 2 - контур ланцюговий

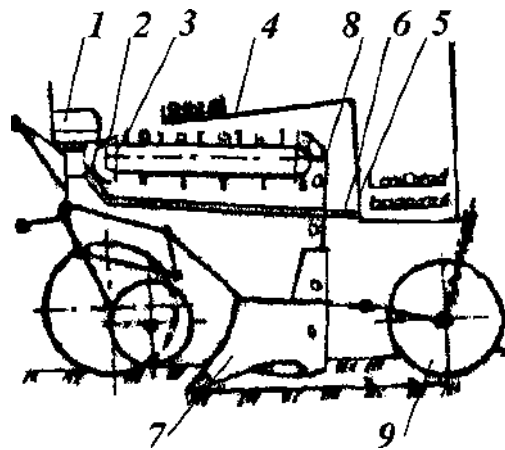


Рисунок 1.11 - Саджалка клонів картоплі СККН-4Г

1 - сидіння; 2 - щиток; 3 - перегородка; 4 - настил для тари з посадковим матеріалом; 5 - відсік для тари; 6 - стіл; 7 - сошник; 8 - напрямник; 9 – загортачі

Більш зручна компоновка садильного апарату є у компактної дворядної фінської саджалки фірми «Јуко». Привід здійснюється від ходового колеса на два елеватори, на робочих гілках яких закріплені пластмасові чашечки для укладання в них бульб. Похиле розташування елеваторів сприяє зменшенню висоти скидання бульб і вільному розміщенню на рамі саджалки

обслуговуючого персоналу. При посадці одночасно в ґрунт вносяться мінеральні добрива.

Таким чином, для всіх елеваторних садильних апаратів характерний принцип дії (перенесення і скидання бульб в борозну), а відмінність полягає в застосуванні різних елементів: скребки або лопаті, чашечки.

Вищевикладені дані свідчать, що показав у всіх саджалок, пристосованих до посадки клонів картоплі, бульби закладають вручну. Зазначене призводить веде до зниження продуктивності. Тому новим напрямком в механізації процесу садіння в первинному насінництві стало створення автоматичних садильних апаратів для подачі бульб в сошник, без застосування ручної праці.

Першу спробу створення принципово нової клонової саджалки зробили автори. Однокасетний садильний апарат, розробленої ними картоплесаджалки КСК- 2, був виконаний у вигляді чотирилопатевої вертушки, кожна чверть якої містила десять комірок. Робітники вкладали бульби в комірки касети, з якої вони вертушкою подавалися на шарнірні клапани комірок садильного транспортера по одній штуці в комірку.

Шарнірний клапан комірки, проходячи над сошником, під дією власної ваги і ваги бульби повертався навколо своєї осі і бульба по напрямнику потрапляла в борозну. Поки висаджувався перший клон, оператор розкладав бульби наступного клону в комірки другої чверті касети. Як видно, тут збереглася ручне закладання бульб.

У Німеччині було створено саджалку, касета садильного апарату якої, виконана в формі прямокутної плити з рядами комірок. Касета здійснює переривчасті взаємно-перпендикулярні руху, в результаті яких її комірки співпадають з викидним вікном. Але через складність приводу і можливість завантажувати касету невеликою партією бульб, саджалку не знайшла широкого застосування.

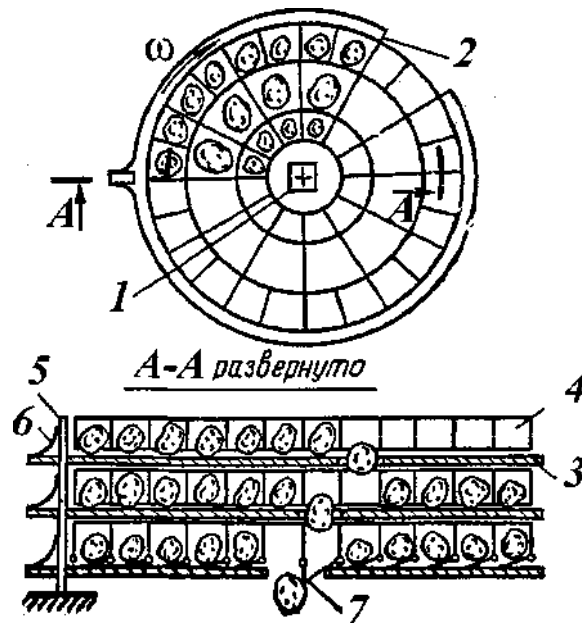


Рисунок 1.12 - Касетний картопледильний апарат з дисковими набірними касетами: 1 - вал; 2 - вікно; 3 - диск проміжний; 4 - диск комірковий; 5 - виштовхувач; 6- пружина; 7-клапан

У запропонованого картопледильного апарату комірковий 4 і проміжний диск 3 утворюють окрему касету. Всі касети встановлюються на вал 1 апарату, одна на іншу стопкою. Проміжний диск служить днищем касети і фіксується щодо коміркового - пружиною 6. Днища жорстко з'єднуються між собою, а коміркові диски, роз'єднуючись з ними (штовхач 5 віджимає пружину 6 при установці касет на вал) обертаються разом з валом. Комірки розташовані на диску в кілька рядів. Бульби клонів картоплі закладають за програмою посадки. Нижня касета має шарнірні клапани 7, які ковзають по днищу касети. При перетині кромки викидного вікна клапан 7 під дією своєї ваги і ваги бульби - повертається і бульба випадає. Бульби, що знаходяться у верхніх касетах, через вікна 2 днищ потрапляють в звільнені комірки нижніх касет. Процес садіння триває до повного звільнення комірок від бульб.

Така конструкція касетного висаджує апарату має ряд переваг:

- немає необхідності насипати клони в пакети, оскільки самі касети є ємністю для бульб. В них можливе зберігання, пророщування і транспортування бульб до поля;

- розміщувати клони в касетах можна заздалегідь, в найменш напружені періоди робіт;

- безпосередньо при садінні відпадає присутність робітників на саджалці, що призводить до скорочення затрат праці.

До недоліків такого апарату слід віднести:

- неодноразовий перехід бульб з одного диска на інший збільшує ймовірність їх пошкодження;

- складність і велика трудомісткість у виготовленні садильного апарату.

1.4 Технологічні схеми садіння картоплі

Еволюція створення будь-яких машин протікає за принципом від простого до складнішого. Тому всі пристрої, що відносяться до садіння картоплі поділяються на прості і складні. Вважаємо: простими ті пристрої, у яких між окремими операціями існує розрив у часі, а складними - ті, у яких всі операції з садіння виконуються одночасно.

Відповідно до цього всі пристрої, що застосовуються для садіння картоплі можна розділити на:

- борозноутворювачі;
- ямокопачі;
- пристрої для садіння, які монтуються на плугах та інших знаряддях;
- картоплесаджалки (з ручною і автоматичною подачею бульб з ручним і автоматичним коригуванням роботи садильного апарату);
- картоплесаджалки (з внесенням і без внесення добрив).

Технологія застосування простих машин така: спочатку утворюють заглиблення в ґрунті - підготовка місць в ґрунті для бульб, потім ручна розкладка бульб, після чого їх закривають ґрунтом різного роду загортачами.

Відповідно до цього процес садіння картоплі може бути роздільним або комбінованим. Прикладом роздільного способу може бути садіння під плуг, рало або підгортальник. Отже, підготовка місць під бульби в ґрунті, може проводитися наступними способами і пристосуваннями:

- шляхом вдавлення в ґрунт загостреного стержня, з метою утворення заглиблення (лунки);
- нарізання паралельних рядків або борозенок, використовуючи маркери і борознотворювачі, після чого здійснюють садіння під лопату;
- викопування лунок або ямок, використовуючи ямкокопачі з наступним, укладанням в них бульб і їх загортання.

Для утворення лунок або ямок можуть використовувати роторні копачі, які представляють собою диски з лопатками. У німецьких фірм Флетхер і Сакк попереду лункоутворювачів встановлюють на пружинної стійці лапу, яка розпушує центр майбутнього рядка.

Що стосується загортачів, то вони бувають плоскими, поставленими під кутом до напрямку руху, дисковими (сферичні диски) або у формі підгортальних корпусів з регульованими крилами (відвалами), які здійснюють закриття борозен з утворенням гребенів бажаної форми.

Саме таким способом користувалися селекціонери на посадці клонового матеріалу. Це було першим рішенням проблеми садіння картоплі в первинному насінництві. Так, починаючи з кінця 70-х років в насінницьких господарствах здійснювали садіння клонів використовуючи переобладнанні культиватори КОН-2,8ПМ; КРН-2,8; КРН-4,2; КРН-5,6. Суть переобладнання зводилася до встановлення по центру секцій спеціально виготовлених роторних копачів. При проходженні агрегату по полю, копачі робили лунки глибиною 6 ... 8 см з кроком 30...35 см. Для сталого ходу роторів по полю, перед кожним з них встановлювалося долото зі стрілкою лапою.

Машину для закриття борозен БЗМ - 4 виготовляли на базі культиваторів і саджалки СН-4Б, встановлюючи замість культиваторних загортачів загортальні диски від саджалки СН-4Б.

Такий спосіб посадки, в порівнянні з ручним, дозволив значно підвищити якість роботи і продуктивність праці. Але цей спосіб не задовольнив селекціонерів. Недоліки такого способу очевидні: необхідність багатоходових проходів агрегатів по одному і тому ж місцю поля.

Усунути цей недолік, можна застосовуючи для садіння селекційні саджалки, в яких об'єднані операції: нарізання борозен і підготовка місць для туків і бульб; висадка бульб садильним апаратом, внесення добрив; закладення бульб і добрив.

Відповідно до вищевикладеного розроблена класифікаційна схема селекційних картоплесадильних машин, яка показана на рис. 1.14.

В основу класифікації покладено основні ознаки: призначення, принцип дії і принцип приводу робочих органів. Класифікація відображає основний елемент конструкції посадкової машини - садильний апарат.

Принципові схеми садильних апаратів показані на рис. 1.15. Як показав огляд літературних джерел, крім основних типів (дискові й елеваторні), садильні апарати можна розділити ще на касетні, клапанні і комірково-дискові.

Садильні апарати кожного типу мають свої переваги і недоліки, що відображено в розд. 1.3, а загальним для них є наступне. Як показав огляд літературних даних, (це відображає і рис. 1.15), у апаратів селекційно-насінницьких картоплесаджалок відсутні спеціальні робочі органи, які жорстко утримували б посадковий матеріал. Органами укладання бульб в ґрунт можуть бути насіннепроводи з акустичними датчиками робочого циклу, вертикальні коміркові диски, комбінації вертикальних і горизонтальних коміркових дисків, горизонтальні коміркові диски з насіннепроводами.

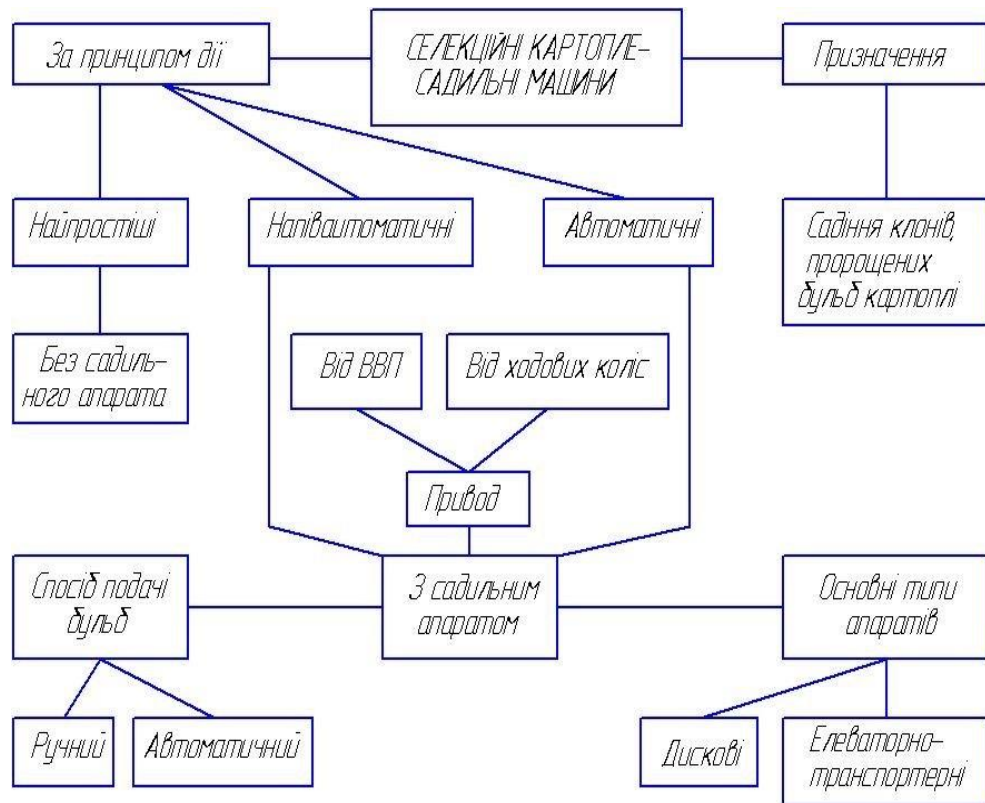


Рисунок 1.14 - Класифікаційна схема селекційних картоплесадильних машин

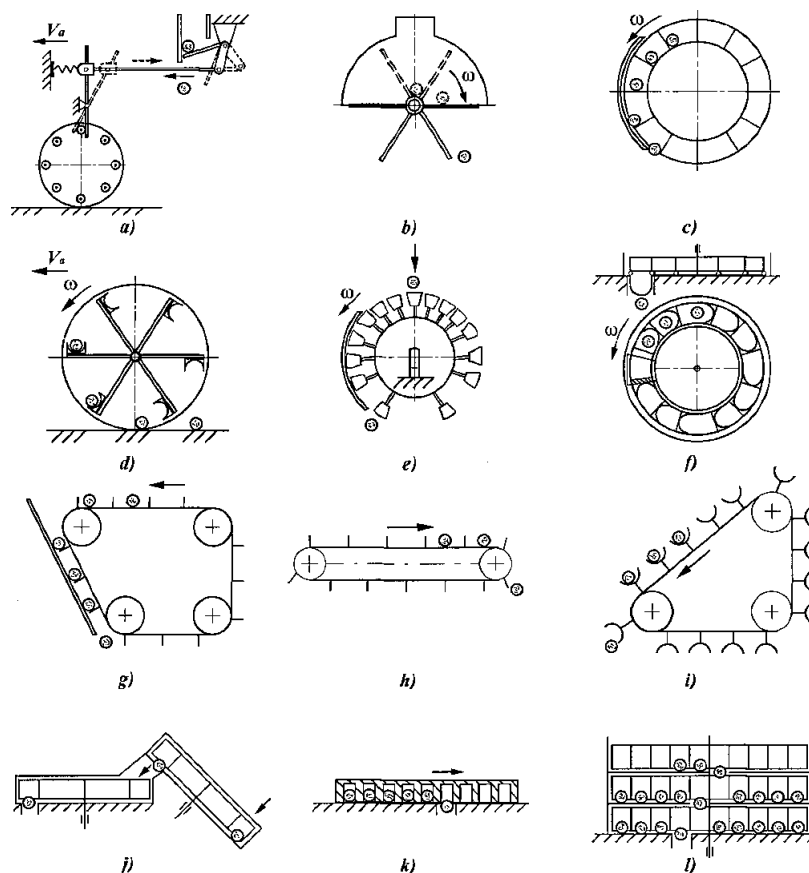


Рисунок 1.15 - Класифікація садильних апаратів селекційно-насінницьких картоплесаджалок

Також під робочою органом тут можна розуміти той простір, куди одаються бульби. Це можуть бути різної форми ложечки, чашечки, комірки, простір між сусідніми перегородками, лопатями або скребками, тобто бульби поводяться вільно і їх ушкодження практично виключені. Але вільна орієнтація бульби, по-перше, не сприяє її синхронному скиданню, через рівні проміжки; а по-друге, це призводить до відхилення бульб в поперечній площині від осі симетрії рядка. Ручна подача бульб по одній штуці до садильних апаратів, безпосередньо при садінні або до садіння (в спеціальні касети), дозволяє виключити пропуски, подвійне вкладання бульб, що безсумнівно є перевагою таких машин. Проте у напівавтоматичних машин зазначене веде до зниження продуктивності. Крім того, якщо садильний апарат знаходяться занадто високо над сошником, то для досягнення рівномірного розміщення бульб в рядку саджалки необхідно обладнати насіннепроводами (рис. 1.15. h, j).

Велика увага приділяється зручному розміщенню робочих місць операторів. Краще розміщення, коли обслуговуючий персонал розташовується за апаратом по ходу руху агрегату. Бокове розміщення - не дуже зручно (рис. 1.15. g, h, i). У відзначених апаратів і апаратів (рис. 1.15. b, i) відсутні напрямники, які запобігають передчасному скиданню бульб і їх випадання.

Виконаний аналіз показує, що апарати касетного типу вигідно відрізняються від усіх інших. Але поки вони не набули широкого застосування.

Висновки

1. В первинному насінництві застосовуються різні типи картоплесаджалок кустарного виготовлення. Селекціонери, в основному, використовують напівавтоматичну картоплесаджалку СН-4Б-К. Основними недоліками, якої є: високе розташування садильного апарату над борозною, порівняльна складність конструкції, що призводить до порушення коефіцієнта

рівномірності розподілу бульб, оскільки перекидні днища комірок надають бульбам додатковий рух і можуть несвоєчасно відкриватися.

2. Найбільш перспективними з напівавтоматичних саджалок, на наш погляд, є саджалки з комірково-барабанными садильними апаратами з горизонтальною віссю обертання. Простота конструкції, невелика матеріаломісткість і складність виготовлення, можливість зниження висоти падіння бульб, дозволяє виконувати посадку таким апаратом якісно, відповідно до агротехнічних вимог.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ НАПІВАВТОМАТИЧНОЇ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ

2.1 Вибір об'єкта дослідження

У конструкціях картоплесаджалок для насінництва, найвідповідальнішим робочим органом є садильний апарат. Незважаючи на спроби створення більш досконалих садильних апаратів, до сих пір застосовуються тільки апарати з ручним закладанням бульб. Тому поєднання удосконалення технології посадки пророщених бульб з розробкою технології посадки селекційно-насінницького матеріалу має практичне значення. Аналіз технологічних рішень посадки картоплі дає підставу вибору одноопераційних напівавтоматичної саджалки, як найбільш ефективного засобу механізації для посадки пророщеного і насінневого матеріалу. Розроблена в першому розділі класифікація садильних апаратів селекційно-насінницьких картоплесадильних машин, в сукупності з агротехнічними вимогами, дозволила зробити припущення про доцільність застосування вертикально розташованого барабанного коміркового дискового садильного апарата, з горизонтальною віссю обертання.

Отже, об'єкт дослідження - напівавтоматична картоплесаджалка, призначена для посадки пророщених і не пророщених бульб і клонів картоплі, в елітно-насінницьких господарствах при проведенні I і II етапів селекційно-насінницьких робіт, а також у фермерських (селянських) господарствах при вирощуванні ранньої картоплі. Пропонована конструкція саджалки розроблена на основі модульного принципу у вигляді окремих посадочних секцій (модулів), які монтуються на остов культиватора КОН2,8А, КРН-2,8 (рис. 2.1).

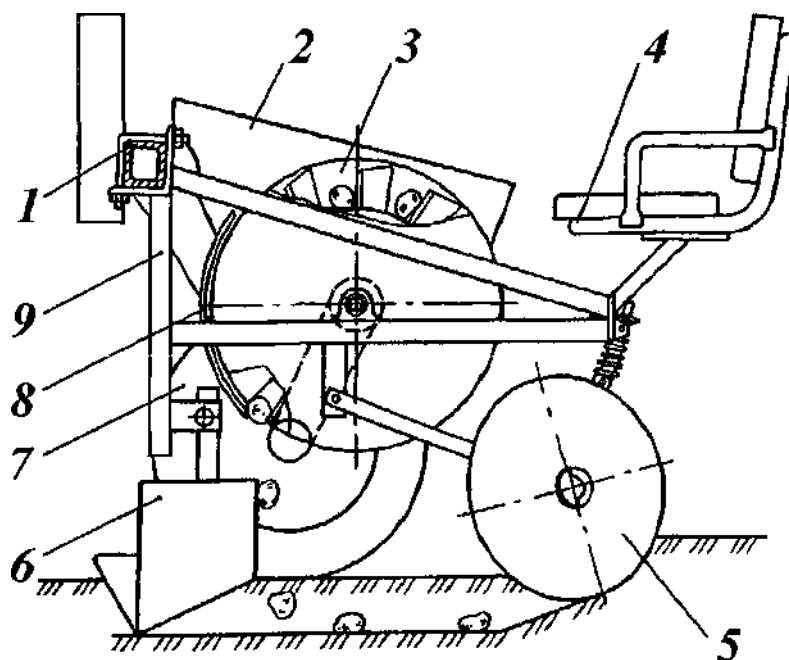


Рисунок 2.1 – Конструктивно - технологічна схема об'єкту дослідження

1 - рама; 2 - площадка для посадкового матеріалу; 3 - комірковий садильний апарат; 4 - сидіння для обслуговуючого персоналу; 5 - загортачі бульб; 6 - сошник; 7 - опорне колесо; 8 - напрямний щиток; 9 - стійка сошника

Кожна секція саджалки (рис.2.1) складається з рами 1, садильного коміркового барабана 3, напрямного щитка 8, сошника 6, загортача бульб 5 (шарнірні сферичні диски), сидіння для садильника 4 і майданчики 2 для посадкового матеріалу.

Привід садильних апаратів здійснюється від опорного колеса через ланцюгову передачу. Комірки барабана садильного апарата виконані з перегородок, які утворюють V-подібну форму, гострим кутом спрямованими в бік обертання барабана.

Технологія посадки. Перед початком робочого ходу тракторист опускає саджалку в робоче положення. Робітники встановлюють ящики або укладають пакети з бульбами клонів на майданчики для посадкового матеріалу. Садильники займають робочі місця на сидіннях проти садильних апаратів. При русі агрегату садильники беруть бульби з тари, розташованої на настилі і закладають по одній в комірки барабанів садильних апаратів. При обертанні садильний апарат комілками переносить бульби до місця скидання.

Від передчасного випадання з комірки бульбу утримує направляючий щиток. Після проходження бульбою щитка вона під дією власної ваги падає в розкриту сошником борозну. Сферичні диски засипають ґрунтом борозни з бульбами, утворюючи невеликий гребінь. При посадці клонів бульб картоплі, після кожної змінної тари садильник робить пропуск комірок (не менше чотирьох) для подальшого визначення місцезнаходження сімей, клону. В кінці гону посадковий агрегат зупиняється, садильники сходять з місць і знімають порожню тару з настилу.

Саджалку можна використовувати і в якості культиватора при нарізці гребенів, попередньо знявши ланцюг приводу садильних апаратів і встановивши слідопоказчики на трактор для забезпечення необхідної ширини стикового міжряддя.

2.2 Обґрунтування параметрів і режимів роботи картоплесаджалки

Технологічний процес посадки бульб клонів картоплі та пророщених бульб напівавтоматичною картоплесаджалкою залежить від роботи основних робочих органів: садильного апарата, сошника і загортачів, що здійснюють закриття ґрунтом бульб, розташованих в борозні.

Робочий процес садильного апарата складається з трьох фаз: закладки бульб в комірки барабана, переміщення бульб до місця їх скидання і скидання бульб в відкриту сошником борозну. Вихідними даними для розрахунку технологічного процесу механізованої посадки бульб картоплі є ширина міжрядь b (м), крок посадки A_s (м), тобто відстань між сусідніми бульбами в ряду і частота посадки K_n (шт/хв), кількість бульб, що висаджує один апарат за одну хвилину. Оскільки в напівавтоматичних картоплесаджалках бульби закладаються вручну операторами в комірки садильного апарата, то найбільша частота посадки лімітується

можливостями оператора, тобто можливою частотою закладки K_3 бульб вручну. При цьому повинна виконуватися умова:

$$K_{\max} \geq K_3 \quad (2.1)$$

де K_{\max} – найбільша частота садіння бульб, шт/хв.

З досвіду експлуатації розсадосадильних машин максимальна частота закладки K_3 становить 35 ... 40 шт/хв. Максимальна частота закладки бульб обмежує і робочу швидкість V (м/с) агрегату, яка визначається за формулою:

$$V = \frac{K_3 A_s}{60} \quad (2.2)$$

Густоту садіння бульб на гектар Γ_n (тис.шт/га) можна визначити за формулою:

$$\Gamma_n = \frac{10}{bA_s} \quad (2.3)$$

Тоді робоча швидкість руху агрегату повинна становити

$$V = \frac{K_3}{6b\Gamma_n} \quad (2.4)$$

При густоті посадки 50 тис. шт/га, частоті закладки бульб $K_3 = 40$ шт/хв. і ширині міжряддя 0,7 м швидкість руху посадкового агрегату має становити

$$V=0.19 \text{ м/с або } 0,68 \text{ км/год}$$

Тому для роботи з напівавтоматичними картоплесаджалками трактори повинні мати ходозменшувач, який дозволяє отримувати мінімальну робочу швидкість близько 0,6 км/год, для забезпечення мінімального кроку посадки. Таким вимогам задовольняє трактор МТЗ 80/82, у якого на першій передачі з редуктором і ходозменшувачем розрахункова швидкість без урахування буксування становить 0,56 км/год.

Робочий процес посадкового апарата складається з трьох фаз, тому в робочому процесі коміркового садильного апарата повинні виконуватися три умови:

- вільне укладання бульби в комірки;
- можливість розміщення бульби в комірці обертового барабана;
- рівномірне вивільнення бульб при скиданні їх у борозну.

Умова вільного укладання бульби в комірку барабана така:

$$l_{я} > r \quad (2.5)$$

$l_{я}$ - довжина комірки по зовнішньому діаметру барабана радіусом R ;

r - приведений радіус бульби.

Якщо припустити, що бульба має вигляд кулі, то приведений радіус бульби можна знайти за формулою:

$$r = 0,5\sqrt[3]{abc}, \quad (2.6)$$

де a , b , c - відповідно довжина, ширина і товщина бульби.

Якщо прийняти, що на барабані розміщено Z комірок з перегородками товщиною Δl , тоді радіус барабана по зовнішній частині можна визначити за формулою

$$R = \frac{(l_{я} + \Delta l)Z}{2\pi}. \quad (2.7)$$

Серед бульб клонів різних сортів картоплі можуть бути бульби масою понад 120 г. Для таких бульб середня довжина становить $a = 85,3$ мм, при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 10,9$ мм, тобто максимальна довжина бульби складе

$$a_{max} = a + 3\sigma = 85,3 + 3 \cdot 10,9 = 118 \text{ мм.}$$

В процесі роботи картоплесаджалки крок посадки формується при закладці бульб в кожную комірку або при збільшеному кроці посадки при закладці бульб через одну, дві або три комірки. Тому кількість комірок на

барабані садильного апарату має бути кратною 2 або 3.

Прийmemo кількість комірок на барабані садильного парату $Z = 12$, товщину перегородки $\Delta l = 2$ мм. Тоді радіус барабана складе

$$R = 229 \text{ мм}$$

Виходячи з конструктивних міркувань, приймаємо радіус рівним 270 мм. Це відповідає діаметру 540 мм.

Довжина комірки визначається за формулою

$$l_a = \frac{2\pi R}{Z}. \quad (2.8)$$

У запропонованому садильному апараті розглядаються комірки, як з прямими перегородками, так і з V - подібними. Для останніх, застосовуючи формулу (2.8) і вважаючи, що довжина комірки це відстань між гострими крайками сусідніх перегородок (рис. 2.2) при $R = 270$ мм і $Z = 12$, довжина комірки складе 141 мм. Отже, умова (2.5) виконується

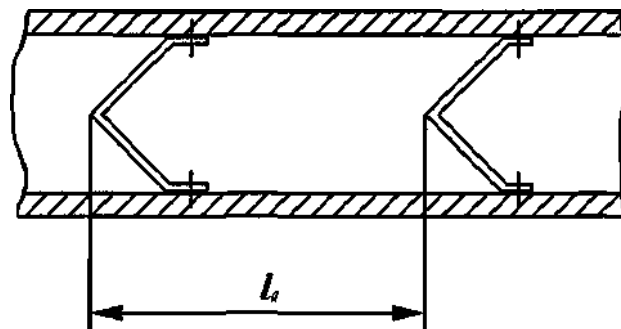


Рисунок 2.2 - Схема комірки садильного барабана

Друга умова вільного розміщення бульби в комірці садильного барабана забезпечується тоді, коли швидкість U_K відносного руху бульби більше колової швидкості барабана садильного апарату, тобто

$$U_K > V_\partial \quad (2.9)$$

Проходженням зернового матеріалу крізь отвори решета займався академік В. П. Горячкін. За аналогією з його розрахунками, проведемо розрахунок проходження бульби в комірку барабана. Схема для визначення граничної частоти обертання коміркового барабана садильного апарата приведена на рис. 2.3.

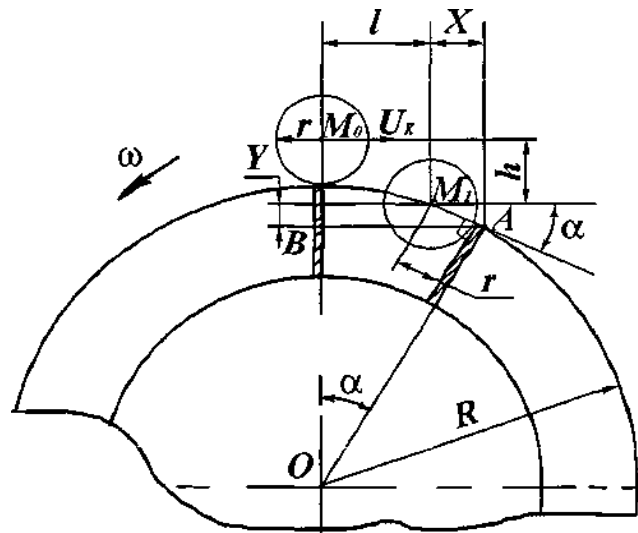


Рисунок 2.3 - Схема для визначення граничної частоти обертання барабана

Через малу товщини перегородки комірки в порівнянні з її довжиною, в розрахунках товщина перегородки не враховується.

Розглянемо умову проходження бульби радіусом r в комірку барабана радіусом R . Нехай в початковий момент бульба, займаючи положення M_0 і перебуваючи на кромці перегородки зісковзує з неї і рухається як тіло кинуте горизонтально з початковою швидкістю U_K . Рух тіла, кинутого горизонтально, являє собою комбінацію двох взаємно перпендикулярних рухів: горизонтального (рівномірного) руху з постійною швидкістю U_K і вертикального (вільного падіння), рівномірно прискореного руху з прискоренням вільного падіння g .

Будемо вважати, що бульба попаде в комірку, якщо до моменту її зустрічі з протилежною перегородкою центр маси бульби M_1 розташується на лінії дотичній до перегородки в точці А. У той же час точка M_1 є точкою

перетину параболи - траєкторії польоту бульби і дотичної AM_1 , точка A якої знаходиться на радіусі R барабана.

Час вільного падіння бульби t . При цьому дальність польоту бульби складе

$$l = U_{\kappa} \cdot t. \quad (2.10)$$

Звідки
$$t = \frac{l}{U_{\kappa}}. \quad (2.11)$$

За цей час під дією сили ваги бульба опуститься на величину

$$h = \frac{g}{2} \left(\frac{l}{U_{\kappa}} \right)^2. \quad (2.12)$$

Звідки

$$U_{\kappa} = l \sqrt{\frac{g}{2h}}. \quad (2.13)$$

Зі схеми рис. 2.2 маємо $l = AB - X$.

$$l = R \sin \frac{2\pi}{Z} - r \cos \frac{2\pi}{Z}. \quad (2.14)$$

$$h = M_0O - (Y - BO) = R + r - r \sin \frac{2\pi}{Z} - R \cos \frac{2\pi}{Z}.$$

Підставивши в (2.13) значення l з (2.14) і значення h отримаємо

$$U_{\kappa} = \left(R \sin \frac{2\pi}{Z} - r \cos \frac{2\pi}{Z} \right) \sqrt{\frac{g}{2 \left[R \left(1 - \cos \frac{2\pi}{Z} \right) + r \left(1 - \sin \frac{2\pi}{Z} \right) \right]}}. \quad (2.15)$$

З огляду на те, що $V_o = \omega R = \frac{\pi R}{30}$

$$n < \frac{30}{\pi R} \left(R \sin \frac{2\pi}{Z} - r \cos \frac{2\pi}{Z} \right) \sqrt{\frac{g}{2 \left[R \left(1 - \cos \frac{2\pi}{Z} \right) + r \left(1 - \sin \frac{2\pi}{Z} \right) \right]}}. \quad (2.16)$$

При чисельних значеннях:

$R = 0,27$ м, $Z = 12$, $r = 0,06$ м отримуємо $n < 25,3$ об/хв.

Таким чином, частота обертання барабана садильного апарата напівавтоматичної картоплесаджалки з ручною закладкою бульб, виходячи з умови вільного попадання бульби в комірку обертового барабана, не повинна перевищувати 25 оборотів за хвилину.

2.3 Вибір точки скидання бульб барабаном садильного апарату

Найвигіднішою точкою скидання бульб при роботі картоплесаджалки є точка, що забезпечує найменше зміщення бульб в борозні відносно одна одної, без урахування розкочування їх в борозні. Це забезпечує високу рівномірність розкладки бульб, що задовольняє агротехнічним вимогам.

Дослідники відзначають, що рівномірність розподілу бульб в першу чергу залежить від траєкторії руху захоплюючого органу садильного апарата і траєкторії вільного падіння бульби. У свою чергу ці два параметри залежать від кутової швидкості обертання барабана, поступальної швидкості машини, напрямки скидання бульби відносно руху агрегату, розмірів бульби і висоти її вільного падіння.

Комірка барабана садильного апарата здійснює складний рух: відносний обертальний з кутовою швидкістю ω і переносний - поступальний разом з машиною зі швидкістю V . Розглянемо рух крайньої точки перегородки комірки барабана садильного апарату, що знаходиться в початковий момент в положенні O .

Причому відзначимо два варіанти: при не співпаданні напрямку обертання барабана в нижній частині з напрямком руху машини (рис. 2.4 а) і при збігу напрямку обертання барабана в нижній частині з напрямком руху машини (рис. 2.4 б).

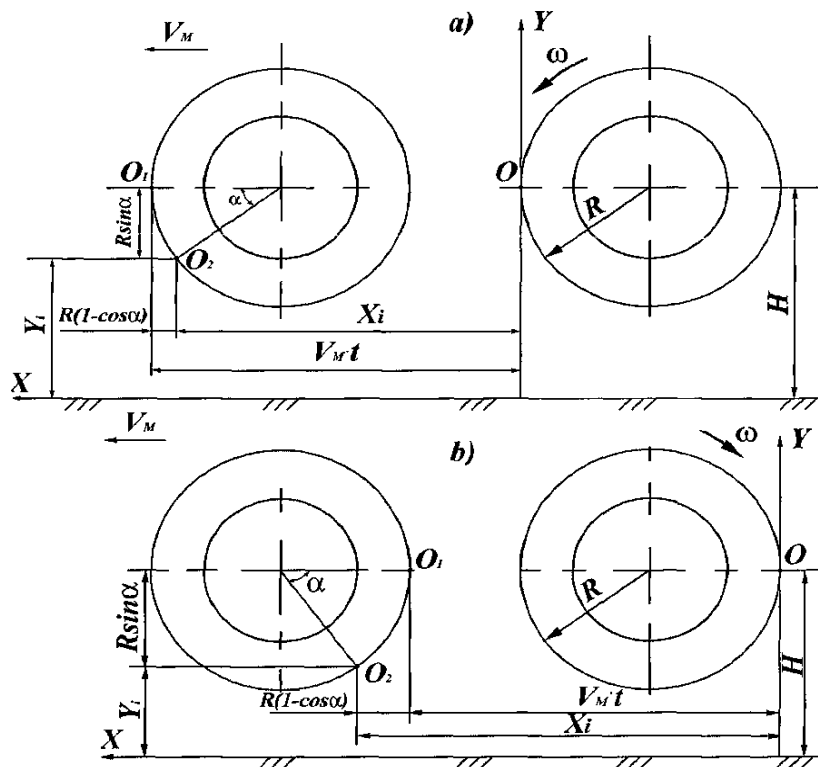


Рисунок 2.4 - Схема роботи барабана садильного апарата в залежності від напрямку його обертання при розгляданні скидання бульб
 а)- напрямок обертання не збігається з напрямком руху машини в) - напрямок обертання збігається з напрямком руху машини

Через деякий проміжок часу t вал барабана переміститься з положення O в положення O_1 пройшовши шлях Vt , а диск барабана повернеться на кут $\alpha = \omega t$ і точка перегородки займе нове положення O_2 . Координати точки O_2 належать траєкторії абсолютного руху точки O перегородки комірки барабана, вираженої в параметричній формі.

Для варіанту «а»:

$$\begin{cases} X = Vt - R(1 - \cos \omega t) \\ Y = H - R \sin \omega t \end{cases}$$

Для варіанту «b»

$$\begin{cases} X = Vt + R(1 - \cos \omega t) \\ Y = H - R \sin \omega t \end{cases}$$

З огляду на те, що окружна швидкість барабана дорівнює $V_0 = \lambda R$ ввівши в рівняння показник кінематичного режиму роботи будемо мати:

Для варіанту «а»:

$$\begin{cases} X = R\left(\frac{\alpha}{\lambda} - 1 - \cos \omega t\right) \\ Y = H - R \sin \omega t \end{cases}$$

Для варіанту «b»:

$$\begin{cases} X = R\left(\frac{\alpha}{\lambda} + 1 - \cos \omega t\right) \\ Y = H - R \sin \omega t \end{cases}$$

Для визначення положення точки скидання бульб необхідно визначити швидкість абсолютного руху точки O перегородки.

Диференціюючи рівняння по куту повороту, отримаємо вирази для проекції швидкості абсолютного руху точки на осі координат X і Y:

Для варіанту «а»:

$$\begin{cases} U_x = R\left(\frac{1}{\lambda} - \sin \alpha\right) \frac{d\alpha}{dt} \\ U_y = -R \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt} \end{cases} \quad (2.17)$$

Для варіанту «b»:

$$\begin{cases} U_x = R\left(\frac{1}{\lambda} + \sin \alpha\right) \frac{d\alpha}{dt} \\ U_y = -R \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt} \end{cases}$$

Швидкість V_a абсолютного руху визначається з наступного виразу

$$V_a = \sqrt{U_x^2 + U_y^2}.$$

Замінюючи U_x і U_y їх значеннями і перетворюючи, будемо мати:

для варіанту «а»:

$$V_a = V \sqrt{1 - 2\lambda \sin \alpha + \lambda^2} \quad (2.18)$$

для варіанту «b»:

$$V_a = V \sqrt{1 + 2\lambda \sin\alpha + \lambda^2} \quad (2.19)$$

Порівнюючи вирази відзначаємо, що в підкореновому виразі (2.18) стоїть мінус, а в (2.19) - плюс. Тобто чисельне значення абсолютної швидкості за варіантом «а» завжди менше, ніж за варіантом «b». Оскільки зміщення бульб буде завжди менше при меншій швидкості, то при компонованні напівавтоматичної саджалки необхідно перевагу віддавати варіанту «а». Таким чином, напрямок обертання барабана в його нижній частині не повинно співпадати з напрямком руху посадкового агрегату. Така компоновка дозволяє розмістити робітника (садильника) ззаду обертових барабанів, що покращує умови їх праці, тому що вони будуть сидіти у напрямку руху агрегату.

Для вибору місця скидання бульб барабаном садильного апарата необхідно встановити характер зміни горизонтальної складової абсолютної швидкості в залежності від кута повороту барабана.

Якщо замінити V_o на ωR і α на ωt , то отримаємо залежність, яка описує зміну горизонтальної складової абсолютної швидкості барабана

$$U_x = V - xR \sin \omega t \quad (2.20)$$

Графік зміни швидкості в цьому випадку представлений на рис. 2.5.

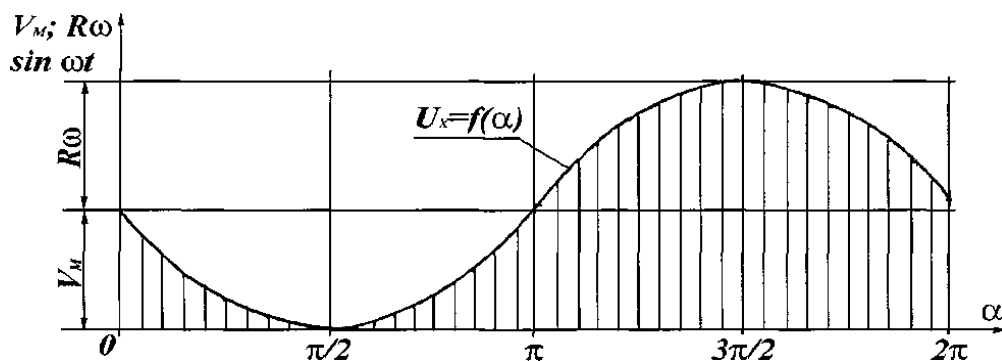


Рисунок 2.5 - Графік зміни швидкості U_x від кута повороту барабана при $\lambda = 1$

Видно, що швидкість U_x може приймати такі значення:

$$U_x > 0; V - \omega R \sin \omega t > 0; V > \omega R \sin \omega t \text{ при цьому } \sin \omega t < \frac{1}{\lambda};$$

$$U_x = 0; V - \omega R \sin \omega t = 0; V = \omega R \sin \omega t \text{ при цьому } \sin \omega t = \frac{1}{\lambda};$$

$$U_x < 0; V - \omega R \sin \omega t < 0; V < \omega R \sin \omega t \text{ при цьому } \sin \omega t > \frac{1}{\lambda}.$$

Найменше зміщення бульби буде при $U_x = 0$. Однак, таке значення U_x прийме тільки при куті повороту $\omega t = \pi/2$ при $\lambda = 1$. Аналізуючи графік зміни швидкості U_x , бачимо, що найвигіднішою точкою скидання бульб повинна бути точка, розташована внизу на вертикальному діаметрі барабана. Беручи до уваги зміщення бульб при їх вільному падінні, необхідно розрахувати параметри траєкторії падіння бульби, скинутої з початковою абсолютною швидкістю V_a .

2.4 Траєкторія падіння бульби в борозну

У загальному вигляді при скиданні бульби безпосередньо в борозну, падіння її є рух тіла, кинутого під кутом до горизонту з початковою абсолютною швидкістю V_a . Цей рух є комбінацією двох рухів: рівномірного прямолінійного руху під кутом Θ_0 до горизонту і вільного падіння у вертикальному напрямку.

Визначимо рівняння траєкторії руху тіла, яке кинуте під кутом до горизонту. Підставимо значення часу в друге рівняння, в результаті, будемо мати

$$Y = X \operatorname{tg} \Theta_0 + \frac{gX^2}{2V_a^2 \cos^2 \Theta_0}. \quad (2.21)$$

Оскільки V_a , g і Θ_0 сталі, то траєкторія руху бульби являє собою параболу.

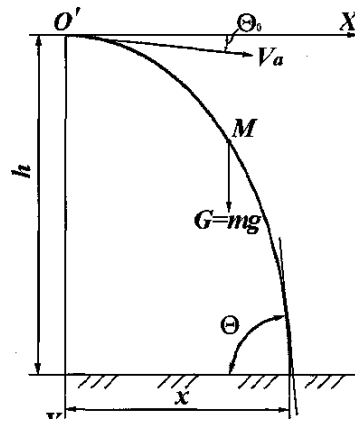


Рисунок 2.6 – Траекторія вільного падіння бульби

Розв'язавши рівняння відносно X і підставивши рішення знайдемо час падіння бульби

$$t_1 = \frac{1}{g} \left(\sqrt{(V_a \sin \Theta_0)^2 + 2gY} \right) - V_a \sin \Theta_0. \quad (2.22)$$

Тепер перейдемо до процесу скидання бульби барабанним садильним апаратом. При цьому необхідно врахувати розміри бульби і визначити момент її вільного падіння, початок випадіння з комірки барабана садильного апарату рис.

2.7.

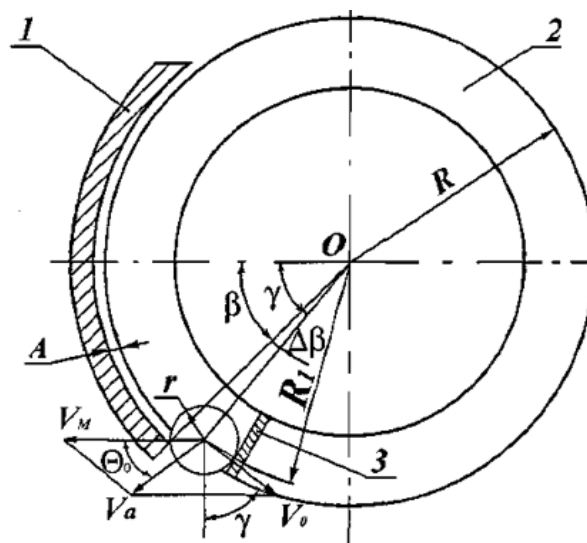


Рисунок 2.7 - Схема скидання бульби

В формулі також необхідно провести заміни (рис.2.6)

$$\sin \Theta_0 V_a = V_o \cos \gamma = R_1 \omega \cos \gamma .$$

Висота падіння бульби становить h (рис. 2.7). В той же час, бульба починає своє падіння при куті повороту барабана на кут γ , тоді з врахуванням того, що вал барабана садильного апарата знаходиться над поверхнею поля на висоті H , то

$$h = Y = H - R \sin \gamma$$

Тоді формула набуде вигляду

$$t_1 = \frac{1}{g} \left(\sqrt{(R_1 \omega \cos \Theta_0)^2 + 2g(H - R_1 \sin \gamma)} - R_1 \omega \cos \gamma \right) \quad (2.23)$$

Переміщення бульби по горизонталі за час t_1 її падіння буде становити

$$X = (V - R_1 \omega \sin \gamma) t_1$$

Формула з врахуванням t_1 її час повороту барабана на кут γ із формули прийме вигляд

$$X_{zag} = V \left(\frac{\gamma \pi}{180 \omega} + \frac{\sqrt{(R_1 \omega \cos \gamma)^2 + 2g(H - R_1 \sin \gamma)} - R_1 \omega \cos \gamma}{g} \right) - R_1 (1 - \cos \gamma) - R_1 \omega \sin \lambda \frac{\sqrt{(R_1 \omega \cos \gamma)^2 + 2g(H - R_1 \sin \gamma)} - R_1 \omega \cos \gamma}{g} \quad (2.24)$$

Висновки

Рівномірність розподілу бульб на дні борозни буде досягатися при рівності параметра X_{zag} для всіх скинутих апаратом бульб. Розрахунок показує, що даний параметр залежить від швидкості руху посадкового агрегату; кутової швидкості обертання барабана садильного апарата; висоти падіння бульб; кута, що визначає точку скидання бульб та їх розміри. На рівномірність розподілу бульб в борозні впливають конструкція садильного апарата і мінливість розмірів бульб.

3 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Програма експериментальних досліджень

Однією з основних агротехнічних вимог, що пред'являються до посадки картоплі, є коефіцієнт рівномірності розкладки бульб у борозні. Садильний апарат картоплесаджалки впливає на розподіл бульби в борозні. Для вивчення технологічного процесу роботи садильного апарату необхідно створити експериментальну лабораторну установку, використання якої дозволить виконати наступну програму дій:

- вивчити вплив параметрів процесу посадки бульб на відхилення їх від осі симетрії рядка;
- вивчити вплив параметрів садильного апарату на переміщення бульб на рівні дна борозни, без урахування їх відкочування;
- для моделі руху при садінні бульб картоплі експериментально встановити розподіл частот, за яких відбулася фіксація бульб з ґрунтом після скидання їх на дно борозни.

У напівавтоматичної картоплесаджалки, при обертанні барабана садильного апарата, бульба в його комірці поводить вільно, що впливає на її кінцеве розташування в борозні. У зв'язку з цим, на досліджуваному апараті встановити раціональну конструкцію комірок.

У картоплярстві, поряд з важливістю використання якісного насінневого матеріалу не менше значення має правильний вибір сорту. Тільки виконання цих двох показників дозволяє реалізувати потенційні можливості сорту. Сорти картоплі відрізняються за термінами дозрівання, формою бульб, урожаю і іншим параметрам. Найбільш цінні сорти картоплі районовані. За останні роки в Україні відбулися істотні зміни в сортовому районуванні. Деякі сорти виключені зі списку районованих. Багато сортів, що займали значні площі в 70-х і 80-х роках минулого століття, втратили свою первісну значущість, хоча і залишаються в районуванні в багатьох областях. З'явилися і районовані нові сорти картоплі. У зв'язку з цим становить інтерес вивчення фізико-механічних властивостей бульб нових сортів

картоплі.

Робочі органи машин для обробітку, збирання та післязбиральної обробки картоплі, їх типи і параметри розробляються з урахуванням показників фізико-механічних властивостей бульб картоплі. Бульби картоплі можна охарактеризувати такими основними показниками: формою, геометричними розмірами і масою, пружністю і пластичністю, які залежать безпосередньо від сорту картоплі. Конструкторам сільськогосподарських машин для обробітку картоплі, важливо знати приблизні розміри і форму бульб. Так, при проектуванні робочих органів картоплесадильних машин головним чином враховується довжина бульб, а при проектуванні збиральних і сортувальних машин - ширина і товщина.

Тому робочі органи картоплесаджалки повинні створюватись з урахуванням фізико-механічних властивостей бульб картоплі різних сортів.

Для визначення основних фізико-механічних властивостей бульб були проведені дослідження порівняно нових сортів картоплі. По кожному сорту картоплі, у кожної бульби з точністю до 1 мм були визначені геометричні параметри довжини, ширини і товщини. З точністю до 1 г була визначена маса. Обсяг вибірки склав 200 бульб по кожному сорту. Розмірно-масова характеристика оброблялася методом математичної статистики.

При падінні, вдаряючись з ґрунтом дна борозни бульба відкочується від точки приземлення. Це призводить до нерівномірного розподілу в рядках.

Для визначення коефіцієнта відновлення форми бульби використовувався лабораторний стенд (рис. 3.1). До стійки 3 стенду прикріплювалася нитка 2, на кінці якої закріплювалася бульба 1. Бульба фіксувався на нитці так, щоб вісь, по якій відбувалося зіткнення з плитою, в момент удару була перпендикулярна плиті.

Відводячи нитку на деякий кут α (кут відхилення нитки від положення рівноваги) від плити 4 її відпускали без початкової швидкості. Ударяючись з плитою, бульба відскакувала на кут α' .

Під час експерименту використовувалася партія бульб сорту «Невський», що складається з 30 бульб, для яких були визначені розмірно- масові характеристики (з точністю до 1 мм і 1 г). Для реалізації дослідів була вибрана

триразова повторність. Кут відскоку фіксувався візуально за шкалою

5. Середнє арифметичне за трьома результатами давало α^l (для однієї бульби). Якості поверхні, з якою вдарялися бульби, були взяті ґрунт і сталеві плити. Крім того, проводились дослідження, в яких нитку з бульбами відхиляли послідовно на 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 і 50 градусів і заміряли α^l при кожному α . Мета дослідження - вивчення впливу висоти падіння бульб картоплі, при їх скиданні на різні поверхні (ґрунт і сталь) на коефіцієнт відновлення бульб.

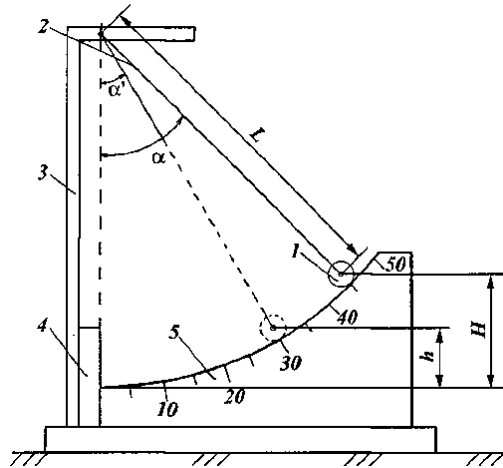


Рисунок 3.1- Схема лабораторного стенду 1 - бульба; 2 нитка; 3 - стійка; 4 -
плита; 5 - шкала

В даному дослідженні, критерієм, що характеризує якість виконання процесу скидання бульб садильним апаратом, є відхилення їх на рівні дна борозни від осі симетрії рядка. Мета експерименту - підтвердити гіпотезу про більш ефективну роботу садильного апарата з V подібними перегородками, в порівнянні з прямими.

Дослідження здійснювалося на лабораторній установці (рис. 3.2), яка складалася з мотор-редуктора 1, редуктора 2, двох контурів ланцюгових передач 3, вала контрприводу 4. На рамі 5 установки в підшипниках 6, обертався вал 7 садильного апарата 8, а на спеціальних опорах 9 був встановлений голчастий аплікатор 10. Напрямок 11, закріплений до рами установки спеціальними фіксаторами. Привід вала садильного апарата здійснювався від моторредуктора МПЗ 2-31,5, потужністю 0,37 кВт.

Лабораторна установка дозволяла змінювати режими роботи садильного

апарата за такими параметрами:

- висота скидання бульб H змінювалась в межах $H= 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0$ м, шляхом переміщення аплікатора за висотою;
- точка скидання бульб (кут β) змінювався перестановкою направляючого щитка 11, в дослідах кут δ становив $30; 60; 90^\circ$;
- частота обертання садильного барабана n варіювалась зміною передавального відношення, заміною зірочок в ланцюгових передачах $n = 2,02; 2,52; 3,09; 5,35; 10,49$ об/хв

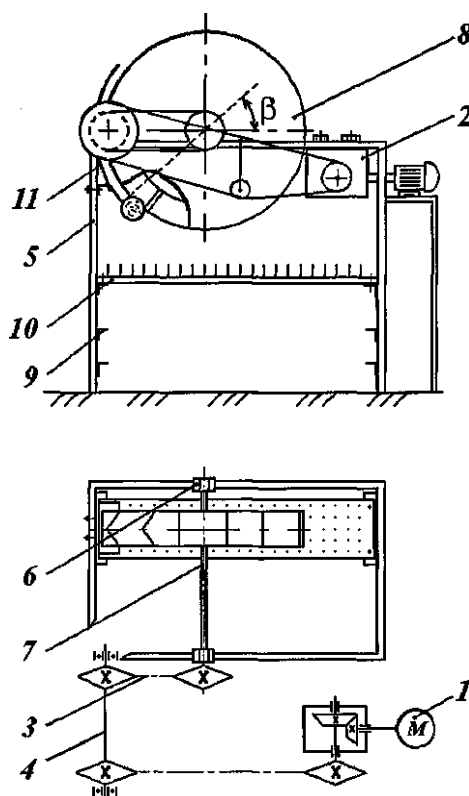


Рисунок 3.2- Загальний вигляд установки

Досліди проводилися при фіксованому значенні кута скидання бульб $\beta= 30^\circ$. На кожній встановленій висоті скидання в п'ятикратній повторності (використовувалася тільки одна бульба), як для варіанту комірок з прямими перегородками, так і для варіанту комірок з V-подібними перегородками, тобто умови проведення дослідів були однаковими для обох розглянутих варіантів. Голчатий аплікатор дозволяв визначити розсіювання бульб від осі симетрії садильного апарату.

Отримані варіаційні ряди відхилення, оброблялися методом математичної статистики, з метою визначення основних статистичних характеристик якісної мінливості рядів. Для підтвердження висунутої гіпотези, спочатку проводилась оцінка суттєвої відмінності між варіантами, з використанням методики.

3.2 Методика планування багатofакторного експерименту

Мета дослідження: визначення поєднання оптимальних значень параметрів і технологічних режимів роботи апарату, які забезпечують якість посадки, що задовольняє встановленим стандартам; знаходження найвигіднішої точки скидання бульб, що забезпечує найменше їх зміщення без урахування розкочування в борозні.

Параметр, що характеризує процес: Y - відхилення бульб від осі симетрії садильного апарату, тобто параметром оптимізації є відхилення висаджених бульб від осьової лінії рядка.

Формулювання задачі оптимізації: досягнення такого положення бульби, при якому вихідний параметр Y досягав би свого найменшого значення (завдання мінімізації).

Для проведення досліджень були відібрані основні фактори, що впливають на розподіл бульб в борозні (як в поздовжній, так і в поперечній площинах). А саме:

- X_1 - частота обертання валу садильного апарату (n , об/хв);
- X_2 - висота падіння бульб (H , м);
- X_3 - точка скидання, що характеризується кутом (β , що визначає положення направляючого щитка апарату (β , град);
- X_4 - приведені радіусом бульби (r , м).

Досліди проводилися на лабораторній установці (рис. 3.2). В комірку барабана садильного апарату, у верхній його частині, вкладалась бульба, яка в точці скидання під впливом сили тяжіння падала вниз до зіткнення з аплікатором. Бульби, наколювали на голки, відтак і фіксувалися. В результаті чого можна було зробити заміри відхилення бульб при падінні.

Голчастий аплікатор встановлювався своєю серединою по осі симетрії барабанного апарату. Лінійкою замірялися вихідні параметри від центру бульби. При дослідженні використовувалися бульби сорту Невська.

При проведенні досліджень, з метою компенсації впливу систематичних помилок і усереднення впливу ефектів неконтрольованих факторів, досліди були рандомізовані в часі. Для цього використовували таблицю випадкових чисел. Встановлений порядок проведення дослідів не порушували.

Для отримання математичної моделі був спланований і реалізований план повного факторного експерименту (ПФЕ типу 2^4) першого порядку. Обробку результатів експерименту проводили на основі регресійного аналізу за методикою.

3.3 Дослідження впливу факторів на переміщення бульби за час падіння

Дослідження проводилися на лабораторній установці (рис.3.2). Для визначення впливу досліджуваних факторів на скидання бульб садильним апаратом на лабораторній установці варіювали режими роботи апарату за такими параметрами:

- висота скидання бульб $H = 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0$ м;
- точка скидання бульб, кут $\beta = 30; 60; 90$ °;
- частота обертання апарату $n = 2,02; 2,52; 3,09; 5,35; 10,49$ об/хв.

При дослідженні використовувалася партія бульб сорту Невський, яка включала в себе весь діапазон розмірно-масової характеристики для використання в первинному насінництві (300 бульб, масою від 30 до 128 г).

За деякий час, що характеризує час вільного падіння бульба переміститься по горизонталі від точки скидання А (рис. 3.3) на деяку відстань. Бульба при падінні фіксувалась на голках аплікатора, тим самим, дозволяючи зробити вимір величини ΔX .

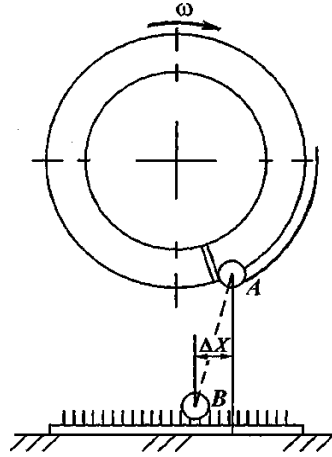


Рисунок 3.3 - Схема переміщення бульби

Переміщення бульби - відстань від перпендикуляра, проведеного з точки «А» на площину аплікатора до кінцевого положення бульби (точка «В» - центр бульби). Дане дослідження дозволяє встановити, як впливає варіювання робочих режимів і конструктивних параметрів апарату на вихідний параметр - переміщення бульб по горизонталі від точки скидання за час падіння.

Схожий дослід поводить Кашинцев А.А. на висаджують апараті СК-2. Зона можливого розсіювання бульб садильним апаратом, є різниця між максимальним і мінімальним переміщенням від точки скидання в горизонтальній площині.

В експерименті були використані всі можливі варіанти - поєднання чинників, що дозволило отримати повну картину досліджуваного процесу.

3.4 Методика проведення польових досліджень

Відповідно до поставлених завдань дослідження, була спроектована і виготовлена експериментальна напівавтоматична картофелесажалка. Випробування в польових умовах проводили у відповідності з галузевим стандартом ОСТ 70.5.2.-74 «Випробування сільськогосподарської техніки.

Картоплесаджалки. Програма і методи випробувань», і відповідно до ГОСТ 28306-89 (СТ РЕВ 6544-88) «Машини для посадки картоплі. Методи випробувань».

Основними завданнями при дослідженні машин вважають:

- вивчення характеру і ступеня впливу робочих органів машин на оброблюваний продукт (середу) при зміні умов впливу, параметрів робочих органів і стану продукту (середовища);

- визначення ефективності застосування окремих машин або комплексів машин в залежності від якості виконуваного технологічного процесу.

Визначення показників якості роботи машин і відповідності їх агротехнічним вимогам сільськогосподарського виробництва для певної ґрунтово-кліматичної зони, є головним завданням лабораторно-польових випробувань машин.

Повна програма планованих випробувань повинна включати наступні види оцінок: експертизу конструкції машини (по ОСТ 70.2.1.-73 «Випробування сільськогосподарських машин. Технічна експертиза», або по ГОСТ 26025); агротехнічну і енергетичну оцінки; оцінку умов праці; оцінку надійності; експлуатаційно-технологічну оцінку і економічну оцінку.

Безпосередньо перед виробничою перевіркою необхідно провести експертизу конструкції машини. Експертиза включає в себе наступні дії:

- опис технологічного процесу, із зазначенням організації проведення робіт;

- оцінка конструкції саджалки, із зазначенням способів і меж регулювань робочих органів; визначення достоїнств і недоліків конструкції і виготовлення; оцінка уніфікації конструкції;

- визначення загальних показників технічної характеристики випробуваної картоплесаджалки - параметрів, що характеризують конструкцію машини.

Принципова схема картоплесаджалки зображена на рис. 3.4. Рама 1 саджалки складається з несучого бруса культиватора КРН-2,8А, з замком автозчіпки і двох рамок посадочних секцій, зварених з труб квадратного перетину розміром 40x40x4 мм і закріплених до бруса скобами М16x120.

Садильний апарат 2, виготовлений з диска діаметром 540 мм з маточиною, бокового кільця, перегородок і днища, виготовлених із сталевго листа товщиною 2 мм і зварених між собою так, що утворюють 12 комірок.

Садильні апарати розташовані на двох валах діаметром 35 мм через 900 мм. На валу правої секції закріплені ведена зірочка $Z = 14$ і кронштейн натяжного ролика приводного ланцюга з кроком $t = 30$ мм. Вали лівої і правої секцій з'єднані проміжним валом, за допомогою ланцюгових муфт.

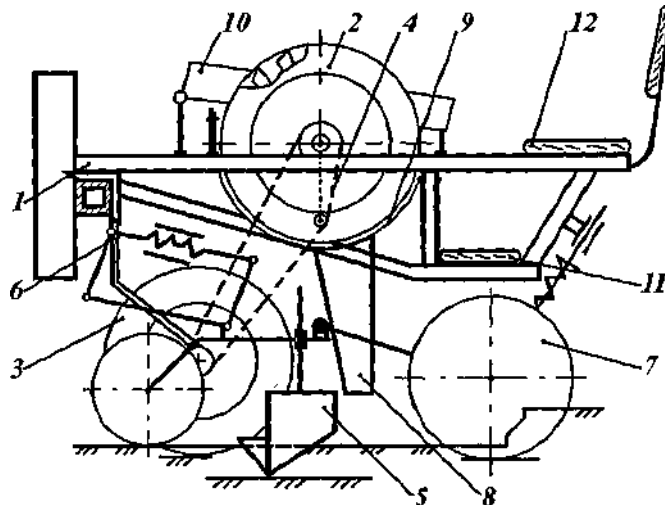


Рисунок 3.4 - Принципова схема експериментальної саджалки (вид збоку)

Привід валів садильних апаратів здійснюється від правого опорного колеса 135-254 (5,0-10) культиватора 3, ланцюговою передачею 4, через зірочку $Z = 7$. У нижній частині апаратів закріплені еластичні щитки, з викидним вікном для скидання бульб. До щитків в точці скидання прикріплені бульбопроводи, виготовлені зі сталевго листа, товщиною 2 мм і мішковини.

В якості борознозакривачів використані модернізовані сошники від картоплесаджалки КСНД-2. Сошники 5, закріплені в центральному тримачі гряділів секцій культиватора КРН-2,8А.

Настил 10 для посадкового матеріалу виготовлений з кутників 35x35x4 мм і має покриття виготовлене із дощок. Настил складається з трьох секцій, розташованих між садильними апаратами, і закріплений шарнірно до рамок саджалки. На рамках посадочних секцій закріплена підніжна дошка 11 і пара сидінь 12 зі спинками для операторів.

Опис технологічного процесу садіння здійснюється наступним чином.

Після заїзду агрегату в борозну, тракторист опускає саджалку в робоче положення. Робочі встановлюють на настил тару з посадковим матеріалом і займають місця проти садильних апаратів.

Перед садінням картоплі на тракторі встановлюють колію 1800 мм. У конструкції саджалки передбачено перевертання опорних коліс культиватора всередину саджалки. В процесі роботи опорні колеса саджалки йдуть по колії трактора.

При русі посадкового агрегату, робітники беруть бульби з настилу і вкладають їх по одній в комірки садильного апарату в його верхній частині. Барабани садильних апаратів обертаючись по ходу руху агрегату переносять в комірках бульби до викидних вікон, до місця скидання - вниз на вертикальному діаметрі барабана. Передчасному скиданні бульб перешкоджає направляючий щиток. Бульби, під дією власної ваги, через викидне вікно здійснюють вільне падіння. Насіннепровід орієнтує падіння бульб точно через рамку борознозакривача у відкриту сошником борозенку. Сферичні диски, попарно встановлені за кожним сошником закривають ґрунтом борозенку, утворюючи гребінь. При посадці клонового-селекційного матеріалу робітники роблять пропуски (чотири комірки) після кожної змінної тари. Запас посадкового матеріалу на настилі повинен бути таким, щоб його вистачило на всю довжину гону облікової ділянки.

В кінці гону агрегат зупиняється, робітники залишають свої місця і знімають порожню тару з настилу. Агрегат розвертається на поворотній смузі і процес повторюється.

В конструкції саджалки передбачені наступні види регулювань. Крок посадки регулюється при закладці бульб в комірки садильного апарата. При закладці в кожену комірку крок посадки складе 25-27 см, при закладці через одну комірку, крок посадки складе 52-54 см, а при закладці бульб з пропуском двох комірок - 79-81 см.

Паралелограмний механізм копіювання секцій дозволяє регулювати положення гряділя і відповідно кути нахилу закріплених на ньому робочих органів, зміною довжини верхньої ланки. Переставляючи важіль по сектору, здійснюється регулювання сошника на задану глибину посадки. Також це

регулювання можна виконати, змінюючи положення стійки сошника по висоті, в центральному тримачі гряділя.

Форма і величина гребеня може бути змінена за рахунок повороту косинок півосей сферичних дисків (регулювання глибини закладення).

Технологічна швидкість агрегату регулюється зміною робочої швидкості трактора. Можливі два варіанти швидкості руху посадкового агрегату 0,56 і 0,74 км/год, що відповідно становить частоті закладки бульб в садильні апарати 37,3 шт/хв і 49,3 шт/хв.

У конструкції саджалки можна відзначити наступне. Вибір ширини основних міжрядь 0,9 м пояснюється тим, що широкорядна технологія вирощування картоплі найбільш перспективна для більшості областей України. У ній найбільш повно ув'язані біологічні особливості рослини картоплі і дотримання агротехнічних вимог. Конструкція саджалки, виконана на базі культиватора, що дозволяє проводити крім посадки операції по догляду (нарізка гребнів, міжрядний обробіток і перше нарощування гребнів).

3.5 Методика проведення агротехнічної оцінки

Другою задачею в програмі випробувань є агротехнічна оцінка машини. Агротехнічна оцінка машини для посадки картоплі включає: визначення умов випробувань, режимів роботи і функціональних показників якості роботи.

Визначення умов випробувань: необхідно встановити наступні параметри:

а) характеристику посадкового матеріалу: сорт картоплі; розмірно- масові характеристики посадкового матеріалу.

У відібраних з вихідного матеріалу 100 бульб визначали масу бульб з точністю до 1 г і виміряли довжину, ширину і товщину з точністю до 1 мм. За результатами середніх показників довжини, ширини і товщини за формулою (3.1) визначали коефіцієнт форми бульб.

б) характеристику ділянки випробувань - найменування і опис ділянки.

Визначення режимів роботи машини:

- картоплесаджалка випробовувалася на посадковому матеріалі, що відповідає агротехнічним вимогам;

- безпосередньо перед випробуваннями саджалка проходила обкатку протягом двох робочих змін;

- садіння картоплі здійснювали з робочою швидкістю 0,56 км/год.

До початку випробувань проводилася перевірка правильності регулювальних робіт:

- бульби закладалися в кожен комірок садильного апарату, що визначило крок посадки, рівний 0,25 м;

- важіль на секторі (для зміни глибини садіння) переставляли на всіх чотирьох секціях в положення максимальної. Глибин посадки становила 12 см;

- форму і величину гребеня, утвореного загортачами борозен встановлювали максимальну;

- висоту гребеня регулювали нажимними штангами змінюючи зусилля тиску натискних штанг.

Висновки

При визначенні функціональних показників якості роботи машини оцінювалися такі параметри. Рівномірність розподілу бульб в ряду визначалась при посадці в відкриту борозну, при одному проході саджалки (довжина гону 100 м). Загортачі знімалися з саджалки. Посадка проводилася по раніше нарізаним гребенях. Рівномірність розподілу бульб в рядку визначали вимірюванням відстаней між центрами бульб на поздовжньої осі рядка, за допомогою двадцяти метрової рулетки. Виміри проводилися за кожним садильним апаратом по 100 вимірювань між бульбами з точністю до 1 см. Послідовним відніманням встановлювали фактичні відстані між бульбами. Обробку проводили методом математичної статистики. Ширина міжрядь визначалася на перпендикулярі до поздовжніх осей суміжних рядків, утворених сошниками (загортачі зняті). Ширина міжрядь замірялась в 10 точках по діагоналі ділянки. Відхилення основних міжрядь визначалися на одному проході машини, а стикові міжряддя - на чотирьох суміжних проходах.

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ САДИЛЬНОГО АПАРАТУ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ

4.1 Фізико-механічні властивості бульб

Пружні властивості бульб картоплі характеризуються коефіцієнтом відновлення K_e . Визначення коефіцієнта відновлення проводили на приладі, описаний в третьому розділі.

Перший дослід з визначення коефіцієнта K_e , дозволив встановити його величину:

- при ударі об ґрунт $K_e = 0,2764$;
- при ударі об сталеву плиту $K_e = 0,5075$.

Проведені дослідження показують, що бульби картоплі володіють значними пружними властивостями, особливо при ударі об сталеву плиту. Отже, коефіцієнт відновлення залежить від матеріалу тіл, які вдаряються. Тому точку скидання бульб необхідно вибирати в тому місці, де було б найменше число зіткнень бульб з конструкцією насіннепроводу. В протилежному випадку до відскоку бульби при ударі об дно борозни додасться і відскок при ударах по насіннепроводу, що вплине на рівномірність розкладки бульб.

Таким чином, пружні властивості бульб картоплі характеризуються коефіцієнтом відновлення форми при ударі об нерухому перешкоду, при цьому його величина є важливим параметром при проектуванні робочих органів картоплесадильних машин. Порівняно великий коефіцієнт відновлення при ударі об ґрунт $K_e = 0,28$ показує, що ґрунт dna борозни повинна бути відносно пухким. Це сприятиме меншому розкочуванню бульб в борозні.

Метою другого дослідів по визначенню коефіцієнта відновлення K_e було вивчення впливу кута відхилення (висоти падіння бульби) на коефіцієнт відновлення. У додатку 3 і 4 показані розрахунки проведених дослідів. Як показують результати дослідів (рис. 4.1), при збільшенні висоти падіння в

невеликих діапазонах - як по плиті, так і по ґрунті, спостерігається тенденція збільшення коефіцієнта відновлення. Хоча коефіцієнт повинен бути постійною величиною, що пояснюється однорідністю бульб картоплі.

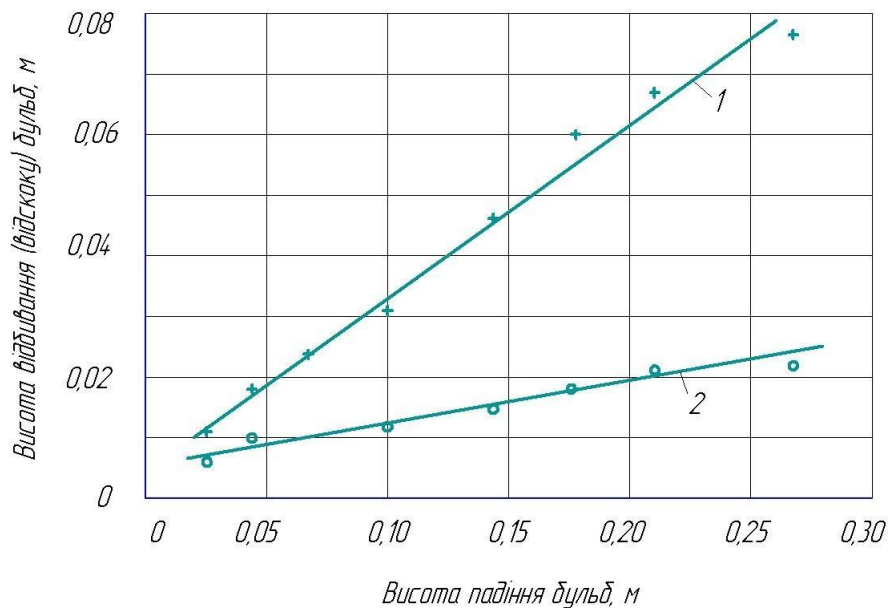


Рисунок 4.1- Залежності впливу висоти падіння бульб на висоту їх відскоку при ударі в нерухомому перешкоду
1- металева плита; 2 - ґрунт

4.2 Результати дослідження форми перегородок на розділ бульб

Аналіз результатів досліджень показав, що між розглянутими варіантами, дійсно є істотні відмінності з приводу відхилення бульб на рівні дна борозни щодо осі симетрії садильного апарата (осі симетрії рядка).

Дисперсійний аналіз дозволив встановити істотний вплив на відхилення бульб від осі симетрії садильного апарата, тільки головного ефекту «А», тобто - форми перегородок осередків барабана садильного апарату. Інші досліджувані ефекти «В» (частота обертання валу садильного апарату) «С» (висота падіння бульб) і взаємодії всіх головних ефектів виявилися незначними. Ефекти від їх дій по t – критерієм Стюдента в досліді статистично не доведені.

Дисперсійний аналіз показав, що різниці між будь-якими середніми,

перевищують найменшу суттєву різницю 2,67 мм - значимі на 5 % рівні. Інтерпретація результату дисперсійного аналізу представлена графічно (рис. 4.2 і рис. 4.3).

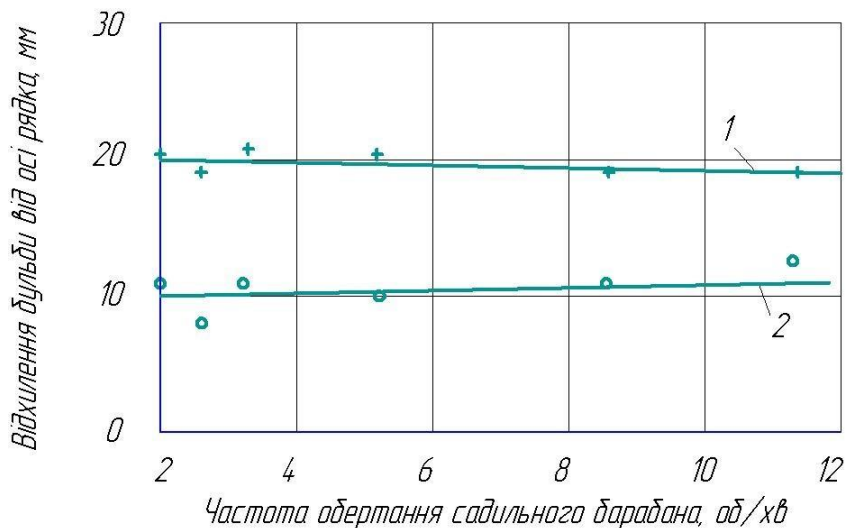


Рисунок 4.2- Вплив частоти обертання барабана садильного апарата на відхилення бульб від осі рядка

1- прямі перегородки комірок барабана; 2 – V- подібні перегородки комірок

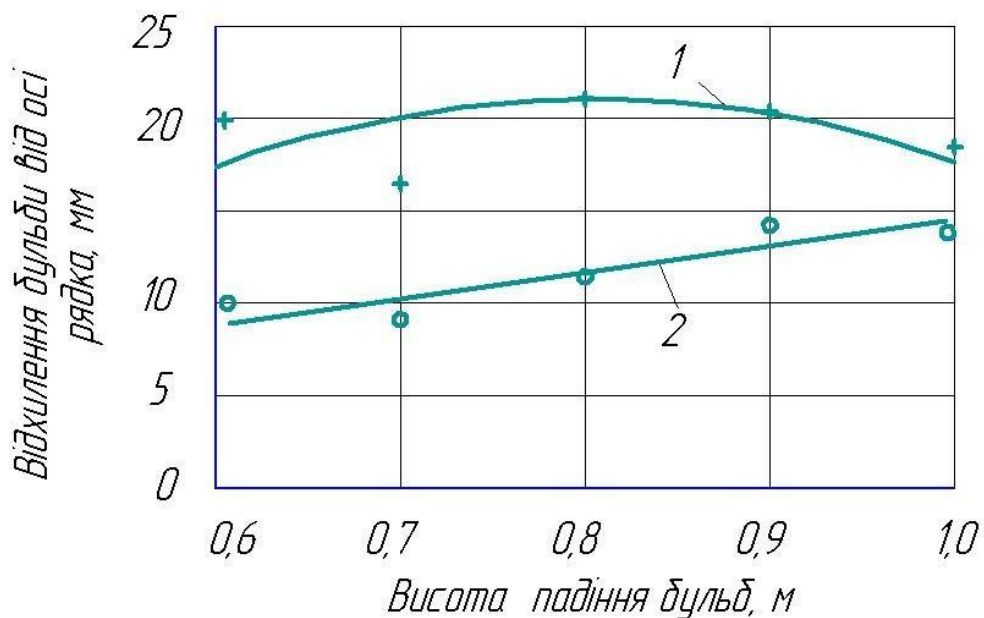


Рисунок 4.3- Вплив висоти падіння бульб на їх відхилення від осі рядка

1- при садінні барабаном, який обладнано прямими перегородками комірок; 2- садінні барабаном з V- подібними перегородками комірок

Різниця між варіантами фактора «А» істотна на 5 % рівні значимості. Варіант з V - подібними перегородками істотно (на 40 %) знизив стандарт (варіант з прямими перегородками). Таким чином, V - подібна форма перегородок комірок досліджуваного садильного апарата забезпечує більш точне розташування бульб на рівні дна борозни, щодо осі симетрії садильного апарата (осьової лінії рядка).

4.3. Результати планування експерименту

Для оптимізації конструктивних і технологічних параметрів садильного апарата відповідно до методики, розробленої в третьому розділі був спланований і реалізований повний чотири факторний експеримент першого порядку. Технологічний процес садіння оптимізували по мінімуму відхилення висаджених бульб від осьової лінії рядка (Y).

За результатами теоретичних досліджень були визначені основні фактори, а на основі аналізу літературних джерел здійснювався вибір інтервалів варіювання. Рівні і кодування досліджуваних факторів показані в таблиці 4.1.

Для реалізації експерименту була складена матриця планування для чотирьох факторів.

Таблиця 4.1 Фактори і рівні варіювання

Фактори	Кодовані	Нату- ральні	Рівні варіювання	
			Нижній (-1)	Верхній (+1)
Частота обертання садильного барабана, об/хв	X ₁	<i>n</i>	2,0	10,5
Висота падіння бульб, м	X ₂	<i>H</i>	0,6	1,0
Кут скидання бульб, град	X ₃	<i>β</i>	30	90
Приведений радіус бульб, м	X ₄	<i>r</i>	0,02	0,03

Обробка експериментальних даних проводилася за методикою, викладеною в третьому розділі. Перевірку однорідності дисперсій проводили за критерієм Кохрена. Табличне значення критерію Кохрена ($G_{\text{табл}}$) визначено методом інтерполяції згідно для рівня значущості $\alpha = 0,05$ і числах ступенів свободи $f_1 = 2, f_2 = 16$ $G_{\text{табл}} = 0,3218$. Експериментальне значення критерію Кохрена $G = 0,1776$. Отже, умова однорідності дисперсій виконується.

Після розрахунку коефіцієнтів рівняння регресії було отримано наступне рівняння регресії першого порядку

$$\begin{aligned} Y = & 0,0172 + 0,0062X_1 - 0,0018X_2 + 0,0083X_3 - 0,0029X_4 - 0,0006 X_1X_2 + \\ & + 0,0051X_1X_3 - 0,0017X_1X_4 - 0,0032X_2X_3 + 0,0006X_2 X_4 + 0,0017X_3X_4 - \\ & - 0,0002X_1X_2X_3 + 0,002X_1X_2X_4 - 0,0008X_1X_3X_4 - 0,0013X_2X_3X_4 + \\ & + 0,0144X_1X_2X_3X_4 \end{aligned} \quad (4.1)$$

При статистичній оцінці значущості коефіцієнтів отриманого рівняння регресії був побудований довірчий інтервал. Для чого була визначена квадратична похибка коефіцієнтів рівняння регресії $S_{bi} = 0,00065$ і критерій Стьюдента.

Табличне значення t критерію Стьюдента для рівня значущості $\alpha = 0,05$ і числі ступенів свободи $f = 32$ $t_{\text{табл}} = 2,038$. Довірчий інтервал $\pm \Delta b_i = \pm 0,00132$. Отже, незначущими коефіцієнтами рівняння регресії є наступні коефіцієнти: $b_{12}, b_{24}, b_{123}, b_{134}, b_{234}$. Знехтувавши цими коефіцієнтами отримали нову математичну модель експерименту:

$$\begin{aligned} Y = & 0,0172 + 0,0062X_1 - 0,0018X_2 + 0,0083X_3 - 0,0029X_4 + 0,0051X_1X_3 - \\ & - 0,0017X_1X_4 - 0,0032X_2X_3 + 0,0017X_3X_4 + 0,002X_1X_2X_4 + \\ & + 0,0144X_1X_2X_3X_4 \end{aligned} \quad (4.2)$$

Для перевірки гіпотези про адекватність моделі визначили F - критерій Фішера. Табличне значення критерію Фішера для рівня значущості $\alpha = 0,05$ і числі ступенів свободи $f = 32$ $F_{\text{табл}} = 2,16$. Розрахункове значення критерію Фішера $F_{\text{роз}} = 1,79$. Оскільки розрахункове значення критерію Фішера не перевищує табличного значення, то це дає підставу з імовірністю 0,95 стверджувати, що експериментальне рівняння адекватно описує

досліджуваний процес і для оцінки результатів експерименту модель приймається.

Коефіцієнти при незалежних змінних вказують на силу впливу факторів. Величина коефіцієнта регресії - кількісна міра впливу кожного фактора на параметр оптимізації. Чим більша величина коефіцієнта, тим більший вплив чинить фактор на критерій оптимізації. Як показує отримана модель найбільший вплив на зміщення бульб уздовж осі симетрії садильного апарата, чинить точка скидання бульб (фактор X_3).

Оскільки в нашому експерименті параметр оптимізації повинен бути мінімальним, то позитивний вплив надає збільшення висоти падіння (фактор X_2) і розмірів бульб (фактор X_4). Інтерпретація коефіцієнтів взаємодії побудованої моделі показує, що для мінімізації параметра оптимізації потрібно одночасне збільшення або зменшення факторів X_2 і X_3 (висота падіння і кут), а також одночасну зміну в різних напрямках факторів X_3 і X_4 (кут і приведений радіус бульб).

На рис. 4.4 – 4.7 приведено чотири із шести можливих двовимірних перетинів поверхні відгуку, які дають наочне уявлення про значення критерію оптимізації, які він буде приймати при варіюванні рівнів кожної пари факторів. З графіків (рис. 4.4 – 4.7) по ізолініях двовимірних перерізів можна визначити поєднання рівнів розглянутих факторів, при екстремальному значенні параметра оптимізації ($Y = \min$).

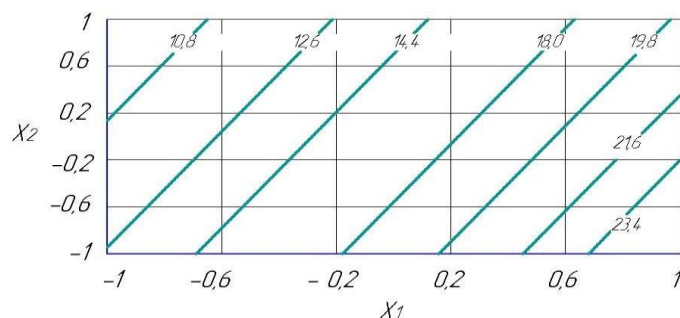


Рисунок 4.4 - Двовимірні перетини поверхні відгуку, що характеризують відхилення висаджених бульб від осі симетрії садильного апарата (осьової лінії рядка), від частоти обертання барабана садильного апарата X_1 і висоти падіння бульб X_2 .

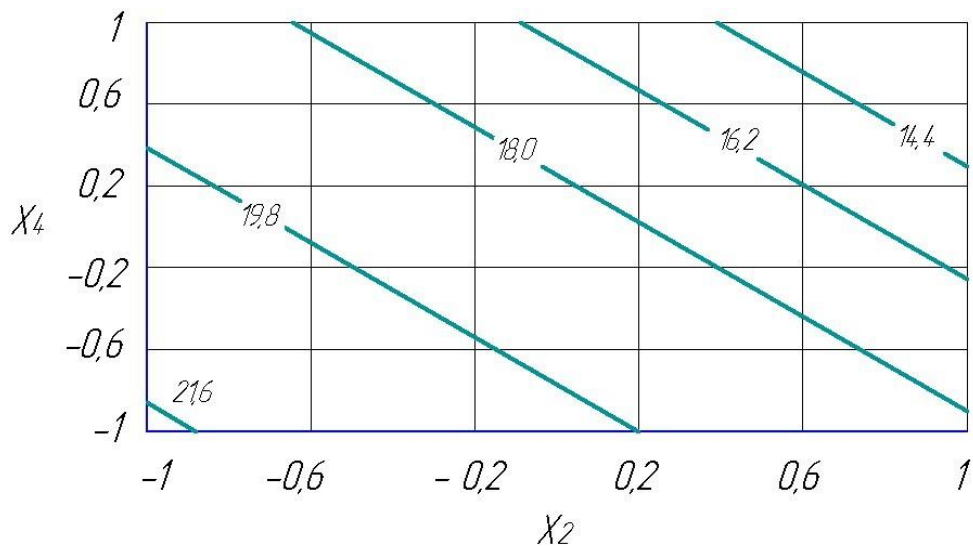


Рисунок 4.5 - Двовимірні перетини поверхні відгуку, що характеризують відхилення висаджених бульб від осі симетрії садильного апарата (осьової лінії рядка), від приведеного радіуса бульб X_4 і їх висоти падіння X_2 .

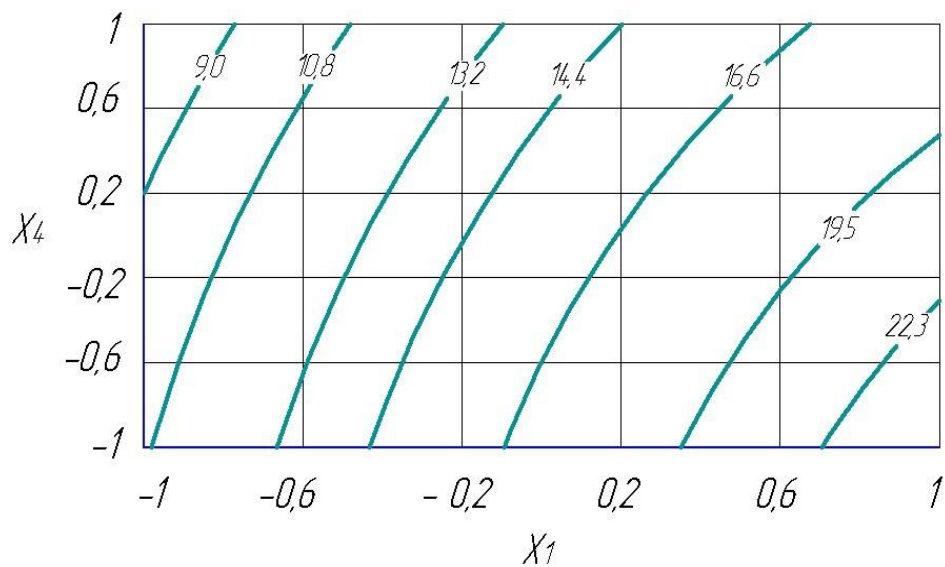


Рисунок 4.6 - Двовимірні перетини поверхні відгуку, що характеризують відхилення висаджених бульб від осі симетрії садильного апарата (осьової лінії рядка), від приведеного радіуса бульб X_4 і частоти обертання барабана садильного апарата X_1 .

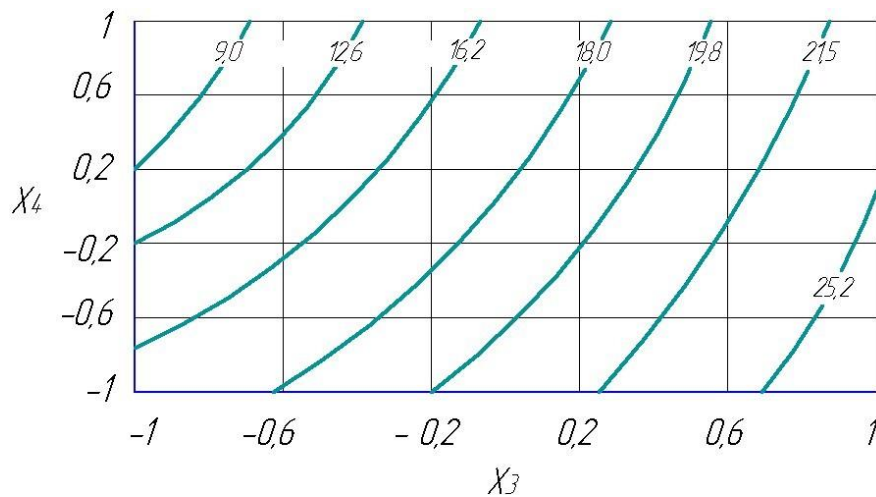


Рисунок 4.7 - Двовимірні перетини поверхні відгуку, що характеризують відхилення висаджених бульб від осі симетрії садильного апарата (осьової лінії рядка), від приведенного радіуса бульб X_4 і кута скидання бульб X_3 .

Таким чином, аналіз двовимірних перерізів показує:

- в координатах (4.4) $Y = f(n; H): n \in [-0,75; -1], H \in [0,1; 1];$
- в координатах (4.6) $Y = f(n; r): n \in [-0,75; -1], r \in [0,2; 1];$
- в координатах (4.5) $Y = f(H; r): H \in [0,9; 1], r \in [0,95; 1];$
- в координатах (4.7) $Y = f(\beta; r): \beta \in [-0,7; -1], r \in [0; 1].$

Накладенням одних на інші значень отриманих відрізків на числові осі, можна встановити поєднання оптимальних діапазонів значень факторів, при яких параметр оптимізації буде приймати своє екстремальне значення. Рациональний діапазон значень факторів: X_1 (частота обертання барабана садильного апарата) 2,02 ... 6,26 об/хв; фактор X_2 (висота падіння бульби) 0,6 ... 1 м; фактор X_3 (точка скидання бульб) $30^\circ \dots 45^\circ$; фактор X_4 (розмір бульби) 0,024 .. 0,029 м.

Оскільки математична модель містить тільки лінійні члени, то вона описує площину через це в нашому варіанті не можна точно визначити точку оптимуму. Тому двовимірні перерізи виділяють діапазони значень факторів, при яких критерій оптимізації прагне до мінімуму. Априорі ми знаємо, що відхилення Y має дорівнювати нулю (найбільш сприятливий випадок). Рівень

оптимальних значень математичної моделі знаходиться в межах: 0,009 ... 0,0144 м, при оптимальному поєднанні значень факторів, що належать виділеному діапазону.

За результатами проведеного експерименту можна зробити наступні висновки:

- найменший вплив на відхилення бульб від осі симетрії садильного апарата при посадці, чинить висота падіння бульб, тому з урахуванням результатів розділу 4.1, і з конструктивних міркувань, вважаємо за можливе зупинитися на нижньому рівні даного чинника $H = 0,6 \dots 0,7$ м;

- знайдений діапазон впливу розмірів бульб на параметр оптимізації показує, що бульби для посадки, досліджуваним садильним апаратом, за лінійними розмірами можуть будь якими;

- виділений діапазон частоти обертання висаджує апарату підтверджує вибір швидкості руху посадкового агрегату на зниженій передачі, що пов'язано з фізіологічними можливостями операторів. Тому приймаємо частоту обертання барабана садильного апарата 2,02 ... 3,3 об/хв;

- виходячи із двомірних перетинів поверхні відгуку діапазон зміни кута скидання бульб становить 30 ... 45 градусів. Це не відповідає конструктивним особливостям посадкової секції експериментальної картоплесаджалки. Конструктивні параметри машини і теоретичні дослідження показують, що кут скидання бульб повинен бути рівним 90 град. Підставивши це значення в рівняння математичної моделі (4.2) і залишаючи інші фактори у виділених інтервалах, в кодованих величинах, було встановлено, що параметр оптимізації приймає значення рівне $Y = 0,0193$ м. Ця величина укладається в допустимий діапазон поперечного відхилення від осі рядка $\pm 0,02$ м. Тому значення фактора кута скидання бульб прийняли 90 град.

4.4 Вплив факторів на переміщення бульб за час падіння

В даному дослідженні вивчався вплив режимів роботи і конструктивних параметрів садильного апарата на параметр переміщення бульб по горизонталі

від точки скидання за час падіння, на рівні дна борозни, без урахування відкочування бульб.

Дисперсійний аналіз виявив значний вплив на переміщення бульб по горизонталі від точки скидання всіх трьох розглянутих факторів: «А»- точки скидання бульб, «В» - частоти обертання барабана садильного апарата, «С» - висоти скидання бульб; взаємодії факторів «АВ» і «АС», а так само їх потрібної взаємодії АВС.

За проведеною оцінкою суттєвості (за НСР - найменшою суттєвою різницею) аналіз показав, що за фактором «А» більш істотний вплив чинить варіант 2 (90°), за фактором «В» - варіант 4 (10,49 об/хв), за фактором «С» - варіанти 3 (0,9 м) і 4 (1,0 м). За НСР часткових відмінностей головних ефектів і їх взаємодії встановлено, що найбільш істотно впливає фактор «А». Таким чином, виявлено найбільш сприятливий варіант кута скидання бульб $\beta = 90^\circ$ по головному фактору «А». Використовуючи дослідні дані для даного варіанту, проводився кореляційний і регресивний аналізи переміщення за частотою обертання і переміщення за висотою скидання.

На рис. 4.9 приведені схеми, які характеризують розсіювання бульб від точки скидання. Як видно із рис. 4.9. а) переміщення бульб при кутах скидання $\beta = 30^\circ$ і $\beta = 60^\circ$ здійснюється в протилежну сторону від нормальної, вертикальної траєкторії падіння (зона зі знаком «-»). Це пояснюється тим, що складова абсолютної швидкості падіння бульб - колова швидкість бульби, яка залежить від частоти обертання валу садильного апарату, настільки мала, що бульба здійснює вільне падіння, тільки під дією сили тяжіння. І визначальну роль у цьому русі надає кут нахилу перегородки до горизонталі. Явище «негативних зон» проявляється в більшій мірі для варіанту $\beta = 30^\circ$ при малих частотах обертання. Для варіанту $\beta = 30^\circ$ «негативна зона» виникає при діапазоні частот від 2,02 до 5,25 об/хв. Для варіанта $\beta = 60^\circ$ - в основному, тільки при обертах 2,02 об/в. Отже, зі зменшенням кута, що характеризує точку скидання, діапазон частот обертання, при яких виявляються «негативні зони», може збільшуватися.

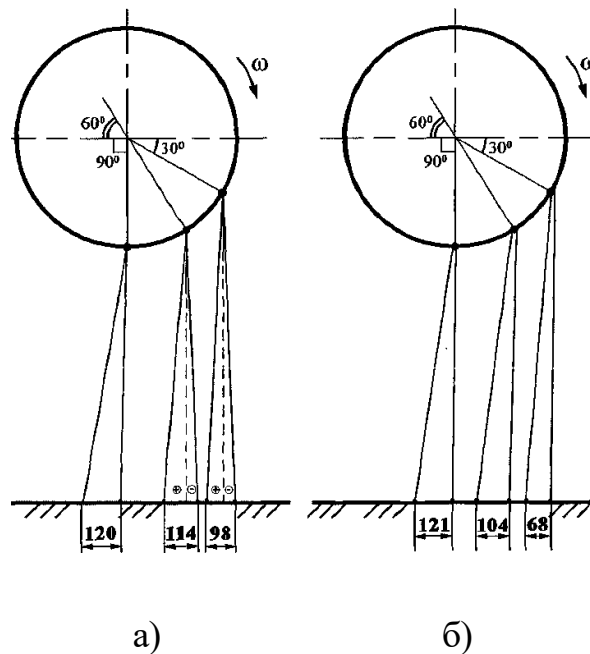


Рисунок 4.9 - Схема, що характеризує розсіювання бульб від точки скидання
 а) дослідні дані; б) теоретичні дані

Порівняльний аналіз теоретичних і експериментальних результатів дослідів показує, що експериментальні значення незначно розходяться з теоретичними при куті скидання бульб $\beta = 60$ і $\beta = 90$ град. Різниця між даними відповідно становить 0,8 і 9,6 %. Для варіанту $\beta = 30^\circ$ відхилення є суттєвим і становить 44 %. Крім того, переміщення бульб від точки скидання зростає зі збільшенням частоти обертання валу садильного апарату (як на практиці, так і в теорії). На кожній частоті обертання, зі збільшенням висоти падіння - переміщення також зростає (рис. 4.10 і 4.11). Графіки рис.4.10 і 4.11 показують, що зі збільшенням частоти обертання садильного барабана і висоти падіння бульб у всіх випадках спостерігається збільшення переміщення бульб. Переміщення бульб при кутах скидання 30° і 60° незначно відрізняються між собою, але значно відрізняються при куті скидання 90° .

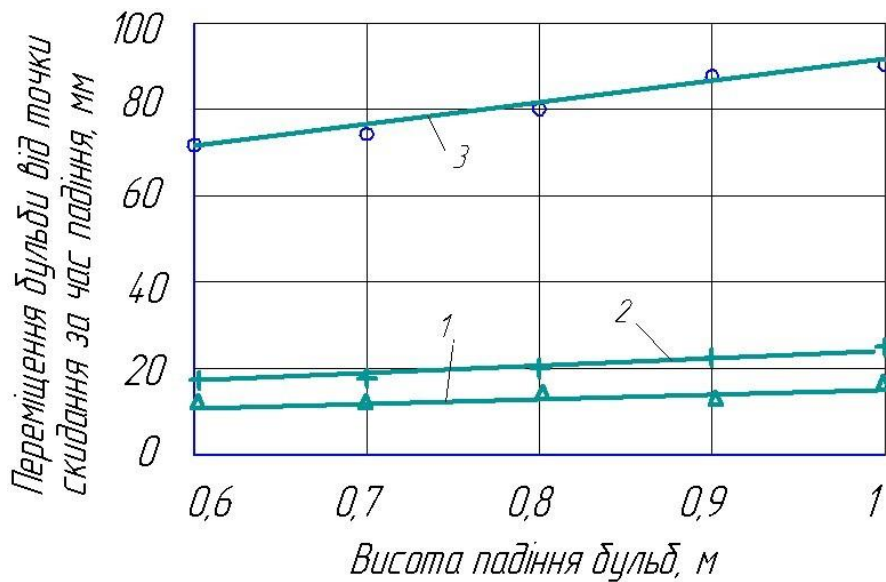


Рисунок 4.10- Графіки залежностей переміщення бульб від висоти їх падіння при куті скидання:

1- $\beta = 30$; 2- $\beta = 60$; 3- $\beta = 90$ град.

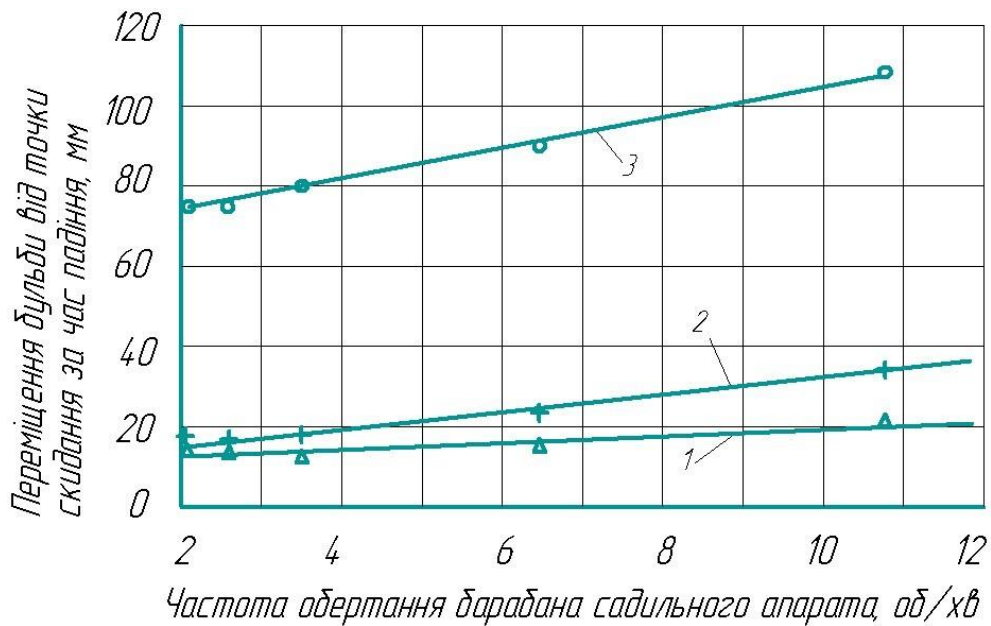


Рисунок 4.11- Залежності зміни переміщення бульб, за час їх падіння, від частоти обертання барабана садильного апарата при куті скидання:

1- $\beta = 30$; 2- $\beta = 60$; 3- $\beta = 90$ град.

Можливе розсіювання бульб садильним апаратом в кожному з варіантів кута скидання бульб 30, 60 і 90 град, враховувалося при компонуванні експериментального зразка напівавтоматичної картоплесаджалки.

Як показує аналіз досліджень точки скидання, що характеризуються кутами 30 і 60 град не зовсім зручні, з точки зору розташування сошника. Для цих випадків леміш повинен встановлюватися попереду відносно точки скидання, щоб бульби при посадці не викидалися апаратом перед сошником. Крім того, у нашому випадку на розташування сошників, крім розсіювання бульб садильним апаратом, впливає довжина гряділів культиватор. Оскільки їх довжина не дозволяє встановити сошник попереду зони розсіювання бульб при точках скидання 30 і 60 град ми прийняли виходячи з конструктивних особливостей посадкової секції, «негативних зон» та інших чинників варіантів кута скидання бульб 90°.

За проведеним експерименту можна зробити наступні висновки:

- лабораторні дослідження виявили довірчі зони розсіювання бульб при різних точках скидання. У варіантах кута скидання 30 і 60 град виявилися так звані «негативні зони» розсіювання бульб;

- виявлено істотний вплив варіанта кута скидання бульб $\beta = 90^\circ$ на переміщення їх від точки скидання без урахування їх розкочування (на рівні дна борозни);

- встановлено, що переміщення бульб зростає зі збільшенням частоти обертання садильного барабана при всіх розглянутих випадках кута скидання бульб; зі збільшенням висоти падіння спостерігається незначне збільшення переміщення бульб.

4.5 Результати лабораторно-польових дослідів

Лабораторно-польові дослідження експериментальної напівавтоматичної картоплесаджалки проводилися на посадці клонів картоплі на площі два гектари (ширина 100, довжина 200 м). Грунт: опідзолений чорнозем. Підготовка поля до садіння включала: зяблеву оранку; закриття вологи; суцільну весняну культивуацію; нарізка гребенів, з одночасним внесенням нітрофоски 2 ц/га.

Основним завданням виробничої перевірки було визначення показників якості роботи машини.

За даними фактичних відстаней між бульбами визначалися статистичні характеристики ряду: середнє арифметичне, дисперсія розподілу, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт рівномірності розкладки бульб у борозні. За результатами будували варіаційні криві розподілу бульб в борозні.

Обробка відстаней між висадженими бульбами в рядку експериментальною саджалкою дала наступні результати:

- середня арифметична відстань між бульбами $M = 26,23$ см;
- середньоквадратичне відхилення відстані (стандарт) $\sigma = 5,82$ см;
- коефіцієнт варіації $v = 22,2$ %;
- частка двійників $D = 0,25$ %;
- частка пропусків $\Pi = 1$ %;
- похибка посадки $K = 1,25$ %;
- коефіцієнт збереження відстаней між бульбами в рядку $r = 0,95$. На рис. 4.12 зображена варіаційна крива розподілу бульб в борозні.

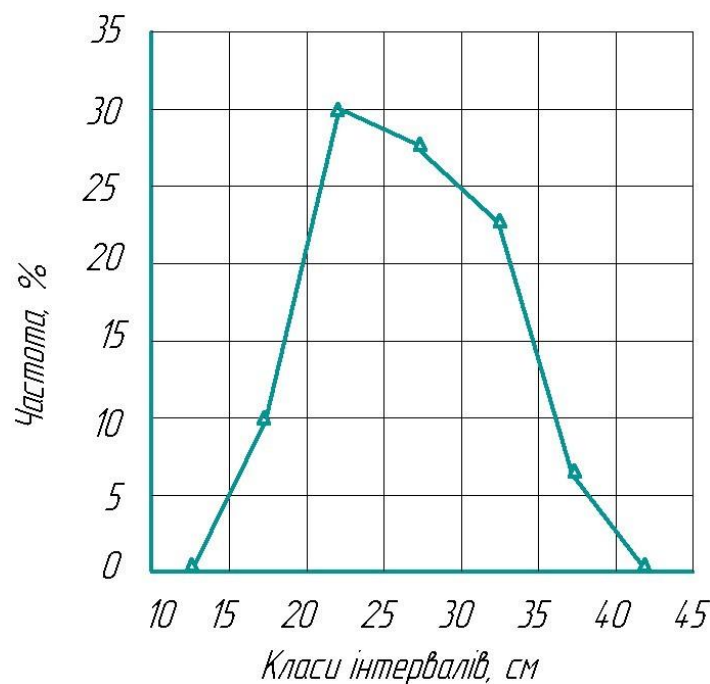


Рисунок 4.12 - Варіаційна крива розподілу інтервалів відстаней між бульбами в рядку за класами

Середнє арифметичне показника ширини основних міжрядь 89,8 см. Відсоток відхилення від середнього (± 2 см) склав 33,33 %. Середнє арифметичне

показника стикових міжрядь 94,1 см Відсоток відхилення від середнього (± 10 см) склав 100 %.

Висновки

1. Результати досліджень розподілу бульб на рівні дна борозни без урахування їх відкочування показали, що садильний апарат працює в межах агротехнічних вимог, забезпечуючи коефіцієнт рівномірності розкладки бульб 92 ...100 %.

2. Лабораторними експериментами підтверджена доцільність обладнання барабана садильного апарата V- подібними перегородками комірок, які забезпечують найбільш точне розташування бульб щодо осі симетрії апарату на рівні дна борозни.

3. Вивчення впливу факторів на переміщення бульб після їх скидання садильним барабаном показало, що при збільшенні частоти обертання валу садильного апарату і висоти падіння, переміщення збільшується. Причому 36 % мінливості переміщення бульб пов'язано зі зміною частоти, а 53 % - параметра висоти.

4. Проведеними багатofакторними експериментами встановлено наступні раціональні параметри і режими роботи садильного апарата. Частота обертання валу приводу садильного апарата не повинна перевищувати 3,06 об/хв; висота падіння бульб 0,6 .. .0,7 м; точка скидання бульб 90 °.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Робота з картоплесаджалкою вимагає дотримання чітких правил охорони праці для забезпечення безпеки працівника. Основні вимоги з охорони праці при роботі з картоплесаджалкою:

1. Одяг і особистий захист: носіть захисний одяг, включаючи захисні окуляри або маску, вушні протектори, рукавиці та відповідне взуття.

2. Інструкції та навчання: перед використанням картоплесаджалки ознайомтеся з інструкціями виробника та отримайте необхідне навчання з техніки безпеки.

3. Перевірка апарату: ретельно перевірте картоплесаджалку на наявність видимих дефектів та переконайтеся, що всі системи працюють належним чином перед початком роботи.

4. Безпечний монтаж та налаштування: встановіть та налаштуйте картоплесаджалку відповідно до інструкцій виробника та врахуйте правильність заточки та розташування інструментів.

5. Робоче середовище: перед роботою переконайтеся, що робоче середовище чисте, без заважаючих предметів, і забезпечуєте належну освіту та вентиляцію.

Використовуйте спеціальні інструменти або рукавички при видаленні обрізаних частин інструменту для запобігання пораненню. Під час роботи з картоплесаджалкою завжди будьте важливими та сконцентрованими, уникайте відволікань.

Ці вимоги повністю мінімізувати ризик травм і нещасних випадків при роботі з картоплесаджалкою. Дотримуйтеся цих правил безпеки та дотримуйтеся рекомендацій виробника, щоб забезпечити безпеку під час роботи з цим обладнанням.

Завжди вимикайте картоплесаджалку перед внесенням змін у налаштуваннях. Проводьте регулярне обслуговування картоплесаджалки відповідно до рекомендацій збереження виробника для її ефективності та безпеки. Завжди дотримуйтеся відстані до інших працівників та переконайтеся, що немає жодного поблизу, під час роботи з картоплесаджалкою. Розробіть план дій для цієї

реакції у разі аварії чи травми та повідомте іншим про нього.

Завжди маєте можливість швидко запитати допомогу, інформувати інших про своє місце розташування та стан безпеки. Уникайте виконання складних завдань або роботи з картоплесаджалкою при другому або зниженому розумінні. Знайдіть місце розташування першої допомоги, екстрених виходів та виходів з робочої зони. Відведіть час для перерви на відпочинок і обід, щоб підтримувати належний фізичний стан та концентрацію.

Зберігайте картоплесаджалку в сухому місці та за адекватних температурних умов для запобігання пошкодженням.

Дотримуйтесь інструкцій виробника, включаючи правила експлуатації, обслуговування та безпеки техніки. Ці вимоги з охорони праці при роботі з картоплесаджалкою ефективно забезпечити безпеку працівника та запобігти травмам та аваріям під час роботи з цим обладнанням.

Не завантажуйте картоплесаджалку занадто багато картоплі або інших матеріалів, щоб уникнути перевантаження та підвищити ризик аварії.

Нижче викладемо основні вимоги при роботі з модернізованою картоплесаджалкою:

Захист від шуму: Використовуйте засоби захисту від шуму, як такі навушники або вушні протектори, бо картоплесаджалка може виділяти значний рівень шуму.

План дій при виникненні аварії: Перед початком роботи розробіть план дій для негайної реакції в разі аварії чи травми.

Планування та оцінка ризиків: Перед роботою повністю плануйте процес, визначте можливості ризику та прийміть відповідні заходи для їх запобігання.

Постійне навчання: Регулярно оновлюйте свої знання щодо безпеки та підвищуйте кваліфікацію, особливо щодо нових методів та технологій.

Звітність та участь в інструкціях та нарадах з безпеки: Беріть участь в інструкціях з безпеки та нарадах із колегами для обміну досвідом та вирішення питань щодо безпеки.

Зберігання та догляд: Ретельно доглядайте за обладнанням, усуваючи будь-які дефекти чи пошкодження до роботи.

Використовується тільки при наявності навичок: Використовуйте картоплесаджалку лише тоді, коли у вас є відповідні навички та досвід, і не допускайте роботу осіб без відповідної підготовки.

Особиста відповідальність: Пам'ятайте, що безпека при роботі з картоплесаджалкою в першу чергу залежить від вас. Дотримуйтеся всіх правил та інструкцій, і не ризикуйте своєю безпекою.

Контроль за робочим часом: Регулюйте робочий час так, щоб уникнути втоми та зниження уваги, особливо при використанні картоплесаджалки.

Перевірка під час роботи: Під час роботи періодично перевіряйте стан картоплесаджалки, щоб вчасно виявити будь-які аномалії чи проблеми.

Стан робочої площадки: Перед початком роботи перевірте робочу площадку на предмет нерівностей, ями чи іншими небезпечними умовами, які можуть призвести до аварій.

Уникання неправильного використання: Користуйтеся картоплесаджалкою відповідно до її призначення, і не використовуйте її для інших завдань, які можуть призвести до небезпеки.

Звітність про нещасні випадки: Якщо сталася аварія або нещасний випадок, негайно повідомте про це відповідні служби та керівництво. Проводьте регулярну звітність про стан обладнання та процесів безпеки, спілкуйтеся з керівництвом і колегами щодо будь-яких проблем чи інцидентів.

Відповідність нормам та стандартам: Дотримуйтеся всіх дій безпеки норм, стандартів та правил, які стосуються роботи з картоплесаджалкою.

Взаємодія з іншими працівниками: Користуйтеся засобами комунікації та взаємодійте з іншими працівниками, уникайте конфліктів та непорозумінь, які можуть призвести до небезпеки.

Використання сигналізації та сигнальних знаків: Використовуйте сигналізацію та сигнальні знаки для попередження інших працівників про роботу з картоплесаджалкою та обмеження доступу до робочої зони.

Підтримка безпеки на робочому місці: Працівники повинні брати активну участь у підтримці безпеки на робочому місці, беручи участь у будь-яких порушеннях чи недоліках та беручи участь у заходах безпеки.

Ці додаткові вимоги та рекомендації спрямовані на забезпечення максимальної безпеки при роботі з картоплесаджалкою. Безпека завжди є на першому місці, і дотримання цих правил допоможе уникнути травм та аварій при роботі з цим обладнанням. Завжди пам'ятайте про важливість безпеки та дотримання всіх вимог та інструкцій.

Підтримуйте своє фізичне та психічне здоров'я на належному рівні для максимальної концентрації та безпеки при роботі. У разі нещасних випадків чи аварій проведіть аналіз для визначення причини та прийміть заходи для їх уникнення в майбутньому. Розробіть план дій для непередбачених ситуацій та невідомих обставин, щоб забезпечити безпеку в будь-яких умовах.

Висновки

Ці останні вимоги та рекомендації дозволяють уникнути нещасних випадків та забезпечити максимальний рівень безпеки при роботі з картоплесаджалкою. Безпека завжди є на першому місці, і зберігає всі ці правила та рекомендації, важливі для забезпечення безпеки працівників.

Нехай безпека завжди буде вашою перевагою, і дотримання цих правил та рекомендацій допоможе уникнути травм та нещасних випадків на робочому місці.

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Розрахунки по техніко-економічних показниках необхідні для порівняння еталонних і проектних результатів, щоб визначити термін окупності модернізованої машини та оцінити економічний ефект, що очікується від її впровадження.

Для визначення ефективності проекрованої моделі – приймаємо СН-4БМ з врахуванням більш поширених можливостей, а в якості базової моделі - технологію сівби, що складається з саджалки СН-4Б яка випускається заводом виробником.

Визначення вартісних витрат на розробку проводимо для умов степу України при проведенні технологічної операції посіву з метою поліпшення умов посіву люцерни на насіння.

Розрахунок економічної ефективності виконуємо з використанням методики ВИСХОМ.

Річний економічний ефект (E_p) визначається як різниця приведених витрат по варіантах згідно формули

$$E_p = [(C_{пв} + E_v \cdot K_{пв}) - (C_{пн} + E_n \cdot K_{пн}) + Д] \cdot Q_n, \quad (6.1)$$

де $C_{пв}$, $C_{пн}$ – питомі експлуатаційні витрати на одиницю продукції при вихідному і порівнюваному варіантах, грн.;

$K_{пв}$, $K_{пн}$ – питомі капітальні вкладення по тій же варіантам, грн.;

E_v , E_n – нормативні коефіцієнти ефективності капітальних вкладень;

$Д$ – додатковий чистий дохід за рахунок збільшення кількості продукції;

Q_n – річний обсяг роботи.

Для визначення економічної ефективності розробки визначаємо галузеву собівартість, а результати розрахунків розміщуємо в таблиці 6.1.

Вихідні дані до розрахунку:

P – чиста вага знаряддя, кг;

Π – коефіцієнт конструктивної складності в порівнянні із серійним знаряддям, $\Pi = 2$;

H – витрати на виробництво 1 кг чистої маси продукції, грн/кг;

K_M – коефіцієнт зміни витрат на виробництво, $K_M = 2$;

M – вартість 1 кг чистого матеріалу, що входить у знаряддя, грн/кг;

D – вартість витрат, зв'язаних із транспортними витратами, грн.

Таблиця 6.1 – Результати розрахунків галузевої собівартості агрегату

№п/п	ФОРМУЛА	РОЗРАХУНОК
1.	Галузева собівартість $C_o = P(P \cdot H \cdot K_M + M) + D$,	$C_o = 650 \cdot (2 \cdot 10 \cdot 2 + 15) + 1500 = 37250$ грн.
2.	Нижня межа ціни $C_{nn} = C_o + P_n$,	$C_{nn} = 37250 + 2607,5 = 39857,5$ грн.
3.	Нормативний прибуток $P_n = \frac{P_c \cdot C_o}{100}$,	$P_n = \frac{7 \cdot 37250}{100} = 2607,5$ грн
4.	Лімітна галузева ціна $C_{л} = C_{nn} \cdot B$,	$C_{л} = 39857,5 \cdot 1,05 = 41850,375$ грн.
B – коефіцієнт подорожчання, зв'язаний з підвищенням виробництва продукції через її несерійність, $B = 1,05$.		
Галузева ціна склала 41850,37 грн.		

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності приведені в таблиці 6.2. – техніко-економічна характеристика агрегатів

Результати вартісних розрахунків представлено таблиці 6.2, а порівняльні результати зводимо в таблицю 6.3. таблиця – техніко-економічних показників..

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	Позначення	Розмірність	Проектована модель	Базова модель
1	2	3	5	6
Марки трактора.	-	-	МТЗ-82	МТЗ-82
Оптова ціна трактора.	B_m	грн.	160000	160000
Марка с.г. машини.	-	-	СН-4Б	СН-4БМ
Ціна с.г. машини.	B_m	грн.	41850,37	40500
Продуктивність.	W_c	га/год.	1,3	1,5

Нормативне завантаження:				
- трактора;	T_{zm}	дні	250	250
- с.г. машини.	T_{zm}	дні	30	15
Кількість обслуговуючого персоналу.	n	люд.	1	1
Тарифна ставка тракториста.	f_m	грн./год.	50	50
Відрахування по тракторі:				
- реновацію;	Q_{pm}	%	24,5	24,5
- ремонт і ТО.	Q_{km}	%	22	22
Відрахування по с.г. машині:				
- реновацію;	Q_{pm}	%	14,2	14,2
- ремонт і ТО.	Q_{km}	%	16	16
Ціна 1 кг палива.	Π	грн.	60	60

Розрахунок вартісних витрат виконуємо з використанням залежностей:

- заробітна платня механізатора:

$$Z_n = \frac{f_m}{W_q} \cdot T_{zm} \quad (6.2)$$

- відрахування на ремонт і амортизацію по трактору:

$$S_{om} = \frac{1,1B_m \cdot (Q_{pm} + Q_{km})}{100 \cdot T_{zm} \cdot W_q} \quad (6.3)$$

- відрахування на ремонт і амортизацію по сільськогосподарському знаряддю:

$$S_{om} = \frac{1,1B_m \cdot (Q_{pm} + Q_{km})}{100 \cdot T_{zm} \cdot W_q} \quad (6.4)$$

- вартість палива:

$$G_m = \Pi_m \cdot g_m \quad (6.5)$$

- разом витрати:

$$I = Z_n + S_{om} + S_{om} + G_m \quad (6.6)$$

- питомі капітальні витрати:

$$S_y = \frac{1,1B_m}{W_q \cdot T_{zm}} + \frac{1,1B_m}{W_q \cdot T_{zm}} \quad (6.7)$$

$$E_p = [(299,85 + 0,15 \cdot 775,1) - (208,39 + 0,15 \cdot 472,26) + 15] \cdot 100 \cdot 4,74 = 71993,49 \text{ грн.}$$

Строк окупності визначаємо по формулі:

$$T_K = \frac{Ц_G}{E_p}, \quad (6.8)$$

$$T_K = 41850,4/71993,5 = 0,6 \text{ року}$$

Таблиця 6.3 – Техніко-економічні показники роботи сівалки

Показники	Одиниці виміру	Базова машина	Проектована машина
Витрати на техніку	грн.	40500	41850,37
Заробітна плата	грн./га	3,16	3,16
Витрати по тракторі	грн./га	69,06	69,06
Витрати по с. г. машині	грн./га	189,23	97,77
Витрати на ПММ	грн./га	38,4	38,4
Разом витрат	грн./га	299,85	208,39
Питомі капітальні витрати	грн./га	778,1	472,26
Річний економічний ефект	грн.	–	71993,5
Строк окупності	років	–	0,6

Висновки

Показники економічної ефективності застосування сівалки приведені в таблиці 6.3. Так річний економічний ефект від упровадження з врахуванням додаткового чистого доходу за рахунок збільшення кількості продукції склав 71993,5 грн., а окупиться розробка за 0,6 року. Виходячи з цих даних можна зробити висновок, що експлуатація економічно доцільна.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Аналіз вивчення різних пристроїв, що відносяться до садіння картоплі, а також класифікація садильних апаратів дозволили визначити, що найбільш перспективною з напівавтоматичних саджалок для садіння пророщених бульб і клонів картоплі є саджалка з вертикально розташованим комірково-барабанним садильним апаратом.

2. Розроблено конструкцію напівавтоматичної картоплесаджалки з садильним апаратом комірково-барабанного типу, що забезпечує садіння пророщених бульб і клонів картоплі в первинному насінництві.

3. Теоретичними дослідженнями:

- встановлено граничну частоту обертання коміркового барабана садильного апарата;

- встановлена залежність загального переміщення бульби по горизонталі на рівні дна борозни;

- визначена найвигідніша точка скидання бульб садильним.

4. Розроблено модель садіння бульб картоплі напівавтоматичною картоплесаджалкою, що дозволяє на стадії проектування саджалки оцінити якість розкладки бульб по дну борозни.

5. Експериментальні дослідження дозволили встановити:

- застосування V- подібних перегородок комірок барабана садильного апарата забезпечує найбільш точне розташування бульб щодо осі симетрії рядка на рівні дна борозни;

- переміщення бульб по дну борозни збільшується при збільшенні частоти обертання валу садильного апарата і висоти падіння бульб. Причому 36 % мінливості переміщення бульб пов'язано зі зміною частоти обертання, а 53 % - зі зміною висоти падіння бульб;

- проведеними багатофакторними експериментами встановлено наступні раціональні параметри картоплесаджалки. Частота обертання валу садильного апарата не повинна перевищувати 3,0 об/хв; висота падіння бульб 0,6 м; точка скидання 90° і розмірна фракція бульб 0,024 ... 0,029 м.

6. Лабораторно-польовими дослідженнями встановлено, що при середньому кроці садіння бульб 26,2 см: середньоквадратичне відхилення кроку становить 5,82 см, коефіцієнт варіації 22,2 %, частка двійників 0,25 %, частка пропусків 1 %; похибка посадки 1,25 %, коефіцієнт збереження відстаней між бульбами в рядку 0,95, коефіцієнт рівномірності розкладки бульб у борозні $K_p = 62$ %, що відповідає агротехнічним вимогам.

7. Приведені основні вимоги з охорони праці та захисту в надзвичайних ситуаціях на модернізованій машині

8. Розрахована економічна ефективність від впровадження, що становить 71993,5, а окупиться розробка за 0,6 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Выращивание элиты картофеля на безвирусной основе (опыт Карабалыкской с/х опытной станции). Под ред. А.И. Вострикова. – Алма Ата:, 1973. -12 с.
2. Трофимец Л.Н. и др. Развитие безвирусного семеноводства картофеля // Селекция и семеноводство. - 1990. №4. - С. 44-49.
3. Тимофеев А.И., Зернов В.Н. Механизация посадки картофеля в селекционно-семеноводческих питомниках // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1983. №.7. - С. 19-23.
4. Ван дер Заг Д.Е. Выращивание картофеля в Голландии. - Вагенинген: ЦНИИСХ, 1999. - 80 с.
5. Кистанов Е.И., Ошурков М.В. Машина для посадки клонов // Картофель и овощи. - 2001. №2. - С. 14-15.
6. Кузнецов А.Г, Выбор технологии зависит от конкретных условий // Картофель и овощи. - 2001. №5 . - С.29-30.
7. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів та автомобілів / І.І Водяник. – К.: Урожай, 1994. – 224 с.
8. Войтюк Д. Г. Оптимизация комплексов машин и структуры МТП с применением ЭВМ / Д. Г. Войтюк, И. И. Мельник, В. Д. Гречкосей. – К. : УСХА, 1986. – 62 с.
9. Довідник агронома / Упоряд. В. А. Конюх та. : За ред. Л. Л. Зіневича. – К. : Урожай, 1990. – 672 с.
10. Економічний довідник аграрника. В.І. Дробот, Г.І. Зуб, М.П. Кононенко та ін. / За ред. Ю.Я. Лузана, П.Т. Каблука. – К.: „Преса України”, 2003.– 800с
11. Кобець А.С. Ґрунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок: монографія / А.С. Кобець, Б.А. Волик, А.М. Пугач. – Дніпропетровськ: «Свидлер А.Л.», 2011. – 140 с.
12. Куценко А. М. Агроекологія / А. М. Куценко, В. М. Писаренко, О. І. Ющенко. – К. : Урожай, 1995. – 256 с.

13. Лехман С. Д. Запобігання аварійності та травматизму у сільському господарстві / С. Д. Лехман, В. І. Рубльов, Б. І. Рябцев. – К.: Урожай, 1993. – 272 с.
14. Луценков В.Л. Критерії оцінки виробничих небезпек / Луценков В.Л., Бутко Д.А., Воїнов М.Т. – Сімферополь: Бізнес-Інформ, 1996. – 224 с.
15. Машиновикористання в землеробстві. За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
16. Павліський В.М. Проектування технологічних систем рослинництва / В.М. Павліський, Ю.П. Нагірний, І.І. Мельник. – Тернопіль: Збруч, 2003. – 264 с.
17. Практикум із Машиновикористання в рослинництві: Навч. Посібник / За ред. Мельника. – К.: Кондор. – 2004. – 284 с.
18. Справочник по эксплуатации машинотракторного парка. – В.Е. Ильченко, П.И. Карасев, А.С. Лимонт, О.В. Макаров и др. – К.: урожай, 1987. – 368 с.
19. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів та автомобілів / І.І. Водяник. – К.: Урожай, 1994. – 224 с.
20. Войтюк Д. Г. Оптимизация комплексов машин и структуры МТП с применением ЭВМ / Д. Г. Войтюк, И. И. Мельник, В. Д. Гречкосей. – К. : УСХА, 1986. – 62 с.

ДОДАТКИ