

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ГУМЕНЮК ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 631.33

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИНИ
ДЛЯ ПОСАДКИ РОЗСАДИ КАПУСТИ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Гуменюк О.О.

Керівник роботи
Дерев'янка Д.А.
д.т.н., професор

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Гуменюк Олександр Олександрович. Оптимізація параметрів робочих органів машини для посадки розсади капусти. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В кваліфікаційній роботі на підставі запропонованої функціонально-морфологічної моделі машини розроблено схему машини для посадки розсади із застосуванням розподільно-висаджувального апарату.

Встановлено діапазони основних параметрів розподільно-висаджувального апарату та режимів його функціонування: швидкість розподільно-висаджувального апарату $V_{РВА}$ від 0,23 до 0,74 м/с, відстань від центру борозни до початку відкриття днища склянки τ від 0,28 до 0,129 м падіння розсади $V_{ПАДрас}$ від 2,01 до 2,84 м/с. При силі пружності пружини $F_{упр}$ від 1,5 до 1,7 Н і вугіллі нахилу днища склянки $\alpha = 30^0$ розраховані параметри пружини: діаметр пружини за середньою лінією витків $D_{п}=0,005$ м, діаметр дроту пружини $d_{п}=0,0008$ м, число витків $n=13$.

Отримано залежність процесу посадки розсади за якісною характеристикою – найменшого кута посадки $\gamma = 5^0$ при наступних раціональних значеннях: швидкість машини для посадки розсади $V_{м} = 0,55$ м/с, глибина посадки розсади $l = 0,054$ м, висота вільного $h = 0,09$ м-коду.

Внаслідок випробувань швидкість машини для посадки розсади була в діапазоні $V_{м}$ від 0,28 до 0,83 м/с, крок посадки 0,5 м, ширина міжряддя 0,6 м, кут посадки розсади становив не більше 5^0 .

Ключові слова: посадка, розсада, розподільно-висаджувальний апарат, параметри, капуста.

ANNOTATION

Oleksandr Oleksandrovykh Humeniuk. Optimization of parameters of working bodies of a machine for planting cabbage seedlings. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

In the qualification work, on the basis of the proposed functional and morphological model of the machine, a scheme of a machine for planting seedlings using a distributor-planting apparatus was developed.

The ranges of the main parameters of the distributing and planting apparatus and its operating modes were established: the speed of the distributing and planting apparatus VPVA from 0.23 to 0.74 m/s, the distance from the center of the furrow to the beginning of the opening of the bottom of the glass τ from 0.28 to 0.129 m, the fall of seedlings VPADras from 2.01 to 2.84 m/s. At the spring elasticity F_{upr} from 1.5 to 1.7 N and the angle of inclination of the bottom of the glass $\alpha = 300$, the following spring parameters were calculated: spring diameter along the middle line of turns $D_p = 0.005$ m, spring wire diameter $d_p = 0.0008$ m, number of turns $n = 13$.

The dependence of the process of planting seedlings on the qualitative characteristic - the smallest planting angle $\gamma = 50$ at the following rational values: speed of the seedling planting machine $V_m = 0.55$ m/s, seedling planting depth $l = 0.054$ m, free height $h = 0.09$ m.

As a result of the tests, the speed of the seedling planting machine was in the range of V_m from 0.28 to 0.83 m/s, the planting step was 0.5 m, the row spacing was 0.6 m, and the seedling planting angle was no more than 50.

Keywords: planting, seedlings, distributing and planting machine, parameters, cabbage.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МАШИН ДЛЯ ПОСАДКИ РОЗСАДИ КАПУСТИ.....	9
РОЗДІЛ 2. СХЕМА МАШИНИ ДЛЯ ПОСАДКИ РОЗСАДИ ТА ОБІРУНТУВАННЯ ЇЇ ПАРАМЕТРИ.....	25
РОЗДІЛ 3. ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОЕКТУВАННЯ.....	39
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45

ВСТУП

Актуальність дослідження. Головну роль підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції грає рослинництво. При цьому поряд із впровадженням прогресивних систем землеробства, нових сортів та гібридів сільськогосподарських культур важливе місце займає вдосконалення механізованих технологій і систем машин, що забезпечують якісне та своєчасне виконання польових робіт, скорочення втрат урожаю, підвищення родючості ґрунту та зниження негативних екологічних наслідків.

Нові механізовані технології, що забезпечують стійке підвищення продуктивності праці в сільському господарстві, а також зниження витрат енерго- та металомісткості є сутністю науково-технічного прогресу.

Капуста вирощується практично у всіх регіонах країни, придатних для рослинництва. Протягом багатьох років капуста білокачанна була однією з найприбутковіших сільськогосподарських культур у господарствах. Середня врожайність її країною сягає 300...320 ц/га. Витрати праці вирощування і збирання становлять 450...650 люд.-год на 1 га, додатково, на обробіток розсади – 70...180 люд.-год на 1 га.

На підтримку розвитку овочівництва Уряд та регіональні органи влади розробляють цільові програми. Однією з діючих програм є «Державна програма розвитку сільського господарства та регулювання ринків сільськогосподарської продукції, сировини та продовольства» та діюча на її основі підпрограма «Розвиток овочівництва відкритого та захищеного ґрунту та насінневого картоплярства». Цілями підпрограми є: забезпечення сталого виробництва насінневої картоплі, овочів відкритого та захищеного ґрунту в сільськогосподарських організаціях, селянських (фермерських) господарствах, включаючи індивідуальних підприємців; підвищення конкурентоспроможності вироблених картоплі та овочів на внутрішньому та зовнішньому ринках,

підвищення імпортозаміщення овочів захищеного ґрунту. Вищезгадані підпрограми спрямовані на вирішення наступних завдань:

1. Збільшення виробництва у сільськогосподарських організаціях, селянських (фермерських) господарствах, включаючи індивідуальних підприємців, насінневої картоплі, овочів відкритого та захищеного ґрунту;

2. Підвищення врожайності картоплі, овочів відкритого та захищеного ґрунту в сільськогосподарських організаціях, селянських (фермерських) господарствах, включаючи індивідуальних підприємців, за рахунок застосування сучасних технологій.

Найважливішу роль у виробництві капусти грає процес посадки розсади на полі, оскільки у період часу рослина проходить найважливіші стадії вегетації. У минулому столітті посадка розсади у полі була повністю механізована у великих господарствах, що дозволило підвищити продуктивність праці у 2,0...2,6 рази. В даний час в країнах СНД машини для посадки розсади овочевих культур серійно не випускаються, а в господарствах найчастіше використовують застарілі розсадосадильні машини, термін експлуатації яких становить 10 років і більше. Аналіз результатів випробувань, виробничих перевірок та досвіду експлуатації машин, які застосовуються в даний час при посадці розсади, показує, що вони мають низькі техніко-експлуатаційні показники.

Конструкції посадкових апаратів вітчизняних та зарубіжних машин нездатні працювати без застосування ручного вкладання розсади на один ряд одним оператором, що є додатковим фактором, що обмежує їхню продуктивність.

Існуючі конструкції автоматичних посадкових апаратів дозволяють лише опосередковано зменшити витрати ручної праці, оскільки перетворюють процес вкладання розсади в розсадоутримувачі посадкового апарату на технологічний процес зарядки касет і різноманітних накопичувачів.

Таким чином, дослідження, спрямоване на підвищення ефективності процесу посадки розсади за рахунок обґрунтування параметрів та режимів

функціонування розподільно-висаджувального апарату машини для посадки розсади, є актуальним.

Ступінь розробленості теми. Питаннями вивчення машин, обладнання та процесу посадки сільськогосподарських культур займалися: М.І. Чубарін, А.А. Черняк, Ш.М. Григорян, В.Ф. Новожилов, В.М. Кузін, Б.А. Шульженко, Ю.Ф. Скідан, Л.А. Саакян, А.М. Медведєв, В.П. Скороходова, В.С. Нестяк, В.Г. Захарченко, В.Ф. Мун, Г.В. Попов, О.М. Кухарєв, С.Л. Демшин, Г.Є. Шардіна, Н.Г. Касімов та інші.

Відзначаючи досить високий рівень розробленості теми кваліфікаційної роботи, слід констатувати малу вивченість питань ефективного функціонування машин для посадки розсади із застосуванням розподільно-висаджувального апарату.

Метою дослідження є вдосконалення технологічного процесу посадки розсади капусти обґрунтуванням параметрів і режимів роботи розподільно-висівного апарату.

Для реалізації поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі **завдання**:

- проаналізувати існуючі машини для посадки розсади капусти;
- обґрунтувати та розробити конструкцію розподільно-висаджувального апарату машини для посадки розсади капусти.

Об'єкт дослідження: параметри та режими функціонування машини для посадки розсади капусти.

Предмет дослідження: параметри та режими функціонування розподільно-висаджувального апарату машини для посадки розсади, їх взаємозв'язок із розміромасовою характеристикою розсади капусти.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Дерев'янюк Д. А., Гуменюк О.О. Аналіз конструкцій посадкових апаратів машин для посадки розсади капусти. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та*

енергетики. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 49-52.

2. Дерев'янюк Д.А., Гуменюк О.О. Схема машини для посадки розсади та обґрунтування її параметрів. *Збірник матеріалів ІХ Міжнародної науково-практичної конференції „Інноваційні технології в АПК”*. 7-8 червня 2023 року, м. Луцьк. С.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для підприємств АПК представляє конструкція машини для посадки розсади капусти із застосуванням розподільно-висаджувального апарату.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 17 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 46 сторінок комп'ютерного тексту, містить 30 рисунків та 2 таблиці.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МАШИН ДЛЯ ПОСАДКИ РОЗСАДИ КАПУСТИ

Машини для посадки розсади, що спочатку називалися пересадочними або посадковими машинами, з'явилися в 1910 р. За дорученням Бюро з сільськогосподарської механіки в 1911 р. одна з таких машин, виготовлена в Америці і призначена для посадки розсади бавовнику, капусти та інших рослин, що висаджуються на значному рівні. відстані один від одного, була випробувана в розпліднику Десятово Харківської області на посадці томатів та капусти.

Вітчизняні машини для посадки розсади були створені та випробувані лише у 30-х роках минулого сторіччя. Випробовувалися напівавтоматичні та автоматичні машини для посадки розсади. У напівавтоматичній машині захоплення посадкового апарату розсаду подавали оператори. Автоматичною називалася машина, що мала посадковий апарат, у захоплення якого розсада подавалася без участі людини. Найпростіша машина не мала посадкового апарату, оператор подавав розсаду в борозну, що відкривається сошником.

Дослідженням кінематики та динаміки робочих органів розсадопосадочних машин займався Саакян Л.А. Він зазначає, що посадкові апарати ланцюговоконвеєрного типу дещо складніше по конструкції, але при цьому вони здатні чіткіше витримувати крок посадки, посаджена ж розсада має менше відхилення від вертикалі.

Шульженко Б.А. працював над створенням касетної рассадопосадочной машини, здатної працювати без участі оператора, а вирощування розсади проводити відразу в пористій касеті, тим самим підвищуючи продуктивність процесу посадки та приживання розсади.

Конструкція машини для посадки розсади, що працює без оператора, з подачею розсади в борозну по похилому лотку, була розроблена Скороходовою

В.П. Запропоноване конструкційне рішення здатне підвищити продуктивність всього процесу посадки.

Мун В.Ф. розробив конструкцію накопичувача, в який оператор безперервно вкладає розсаду, а вона переміщається між двома стрічками до місця вкладання в захоплення.

Виконаний огляд напрямів досліджень машин для посадки розсади вказує на те, що відповідно до сучасних реалій існує необхідність у подальшому вдосконаленні таких машин з метою підвищення ефективності технологічного процесу посадки розсади.

Для виявлення напрямку вдосконалення машин для посадки розсади необхідно здійснити аналіз існуючих машин.

Машини для посадки розсади поділяють на найпростіші (ручні), напівавтоматичні та автоматичні.

Ручні машини в даний час використовуються в селянсько-фермерських та особистих підсобних господарствах із невеликою кількістю посадкового матеріалу. При їх використанні дуже впливає людський фактор, через необхідність ретельного контролю всіх параметрів посадки з одночасним рухом оператора і машини. Конструктивне виконання (рис. 1.1) та принцип роботи машин даного класу однотипні. Під час руху машини, або оператора з навішаною на нього машиною, оператор переміщає рослину в розсадопровід і лункокопичувач. Рослина під впливом сили тяжкості опускається на дно борозни. Ущільнення ґрунту відбувається під впливом лиж при натисканні на них ногою оператора. Кут та крок посадки оператор визначає візуально.

Одна з найпоширеніших ручних розсадопосадочних машин показана на рисунку 1.2.

Машина складається з рами, посадкової труби з клапаном, що відкривається, ручок, прикочувального механізму, касетоутримувача. Ця машина досить зручна, але лише в умовах невеликих особистих підсобних господарств із спрямованою діяльністю на вирощування овочів відкритого ґрунту.

Ручні розсадосадильні машини характеризуються низькою продуктивністю, високими вимогами до підготовки поля.

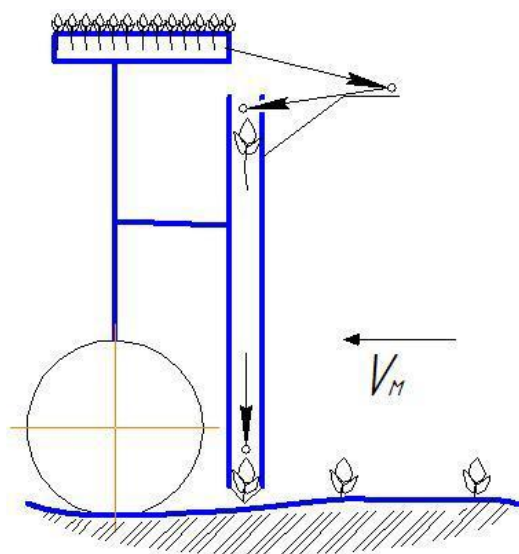


Рис. 1.1. Схема ручних машин для посадки розсади



Рис. 1.2. Ручна машина РРМ-1

Напівавтоматичні розсадосадильні машини. В даний час машини такого типу найбільш поширені як у нас, так і в усьому світі. Вони досить зручні для посадки будь-якої розсади, а багато уніфіковані для висадки саджанців дерев. Ці машини можна використовувати практично на будь-якому полі. На сьогоднішній день у конструкції таких машин найчастіше зустрічаються три типи посадочних апаратів: ротаційний (дисковий), вертикальний і горизонтальний, також званий револьверним за рахунок особливостей конструкції.

Процес посадки розсади для всіх напівавтоматичних машин однаковий і полягає в наступному: під час руху машини сошники відкривають землю

щільну; оператор вкладає по одній рослині в посадкові склянки або захоплення посадкового апарату; склянки (захоплення) транспортують розсаду до місця висадки; ґрунт, під впливом котків, що прикочують, обволікає кореневу систему і ущільнюється.

Схема розсадопосадочних машин з ротаційним посадковим апаратом представлена рисунком 1.3.

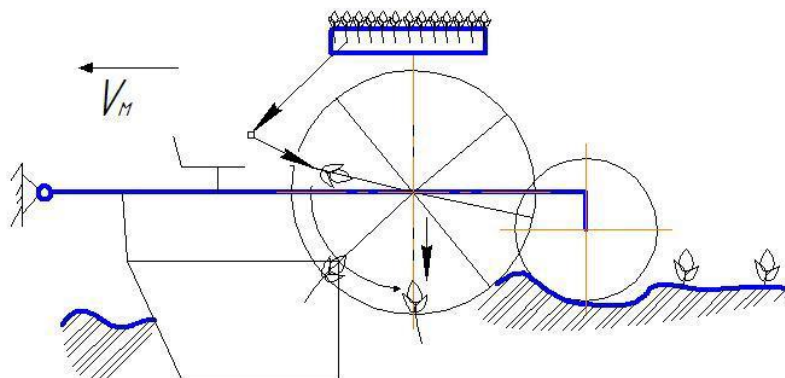


Рис. 1.3. Схема машин із ротаційним посадковим апаратом

Однією з найбільш поширених на території СРСР була розсадосадильна машина СКН-6. Це навісна чотирирядна машина досі застосовується на великих ділянках спеціалізованих господарств. Вона агрегується з тракторами МТЗ «Білорусь» та має дисковий посадковий апарат, рис. 1.4.

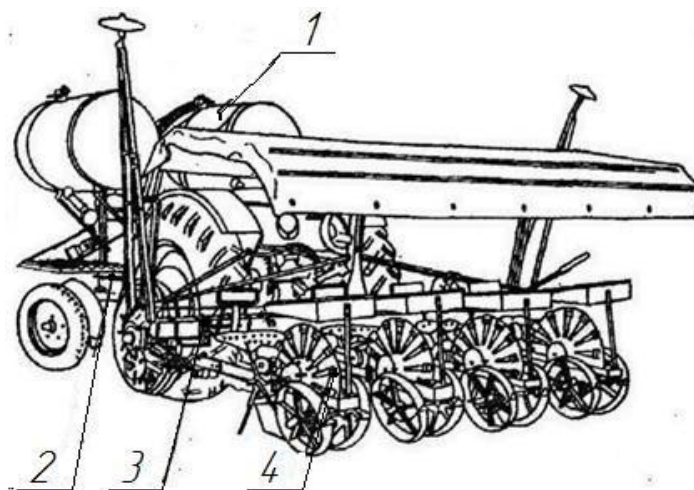


Рис. 1.4. Машина СКН-6: 1 – поливна система машини, 2 – стелажі для ящиків з розсадою, 3 – рама, 4 – розсадопосадкова секція

Розсадопосадочна машина СКН - 6 складається з робочої частини, допоміжного обладнання та пристроїв, що забезпечують посадку розсади горщика і нарізку поливних борозен за квадратною схемою посадки. Робоча частина машини – рама з трансмісією, опорно-привідні колеса, посадкові секції, маркери, тент та його кріплення.

До сучасних моделей можна віднести розсадопосадочну машину МРП-2 білоруського виробника фірми «Техмаш» (рис.1.5). Вона є машиною з вертикальними висаджуючими елементами в ротаційному посадковому апараті, і дозволяє проводити висадку розсади з касет з циліндричною, конічною і квадратною формою осередків.



Рис. 1.5. Розсадосадильна машина МРП-2

Машина містить дві посадкові секції. При цьому кожна секція обладнана двома зубчастими колесами, між якими закріплені елементи, що висаджують. На кожен посадкову секцію необхідно виділяти одного оператора.

Розсадосадильні машини з горизонтальним посадковим апаратом широко застосовуються на великих площах у великих господарствах. Схема машин такого типу наведено рисунок 1.6.

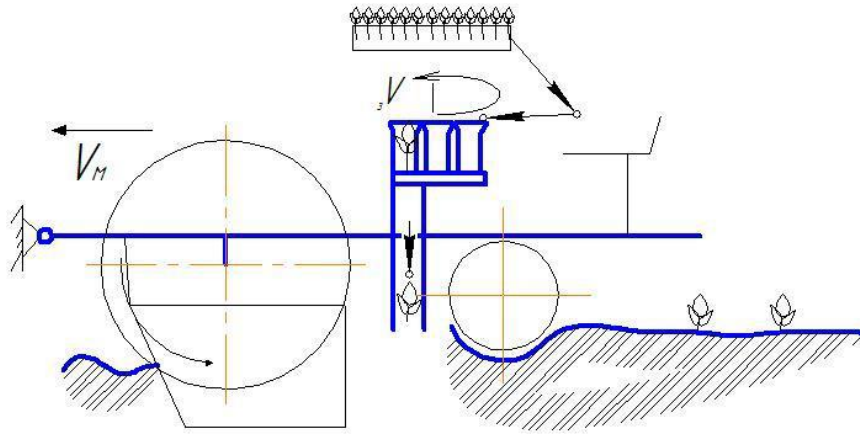


Рис. 1.6. Схема машин із горизонтальним (револьверним) посадковим апаратом

Розсадосадильні машини з горизонтальним типом висаджувального апарату мають досить високу продуктивність, але при цьому опускання розсади на дно рядки (борозни) відбувається за рахунок неконтрольованого вільного падіння по розсадопроводу.

Одним з основних представників машин з таким типом посадкового апарату є машина фірми Hortech-PRACTICA DUO, представлена на рисунку 1.7.



Рис. 1.7. Машина Hortech-PRACTICA DUO

Для подальшого дослідження найбільш цікавими частинами машини є: апарат револьверного типу, що висаджує, з приймальним пристроєм овальної форми і дванадцятьма стаканчиками, що переміщуються різноспрямовано, забезпечуючи подачу розсади на два ряди. У машинах такого типу вертикальне переміщення розсади від склянок до сошника відбувається за рахунок вільного

падіння розсади. У приймальній пристрої дванадцять склянок рухаються один за одним, послідовно доставляючи розсаду на правий і лівий рядки.

В даний час ринок все більше завойовують напівавтоматичні розсадосадильні машини з ланцюговим посадковим апаратом. Загальна схема наведена на рисунку 1.8.

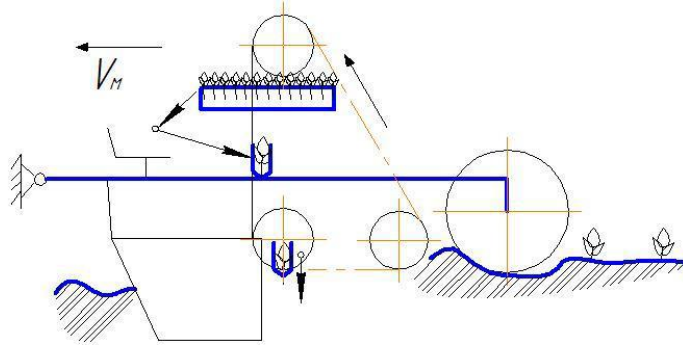


Рис. 1.8. Схема машин із ланцюговим посадковим апаратом

Вертикальний тип посадкового апарату характеризує машину для посадки розсади як машину з дбайливим процесом посадки. Однак це досягається за рахунок того, що відбувається ускладнення конструкції посадкового механізму і виникає необхідність у додаткових, індивідуальних деталях та агрегатах.

Перевагою ланцюгових посадочних апаратів є те, що крок посадки можна регулювати з невеликими інтервалами, рівними довжині ланки ланцюга.

Однією з представників машин цього класу є машина фірми Hortech-DUE Manual рис.1.9.



Рис. 1.9. Машина для посадки розсади Hortech-DUE Manual

Машина містить кілька блоків, що висаджують, вертикального типу. При цьому кожен блок включає ланцюжковий транспортер, вертикальні висаджуючі елементи зі склянками, розташованими на внутрішній рамі. До складу кожного висаджуючого блоку входить індивідуальний привід, транспортер і вертикальні елементи, що висаджують. При цьому на кожен блок, що висаджує, при міжрядді 70 см і більше необхідно виділяти одного оператора.

Автоматичні машини. Дослідження багатьох авторів присвячені розсадопосадильних машин, в яких людський фактор і праця в робочому процесі зведені до мінімуму.

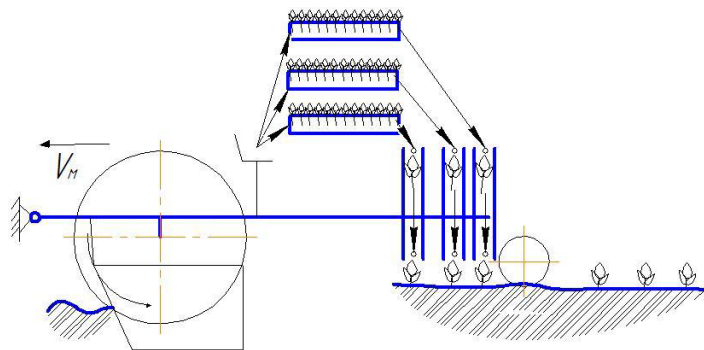


Рис. 1.10. Схема автоматичних розсадопосадочних машин

Основною особливістю даного типу машин є здатність подачі рослин у ґрунт або посадковий апарат без участі людини.

Автоматичні машини вирізняються високою продуктивністю, технологічністю. Витрати праці таких машин мінімальні, а якість та точність висадки відповідають агровимогам. Однак через складність технологічного процесу вартість таких машин висока. Дані машини раціонально використовувати у великих господарствах, що спеціалізуються на вирощуванні капусти. Однією з таких машин є FUTURA TWIN. Цей автомат розроблений для пересадки розсади овочевих культур із осередків касетної розсадниці (рис.1.11).



Рис. 1.11. Автоматична машина для посадки розсади FUTURA TWIN

Для обслуговування машини потрібен лише один оператор, який здійснює подачу розсади на щитки всередині завантажувальних напрямних кожного окремого елемента, що висаджує. Машина автоматично витягує розсади з осередків за допомогою виштовхувачів циліндричної форми різного діаметра відповідно до наявних отворів у нижній частині. Потім розсада витягується рухомими захватами і поміщається у розподільник.

Автоматичні розсадосадильні машини дуже продуктивні, технологічні, якість і точність висадки на високому рівні, проте застосування їх не завжди рентабельне через високу вартість.

Виходячи з виконаного аналізу машин для посадки розсади, що застосовуються в даний час машини можна розподілити за шістьма основними ознаками (рис. 1.12).

Подана схема дозволяє повною мірою врахувати все різноманіття існуючих машин для посадки розсади. Особливу увагу слід приділити наступним ознакам: виду переміщення розсади в посадковому апараті, типу посадкового апарату і типу висаджувального елемента. Саме від цих ознак залежить якість виконання головних функцій розсадопосадкової машини.

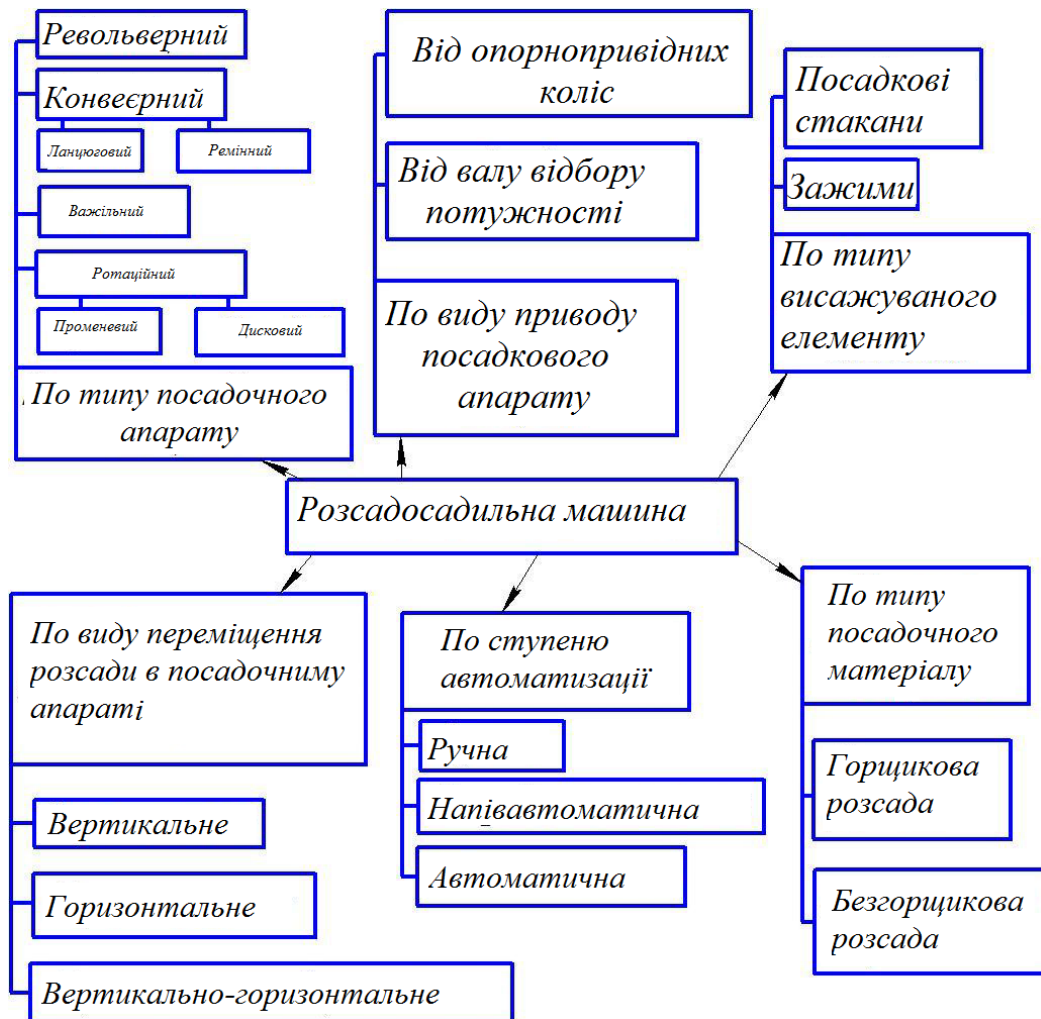


Рис. 1.12. Схема основних ознак машин посадки розсади

Однією з основних ознак машин для посадки розсади, від якої виконання основних функцій, є тип посадкового апарату. У дискових посадкових апаратах розсада подається оператором у спеціальні затискачі, які транспортують її до місця висадки, але при цьому не виключена можливість травмування рослин, що не зміцніли, і скидання більшої частини живильного субстрату з коренів, при цьому розсада переміщається в просторі по траєкторії диска. У ланцюгових посадкових апаратах розсада переміщається вертикально до точки посадки в ґрунт і при цьому вона знаходиться в посадковій склянці, що забезпечує дбайливу доставку. Револьверний посадковий апарат можна охарактеризувати як найбільш продуктивний, але при цьому розсада в початковий етап посадки рухається в горизонтальній площині, а потім відбувається вертикальне вільне

падіння розсадопроводу, що неминуче веде до травмування коренів розсади та осипання поживного субстрату.

Обидва типи посадочних апаратів у зв'язку зі складністю конструкції мають прямий вплив на психофізичний стан оператора. У цьому випадку він повинен координувати свої дії, спираючись на особливості даних посадкових апаратів, що призводить до зниження продуктивності машини.

Досить важлива ознака машин – підрозділ за рівнем автоматизації. Саме від нього залежатиме вибір машини для певного типу господарства. В даний час широкого поширення набули напівавтоматичні розсадосадильні машини, але більша їх частина належить до імпортованих машин.

Також хочеться відзначити, що практично у всіх конструкціях напівавтоматичних розсадопосадочних машин рух розсади в посадкових апаратах збігається або протилежно руху посадкового агрегату, а процес переміщення розсади перпендикулярно щодо руху розсадопосадкової машини вивчений недостатньо.

Ознака за типом застосовуваного посадкового матеріалу впливає взаємодія посадкового апарату з висаджуючим елементом.

Всі розглянуті ознаки впливають на процес функціонування машин для посадки розсади, отже, при розробці та модернізації машин для посадки розсади їх необхідно враховувати. Основним робочим органом будь-якої машини для посадки розсади є посадковий апарат, а значить, є необхідність у проведенні аналізу конструкцій посадкових апаратів розсадопосадочних машин.

Посадкові апарати слугують для подачі та розміщення розсади в посадкових місцях. Головною вимогою до посадкового апарату є забезпечення вертикальності посадки рослини на необхідну глибину без вигину кореневої системи та нанесення ушкоджень.

Розрізняють кілька типів посадкових апаратів (рис. 1.13). Основними типами є: ротаційні (променеві та дискові), важільні, конвеєрні (пасові, ланцюгові). Розглянуті типи посадкових апаратів залежно від виду та

призначення посадкового матеріалу застосовуються на розсадосадильних машинах.

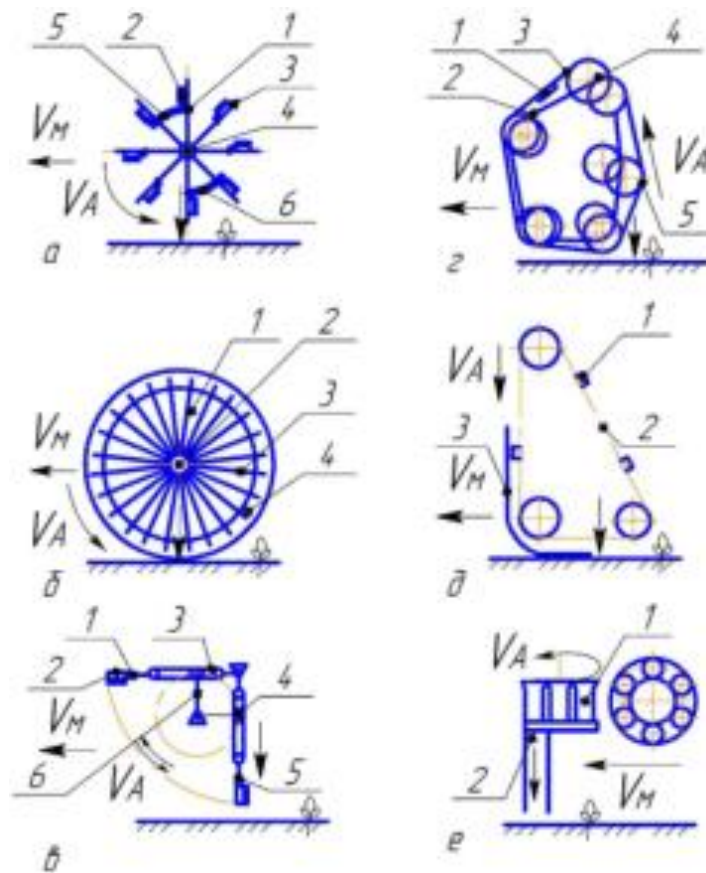


Рис. 1.13 Типи посадкових апаратів : а) – ротаційний променевий посадковий апарат: 1 – ролик; 2 – захоплення; 3 – тримач; 4 – диск; 5 – верхній розкривач; 6 – нижній розкривач; б) – ротаційний дисковий апарат: 1 – жорсткий вирізний диск; 2 – маточина; 3 – пружні спиці; 4 – еластичний кільцевий захоплення; в) - важільний із хитним захопленням: 1 – верхній упор; 2 – захват; 3 – важіль-куліса; 4 – повзун; 5 – нижній упор; 6 – кривошип; г) – пасовий, або стрічковий: 1 – еластична крокоутворювальна подушка; 2 – плоский пасок; 3 – клиноподібний пасок; 4 – шків клиноподібного паска; 5 – шків напрямний; д) - ланцюговий: 1 – тримач; 2 – ланцюг; 3 – напрямна планка; е) – револьверний посадковий апарат: 1 – посадковий стакан; 2 – розсадопровід

Широке застосування в конструкціях машин вітчизняного та зарубіжного виробництва знайшли ротаційні та ланцюгові посадкові апарати.

Важільний посадковий апарат із захопленням, що переміщається складною кривою, має складну конструкцію і низьку надійність, у зв'язку з цим він не набув поширення.

Нині в напівавтоматичних розсадосадильних машинах дедалі більшу популярність завойовують посадкові апарати трьох видів:

- револьверного (горизонтального);
- вертикального;
- із затискачами.

Посадковий апарат револьверного типу (рис. 3) характеризується порівняно високою продуктивністю і зручністю завантаження розсади.

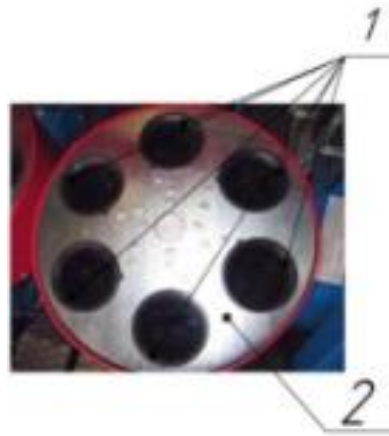


Рис. 1.14. Посадковий апарат револьверного (горизонтального) типу

Основними частинами апарата є: стакани 1, розподілені по окружності, підтримуюча обойма 2.

Основними недоліками цього апарата є: неможливість збільшення кількості рядів без збільшення діаметра обойми; досить великі габарити; загальне обважнення конструкції машини. Недоліком є й те, що в конструкцію посадкового апарату входить розсадопровід. Він забезпечує вертикальне переміщення розсади від стаканів до сошника за рахунок неконтрольованого вільного падіння розсади. Розсада, рухаючись через трубопровід, б'ється об його стінки, втрачає частину поживного субстрату кореневої системи і пошкоджується, що призводить до зниження приживлюваності розсади. До того ж габарити приймального пристрою обмежують максимальну відстань між

рядами, що висаджуються, а необхідність встановлення розсади в стакани під час їхнього різноспрямованого руху вимагає високої швидкості й точності дій оператора, що призводить до його швидкої стомлюваності та зниження продуктивності.

Усі вищеописані недоліки свідчать про недоцільність модернізації садивного апарату цього типу.

Певний інтерес як у конструктивному, так і в технологічному плані представляє апарат вертикального типу (рис. 2).

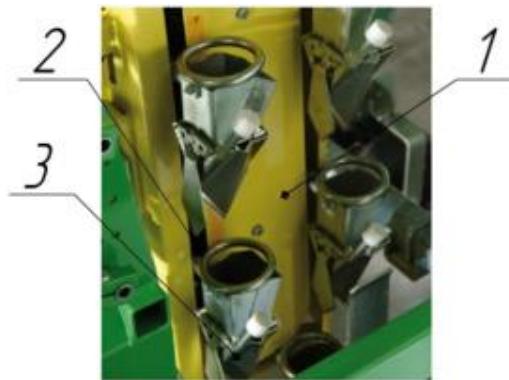


Рис. 1.15. Посадковий апарат вертикального типу

Такий апарат складається з цілого блоку об'єднаних елементів: рами 1, розподільно-висаджувального транспортера вертикального типу 2, вертикальних висаджувальних елементів 3.

Цей апарат має низку недоліків. До складу кожного висаджувального блоку входить індивідуальний привід, транспортер і вертикальні висаджувальні елементи, що істотно ускладнює конструкцію машини та її налаштування на необхідне міжряддя. При цьому на кожен висаджувальний блок за міжряддя 70 см і більше необхідно виділяти одного оператора, тобто кількість операторів має дорівнювати кількості рядків, що висаджуються, що веде до збільшення витрат праці.

Слід зазначити, що переміщення розсади в такому посадковому апараті відбувається від місця її закладення в приймальний стакан і до точки посадки, тобто розсада доставляється до землі приймальною склянкою і тільки після

цього відбувається розкриття склянки. Цим обумовлений дуже високий відсоток приживлюваності рослин у ґрунті.

Наступним був розглянутий посадковий апарат із затискачами (рис. 4).

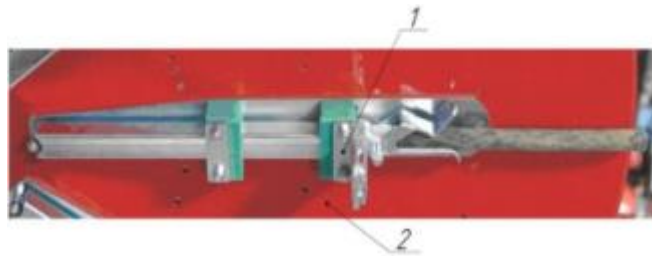


Рис. 1.16. Посадковий апарат із затискачами

Цей апарат складається із затискача 1, кріпильного диска 2.

Посадкові апарати з затискачами застосовуються більшою мірою для висадки саджанців дерев і розсади з голим коренем. Особливістю такого апарату є травмування розсади, яка не зміцніла, в період висадки, що негативно позначається на якості врожаю. У зв'язку з цим розглянутий тип апарату не є пріоритетним для вдосконалення.

Таким чином, можна зазначити, що у всіх розглянутих конструкціях посадкових апаратів продуктивність обмежена конструктивними параметрами. З'явилася необхідність прийняття нових конструктивних рішень з метою підвищення ефективності технологічного процесу посадки.

Питаннями підвищення ефективності процесу висаджування розсади за рахунок конструктивних вишукувань машин для висаджування розсади, зокрема, питанням руху машини для висаджування розсади та самої розсади в перпендикулярних площинах займаються у Поліському національному університеті на кафедрі агроінженерії та технічного сервісу.

Висновки по розділу

Проведений аналіз машин для висаджування розсади і садивних апаратів показав, що найбільш затребуваними в господарствах є напівавтоматичні машини. У таких машинах поєднано принцип роботи ручних і автоматичних

машин. За рахунок цього зменшується вплив людського фактора на процес садіння, але при цьому людина контролює процес висаджування розсади на всіх стадіях і за потреби може вчасно його скоригувати. Отже, є необхідність у вишукуванні конструкції машини, здатної підвищити ефективність технологічного процесу садіння і позбавленої недоліків розглянутих раніше розсадопосадкових машин.

РОЗДІЛ 2

СХЕМА МАШИНИ ДЛЯ ПОСАДКИ РОЗСАДИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЇЇ ПАРАМЕТРІВ

Якісне виконання основних вимог, що висуваються до роботи розсадосадильних машин, залежить від правильно обраних параметрів розсадосадильних машин, залежить від правильно обраних параметрів і підбору відповідних режимів їхньої роботи.

Провівши аналіз праць учених, які займаються проблемами овочівництва, слід виокремити такі основні вимоги, яким мають відповідати розсадосадильні машини:

- виконання процесу посадки з дотриманням агротехнічних вимог;
- можливість проводити роботи на різних за площею та характеристиками полях;
- простота і надійність конструкції машини.

Таким чином, вивчивши технічні засоби, призначені для висаджування розсади, з урахуванням їхніх переваг і недоліків, і спираючись на праці вчених, удалося сконструювати схему розсадосадильної машини (рис. 1), позбавлену недоліків існуючих машин і об'єднавши їхні достоїнства. недоліків наявних машин і об'єднує їхні переваги.

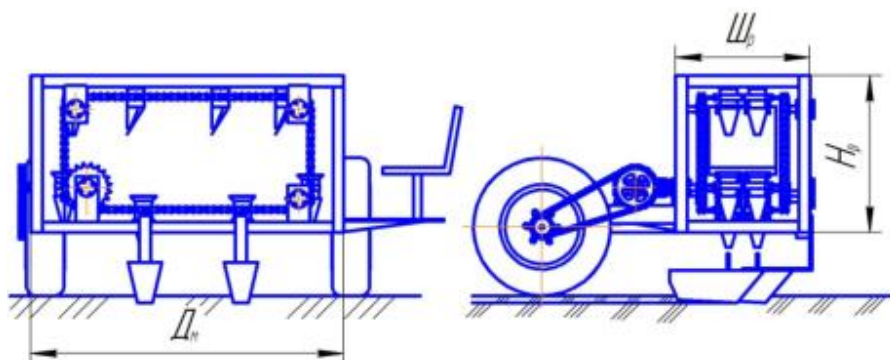


Рис. 2.1. Схема розсадосадильної машини: D_m – довжина розсадопосадкової машини, $Ш_p$ – ширина рами машини, H_p – висота рами машини.

Геометричні параметри конструкції розсадосадильної машини визначаються шириною міжряддя, висотою рами машини від нижньої основи рами до верхньої і шириною рами машини, виходячи з ергономіки робочого місця оператора.

Теоретично довжину розсадосадильної машини можна прийняти такою, що дорівнює максимально можливій ширині міжряддя - 900 мм із врахуванням висаджування розсади на два ряди, водночас необхідно виділити місце для компонентів розподільно-висаджувального апарата.

Таким чином, довжину розсадопосадкової машини приймаємо 1400 мм. Такий габаритний розмір машини дасть змогу охопити весь доступний діапазон відомих технологій з висаджування розсади в поле за ширини міжрядь від 200 до 900 мм і кроку посадки від 300 до 700 мм.

Наступними, найбільш значущими, геометричними параметрами є висота і ширина рами машини. Їх необхідно прийняти таким чином, щоб забезпечити ергономіку робочого місця оператора для зниження його стомлюваності і, як наслідок, підвищення продуктивності машини. Таким чином, приймаємо висоту рами машини 700 мм, без урахування геометричних параметрів коліс. Ширину рами машини - 500...700 мм.

Вибір робочої швидкості МТА зумовлений застосуванням наявних технологій садіння розсади.

Основні технічні характеристики пропонованої машини для висаджування розсади наведено в таблиця 1.

Таблиця 2.1 - Основні технічні характеристики

Найменування характеристики	Умовні позначення	Одиниці вимірювання	Значення
Маса	m	кг	400
Довжина машина	D_m	м	1,4
Ширина рами машини	$Ш_p$	м	0,5...0,7
Висота рами машини	H_m	м	0,7
Ширина міжряддя	a	м	0,2...0,9
Крок посадки	b	м	0,3...0,7
Робоча швидкість МТА	V	м/с	0,28...0,83

Прийнятні габаритні розміри розсадосадильної машини дають змогу створити 3D модель і виконати її попереднє компоновання.

Виходячи з вищевказаного, було розроблено тривимірну модель (рис. 2.2) розсадосадильної машини, що складається з рами 1, на якій закріплено розсадосадочні секції 2, розподільчо-висаджувального апарата 3, сидіння оператора 4, привода 5 і навісного пристрою. Розсадопосадкова секція містить сошник, обтискні колеса, поводок.

Створена 3D-модель конструкції розсадопосадкової машини дала змогу розрахувати і скомпонувати основні вузли пропонованої машини на стадії ескізів. Це, своєю чергою, спростило складання та ведення конструкторської документації, а також дало змогу скоротити енерго- і трудовитрати на виготовлення лабораторних і дослідних зразків.

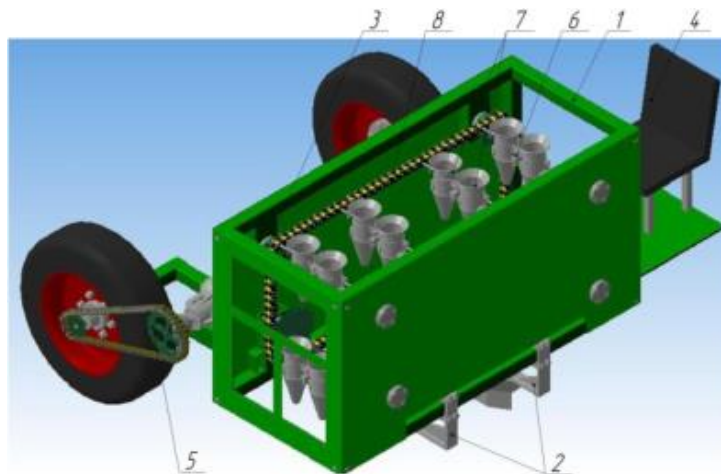


Рис. 2.2. 3D модель конструкції розсадопосадкової машини: 1 – рама, 2 – посадкові секції, 3 – розподільно-висаджувальний апарат, 4 – місце оператора, 5 – привід, 6 – ланка стаканів, 7 – посадкові стакани, 8 – ланцюг

Процес посадки пропованою розсадосадильною машиною відбувається наступним чином: у посадочні склянки 7, розташовані між ланцюгами 8 розподільно-висаджувального апарата 3, які рухаються по верхній горизонтальній ділянці, оператор здійснює завантаження розсади, склянки з розсадою рухаються разом із ланцюгами апарата 3 до нижньої горизонтальної ділянки, зберігаючи при цьому суворо вертикальне положення, рухаючись по нижній горизонтальній ділянці апарата 3, склянки 7 з розсадою по черзі

підходять до місця відкриття, розсада під дією сили тяжіння, долаючи невелику відстань, опускається в землю. Відстань, опускається в земляну щілину, відкриту посадковою секцією.

Таким чином, представлене конструювання розсадосадильної машини дає змогу висаджувати розсаду одночасно на кілька рядків під час роботи одного оператора. При цьому досягається значне підвищення продуктивності садивного агрегату, а також відбувається зниження ушкодженості садивного матеріалу завдяки дбайливій доставці до місця висадки зі збереженням вертикального положення. Внаслідок використання посадкової склянки на коренях рослин залишається достатня кількість поживного субстрату і, відповідно, відбувається підвищення приживлюваності розсади капусти.

Прийняті попередні габаритні розміри машини для висаджування розсади з урахуванням технологічних характеристик, агротехнічних вимог та ергономіки дають змогу створити робочу 3D модель машини. Однак основні параметри і режими роботи її залежатимуть, зокрема, від параметрів і режимів роботи розподільно-висаджувального апарату. Виникає необхідність у більш ретельному дослідженні технологічного процесу роботи та взаємодії основних структурних елементів розподільно-висаджувального апарату.

У зв'язку з тим, що даний тип конструкції розподільно-висаджувального апарату застосовується вперше, вважаємо за необхідне розглянути технологічний процес посадки розсади. Слід зазначити, що весь процес посадки можна умовно розділити п'ять етапів. Першим етапом є завантаження оператором розсади у посадкові склянки.

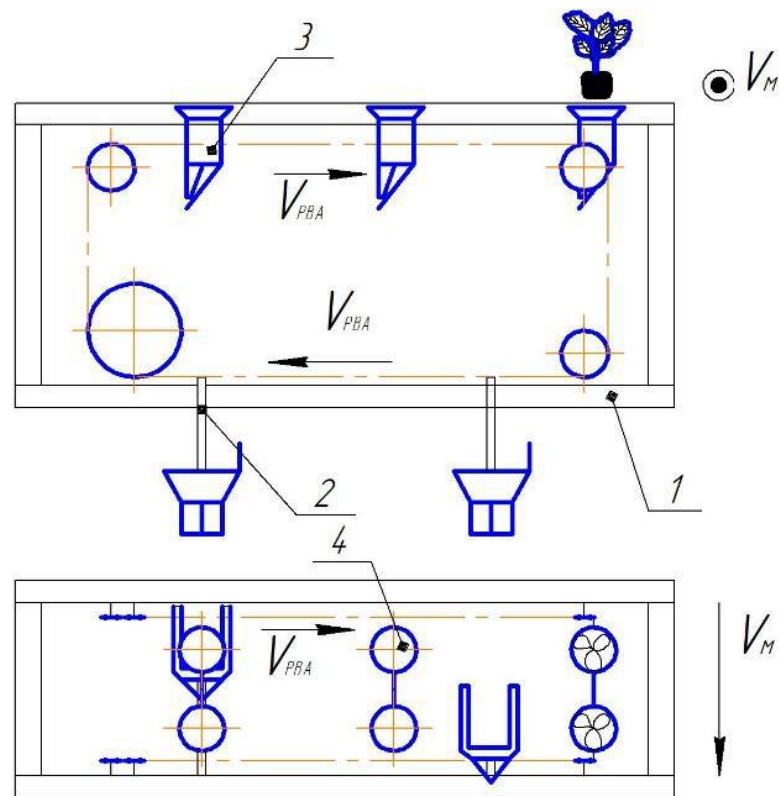


Рис. 2.3. Схема завантаження розсади оператором у склянки: 1 – рама, 2 – посадкова секція, 3 – склянка, 4 – ланка склянок

Схема наочно показує технологічний процес роботи розподільно-висаджувального апарату машини для посадки розсади першому етапі. При цьому видно, що посадкові склянки рухаються назустріч оператору в горизонтальній площині, на віддаленій від оператора відстані, що створює сприятливі умови для роботи з будь-якою розсадою. Розставляння посадкових склянок на рівновіддаленій відстані дозволяє зменшити час вкладання розсади в посадочні склянки, у зв'язку з тим, що оператор діє двома руками одночасно. Разом з тим, додаткова зручність роботи оператора, а, отже, і зниження його стомлюваності виникає через зручне розташування посадкових склянок у місці завантаження, що знаходяться в одній горизонтальній площині.

На наступному етапі посадкові склянки за допомогою розподільно-висаджувального апарату здійснюють рух до місця висадки (рис. 2.4).

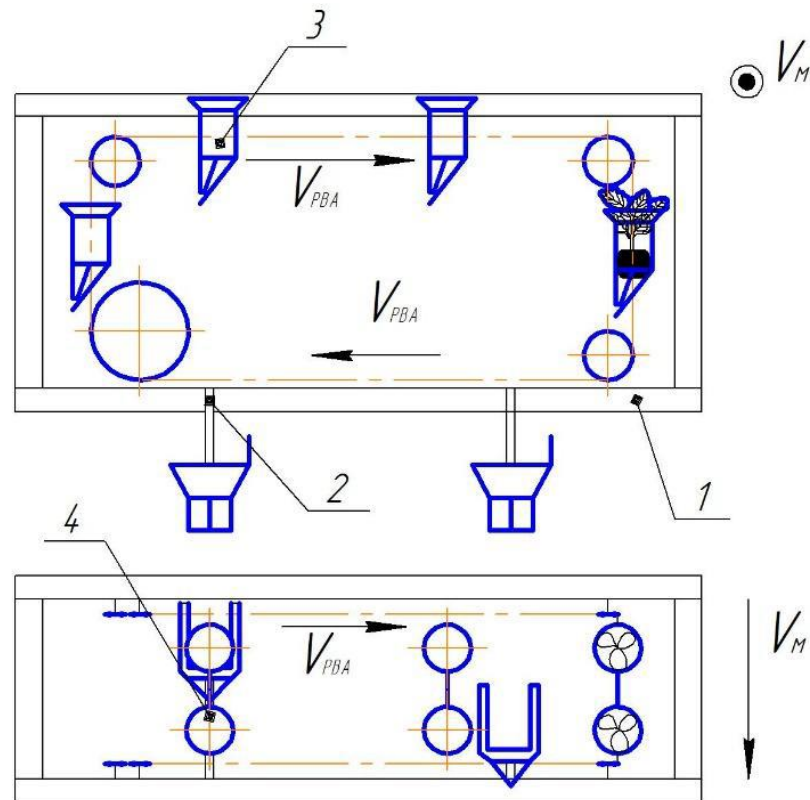


Рис. 2.4. Схема робочого ходу завантажених склянок: 1 – рама, 2 – посадкова секція, 3 – склянка, 4 – ланка склянок.

Як видно зі схеми, до місця висадки рухаються одночасно дві заряджені розсадою посадкові склянки, тим самим підвищуючи продуктивність посадкового агрегату. На досліджуваному етапі посадкові склянки спочатку рухаються у вертикальній площині, а потім переходять у нижню горизонтальну площину. Також варто відзначити, що під час переміщення на даному етапі посадкові склянки зберігають строго вертикальне положення, рухаючись при цьому перпендикулярно до руху машини.

На третьому етапі процесу посадки розсади рух заряджених посадкових склянок відбувається у нижній горизонтальній площині. Висаджування розсади здійснюється з першої посадкової склянки при взаємодії його з відповідним сошником (рис. 2.5).

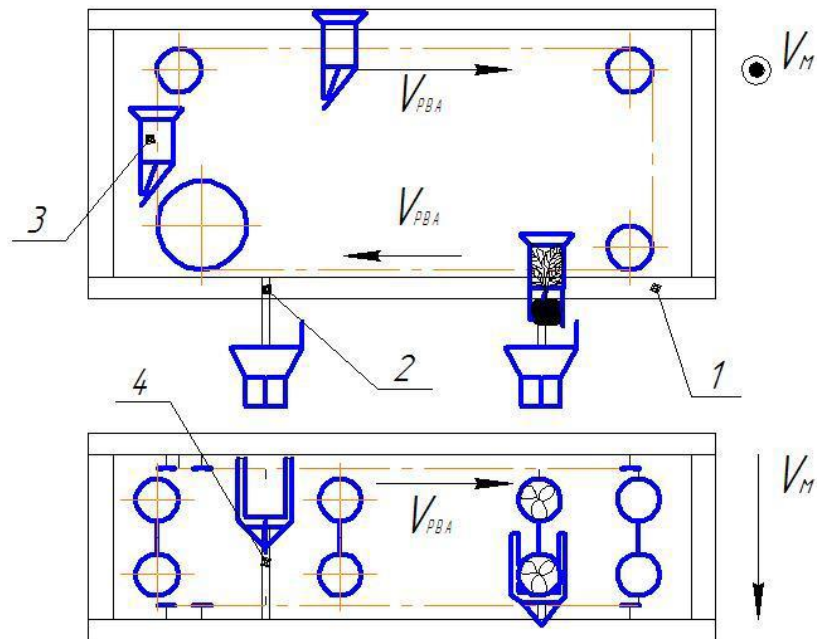


Рис. 2.5. Схема посадки розсади з першої склянки: 1 – рама, 2 – посадкова секція, 3 – склянка, 4 – ланка склянок

На рис. 2.6, 2.7 відображено третій та четвертий етапи відповідно. На третьому етапі відбувається висадка розсади першою посадковою склянкою в першу строчку.

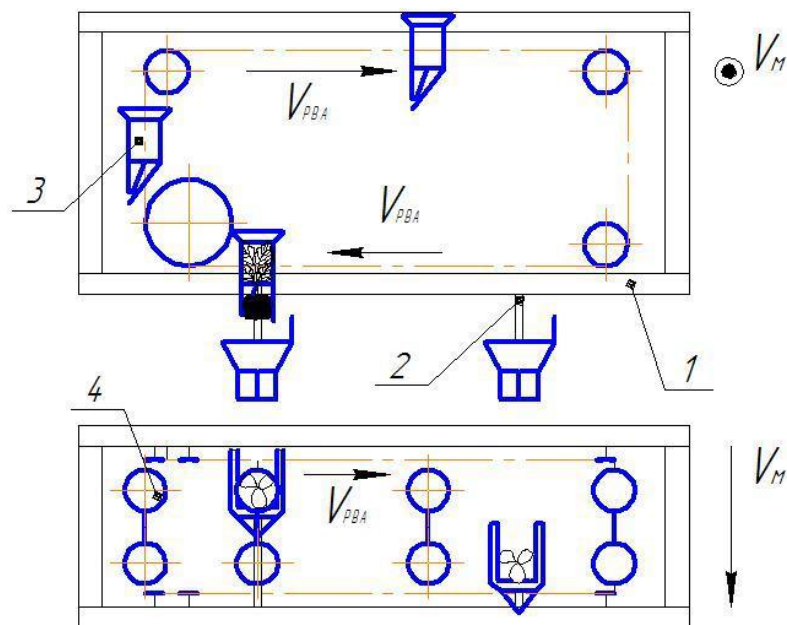


Рис. 2.6 – Схема посадки розсади з другої склянки: 1 – рама, 2 – посадкова секція, 3 – склянка, 4 – ланка склянок

Четвертий етап є посадкою з другої посадкової склянки в другий рядок (рис. 2.7). Етап майже повністю повторює попередній, але в даному випадку

відбувається посадка розсади з другої склянки. У зв'язку з тим, що процес посадки відбувається при безперервному русі посадкового агрегату, розсада, посаджена з першої та другої склянки, отримує додатковий зсув відносно один одного на половину кроку посадки.

П'ятим і заключним етапом процесу посадки в досліджуваному розподільно-висаджувачому апараті є холостий перебіг порожніх склянок до місця завантаження, представлений рисунком 2.8.

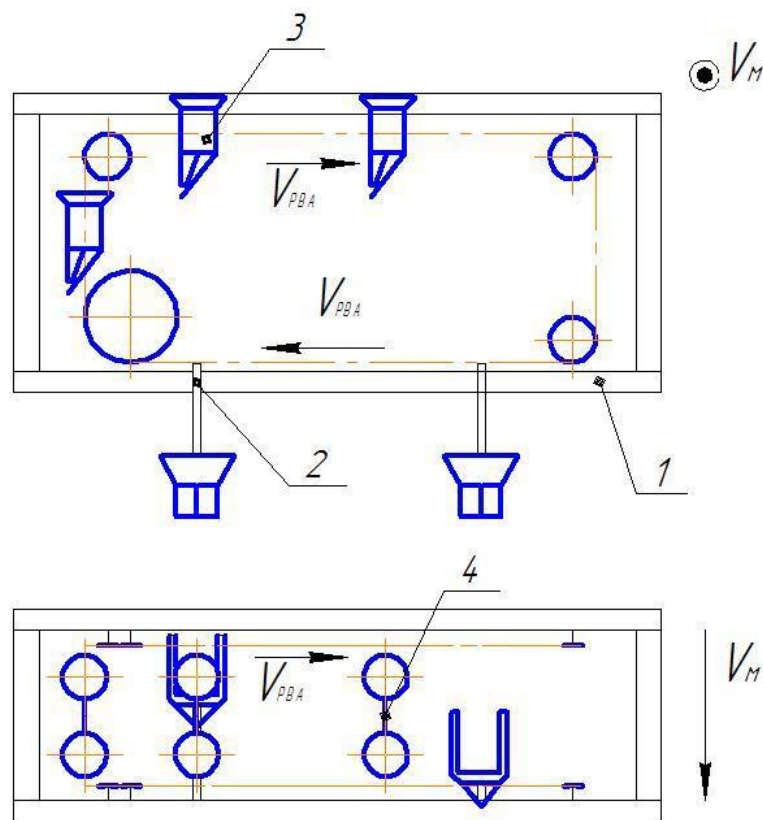
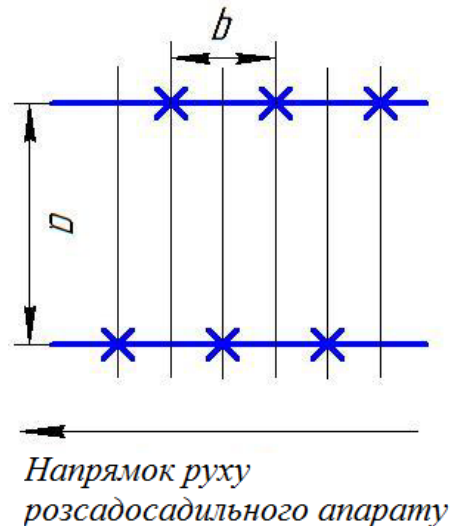


Рис. 2.7. Схема руху порожніх склянок: 1 – рама, 2 – посадкова секція, 3 – склянка, 4 – ланка склянок.

Етап полягає в тому, що порожні склянки здійснюють рух до місця завантаження в них наступної партії рослин. При цьому склянки піднімаються вертикальною ділянкою вгору до верхньої горизонтальної ділянки і по ній рухаються назустріч оператору. У цей час інші ланки посадочних склянок із завантаженою розсадою перебувають у відповідних етапах процесу посадки, що дозволяє забезпечувати як безперервність процесу посадки розсади, а й повне завантаження оператора. Така особливість технологічного процесу посадки

впливає збільшення продуктивності, з одного боку, і дотримання агротехнічних вимог при посадці розсади – з іншого.

Для повнішого представлення технологічного процесу роботи розподільно-висаджувального апарату машини для посадки розсади наводимо схему розташування рослин після посадки в ґрунт, представлену на рисунку 2.8.



a – ширина міжряддя, b – крок посадки

Рис. 2.8. Схема розташування рослин після посадки у ґрунт

Як видно з рисунку 2.8, рослини після посадки в ґрунт перебувають у точно вивірених рядках, а також є зсув рослин у сусідніх рядках на величину $b/2$. У свою чергу цей зсув забезпечує шахове розташування розсади в сусідніх рядках, тим самим збільшуючи площу харчування кожної рослини.

Проведені дослідження технологічного процесу роботи розподільно-висаджувального апарату дозволяють перейти до розрахунків його геометричних параметрів.

Геометричні параметри розподільно-висаджувального апарату безпосередньо залежать від розмірно-масових характеристик розсади (висота розсади, діаметр крони, маса розсади, діаметр торфогрунтового горщика, висота торфогрунтового горщика), наведених у таблицях. У зв'язку з вище дослідженими даними приймаємо: діаметр склянки під розсаду 80 мм, висота посадкової склянки 110 мм, ширина розподільно-висаджувального апарату дворядної розсадопосадкової

машини 500 мм. Такі параметри обумовлені тим, що, з одного боку, необхідно забезпечити безперешкодне переміщення розсади з склянки на дно борозни, а з іншого – ергономікою та економічною доцільністю, викликаною зниженням собівартості.

Отримані геометричні параметри розподільно-висаджувального апарату дозволяють уточнити геометричні параметри машини, зокрема ширину рами машини 600 мм і створити його 3D модель (рис. 2.9).

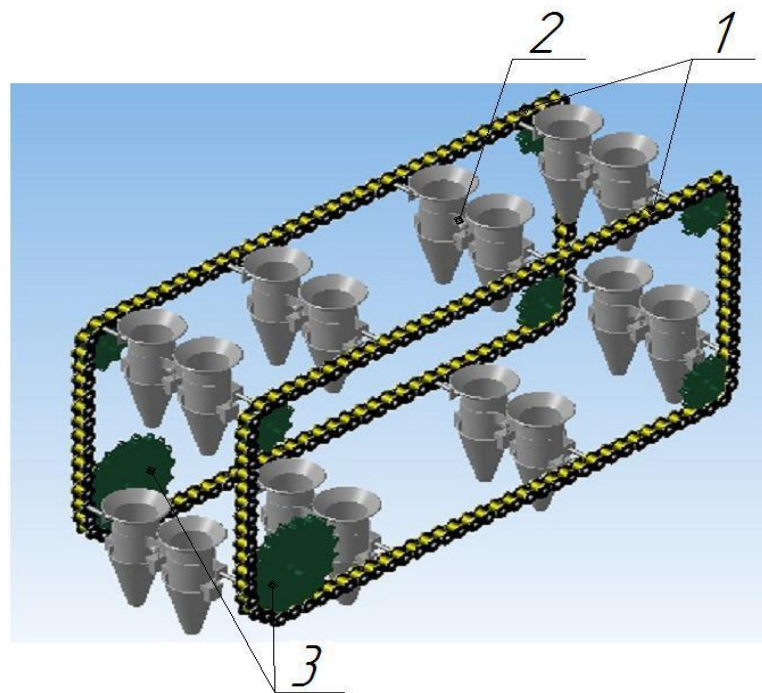


Рис. 2.9. 3D - модель розподільно-висаджувального апарату

Конструкція представленого апарату включає в себе ланцюги розподільно-висаджувального апарату 1, ланки склянок 2, провідні зірочки 3.

У такому апараті поєднані переваги двох загальновідомих типів посадкових апаратів, револьверного та вертикального.

Представлена 3D - модель конструкції розподільно-висаджувального апарату дозволила скоротити трудові витрати з розрахунку та компоновання елементів конструкції апарату, проведення лабораторних досліджень.

Проведені дослідження показують, що одним з основних факторів, що впливають на процес посадки, буде швидкість руху машини, від якої залежатиме

швидкість розподільно-висаджувального апарату. Отже, необхідно виконати кінематичний аналіз режимів роботи та узгодити швидкість руху ланок машини.

Для визначення кінематики посадкового апарату необхідно задати вихідні дані. Аналіз праць вчених, які займаються дослідженнями в цій галузі, дозволяє зробити висновок про те, що швидкість розсадопосадильних машин повинна лежати в інтервалі від 1 до 3 км/год, інтервал зміни поступальної швидкості приймемо 0,5 км/год.

Допустиму ширину міжряддя приймаємо, відповідно до агротехнічних вимог, від 0,5 до 0,9 м. Крок зміни ширини міжряддя визначимо, відповідно до агротехнічних вимог, 0,1м. Посадку розсади проводять, виходячи із сучасних агротехнічних вимог. У зв'язку з цим крок посадки рослин приймаємо: 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 та 70 см. Отримані дані заносимо до таблиці

Таблиця 2.2 – Основні параметри розсадопосадкової машини, що варіюються.

Швидкість машини V_m , м/с	Ширина міжряддя a , м	Шаг посадки b , м
0,28	0,6	0,2
0,42	0,7	0,3
0,6	0,8	0,4
0,69	0,9	0,5
0,83	0,9	0,6

Таблиця 2.2 не передбачає жорстких умов між досліджуваними параметрами, лише показує можливість різних поєднань швидкості машини, ширини міжряддя і кроку посадки під час процесу посадки.

Для проведення повноцінного кінематичного аналізу розподільно-висаджувального апарату необхідно задатися відстанню установки сошників. Виходячи з агротехнічних вимог та згідно з технологією посадки розсади капусти, ширину міжряддя (крок сошників) для початкового розрахунку приймемо максимально можливою: $t_{сш} = a = 0,9\text{м}$.

Для виключення загушення посадок капусти відстань між рослинами в рядку приймемо $b = 0,2\text{м}$. Розрахунок проводиться за мінімально можливою відстані рослин у рядку.

Розрахунок та аналіз кінематики посадкового апарату передбачає побудову його кінематичної схеми. Розгляд кінематики розпочнемо з аналізу механізму приводу. Механізм приводу машини представлений ланцюговою передачею, що передає момент, що крутить, від опорно-привідних коліс на редуктор. Для визначення передавального відношення редуктора поставимо наступні параметри: радіус ведучого колеса $r_k = 0,283\text{м}$, діаметр провідної зірочки прийнятий рівним $d_z = 0,15\text{м}$, що дозволяє використовувати типову зірочку від сільськогосподарської техніки.

Таким чином, визначена кінематична схема рассадопосадочної машини, представлена рис. 2.10.

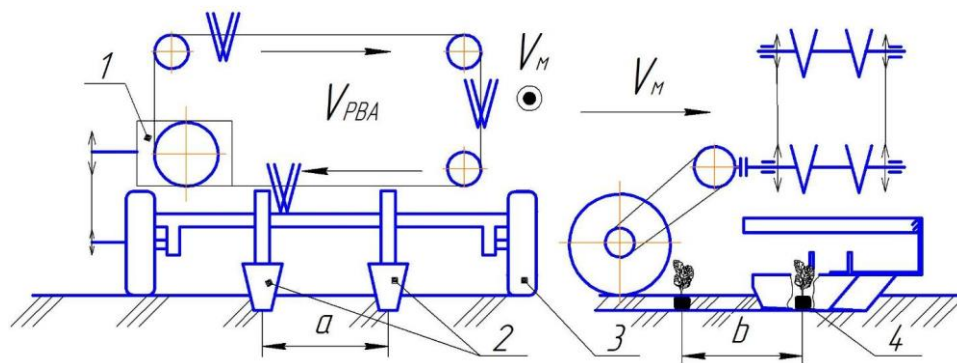


Рис. 2.10. Кінематична схема посадкового апарату : а – ширина міжряддя, м, b – крок посадки, м, 1 – редуктор, 2 – розсадопосадкова секція, 3 – опорно-рухові колеса, 4 – розсада

На кінематичній схемі виділено основні елементи, необхідні кінематичного розрахунку.

Для проведення кінематичного аналізу необхідно розрахувати час переміщення машини до місця наступної висадки, а також швидкість розподільно-висаджувального апарату.

Швидкість розподільно-висаджувального апарату необхідно узгодити зі швидкістю машини для прогнозування її продуктивності.

Спочатку обчислимо час переходу машини до місця наступної висадки:

$$t = \frac{b}{V_M}, \quad (2.1)$$

де b - крок посадки, м;

V_M – поступальна швидкість розсадопосадкової машини, м/с.

Швидкість розподільно-висаджувального апарату:

$$V_{PBA} = \frac{aV_M}{b}, \quad (2.2)$$

де a – ширина міжряддя, м-код.

Кутова швидкість колеса визначається за формулою:

$$\omega_k = \frac{V_M}{r_k}, \quad (2.3)$$

де r_k – радіус приводного колеса, м.кв.

Кутова швидкість провідної зірочки:

$$\omega_3 = \frac{2V_{PBA}}{d_3}. \quad (2.4)$$

Передатне відношення приводу:

$$U = \frac{\omega_k}{\omega_3}. \quad (2.5)$$

Підставляючи у формули чисельні значення, отримаємо початкові дані, які визначають основні параметри та режими функціонування розподільно-висаджувального апарату.

Час переходу машини до наступної лунки:

$$t = \frac{0,2}{0,28} = 0,71 \text{ с.}$$

Звідси випливає, що за проміжок часу машина має пройти задану відстань, тобто крок посадки.

Швидкість розподільно-висаджувального апарату:

$$V_{PBA} = \frac{0,5 * 0,28}{0,2} = 0,7 \text{ м / с.}$$

Як видно з значення, швидкість апарату досить велика, отже, виникає необхідність у її зменшенні.

Для зменшення швидкості розподільно-висаджувального апарату вважаємо раціональним встановлення конічного редуктора. Підбір редуктора зробимо через визначення передавального числа приводу.

Визначення передавального відношення приводу висловимо як відношення кутових швидкостей колеса та провідної зірочки.

Кутова швидкість колеса:

$$\omega_k = \frac{0,28}{0,283} = 0,99 \text{с}^{-1}.$$

Ця величина необхідна для розрахунку передатного відношення.

Кутова швидкість провідної зірочки:

$$\omega_z = \frac{2 \cdot 0,7}{0,15} = 9,33 \text{с}^{-1}.$$

Передатне відношення приводу

$$U = \frac{0,99}{9,33} = 0,11.$$

Отримане передатне відношення вийшло менше одиниці, отже необхідно застосування редуктора, що підвищує (мультиплікатора). З огляду на те, що схема конструкції машини розробляється вперше, передатне відношення редуктора приймаємо 1.

Висновки по розділу

На підставі аналізу встановлено, що мінімальна швидкість посадкового апарату обмежена агротехнічними вимогами до розсадопосадкових машин, а максимальна швидкість апарату обмежена фізіологічними особливостями людини. Спираючись на ці обмеження, швидкісний режим функціонування розподільно-висаджувального апарату становить $V_{PBA} = 0,23 \dots 0,74$ м/с.

РОЗДІЛ 3

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОЕКТУВАННЯ

Загальний вигляд виготовленої машини наведено на рис. 3.1.

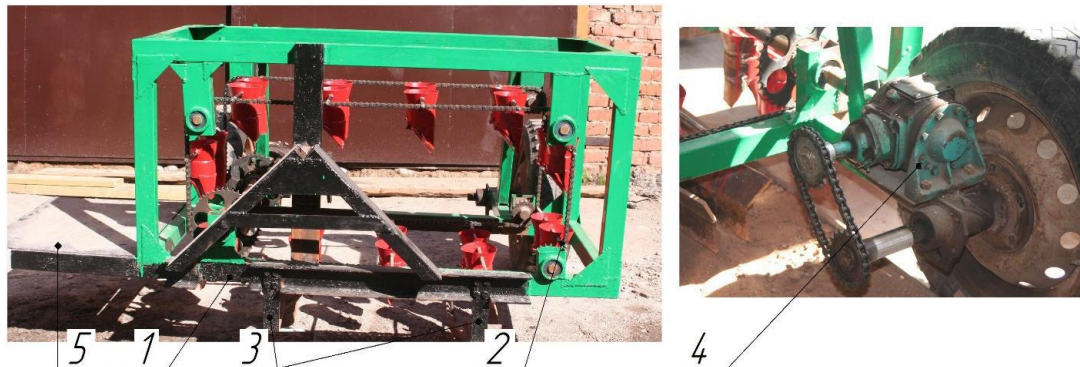


Рис. 3.1. Експериментальна розсадосадильна машина

Експериментальна машина (рис 3.1) складається з рами 1, розподільно-висаджувального апарату 2, секцій посадкових 3, приводного пристрою 4, а також місця оператора 5.

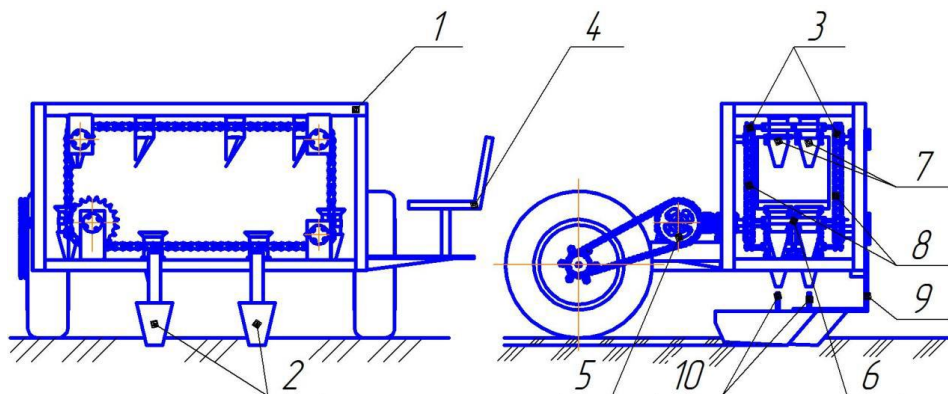


Рис. 3.2. Схема експериментальної розсадопосадкової машини : 1 – рама, 2 – посадкові секції, 3 – розподільно-висаджувальний апарат, 4 – місце оператора, 5 – привід, 6 – ланка склянок, 7 – посадкові склянки, 8 – ланцюги, 9 – повідки сошників, 10 – упори

У конструктивно-технологічну схему машини входить дворядний розподільно-висаджувальний апарат 2. Відстань між ланцюгами апарата 500 мм. На ланцюгах апарата 8 розташовані дві посадкові склянки 7. Склянки шар-нірно закріплені з ланцюгами і мають жорсткий зв'язок один з одним, утворюючи ланку склянок 6. Крок установки ланок 6 дорівнює кроку установки сошників і

залежить від схеми посадки. Посадкові секції 2 утворені повідками сошників 9 різної довжини, що необхідно для функціонування розподільно-висаджувального апарату. Відстань зсуву посадкових секцій в горизонтальній площині щодо осі обертання опорно-привідних коліс дорівнює відстані між центрами посадкових склянок 7 у ланці склянок 6. На сошниках, що входять у посадкові секції, встановлені упори 10, що відкривають днище посадкових склянок 7 при їх взаємодії. Місце оператора 4 встановлено праворуч і закріплено в нижньому торці рами машини.

Робочий процес машини для посадки розсади відбувається в такий спосіб. У посадкові склянки 7, що рухаються до робочого місця оператора 4 по верхній горизонтальній ділянці, оператор встановлює горщики з розсадою. Далі склянки 7 з розсадою переміщуються вертикальною ділянкою вниз до нижньої горизонтальної ділянки. При цьому під дією сили тяжіння ланка склянок за рахунок шарнірного зв'язку з ланцюгами апарату встановлюється у вертикальне положення на всіх ділянках переміщення. Далі посадкові склянки 7 з розсадою переміщуються по нижній горизонтальній ділянці. Коли ланка склянок 6 опиняється над відповідним сошником, відбувається взаємодія днища посадкового склянки з упором сошника та відкриття посадкової склянки. Розсада під дією сили тяжіння виходить із посадкової склянки та опускається на дно борозни. Вільні від розсади ланки склянок 6 піднімаються до верхньої горизонтальної ділянки переміщення. Далі цикл повторюється.

Оцінка якісних показників створеної експериментальної машини проводилася під час посадки розсади капусти у весняний період 2023 року. Випробування проводились із розсадою капусти сорту «Мегатон». Сорт позиціонується як пізній та практично найврожайніший. Розсадосадильна машина агрегувалася з трактором ТК-30 на площі посадки розсади капусти 2 га. Робоча швидкість агрегату не виходила за межу 3 км/год при схемі посадки 600x500 мм, глибина посадки розсади – 7 см та продуктивність 0,14 га/год.

Випробування проводилися з метою підтвердження працездатності експериментальної машини та виявлення показників надійності та якості роботи дворядного розподільно-висаджувального апарату.

В результаті досліджень встановлено, що технологічний процес посадки розсади капусти протікав стійко. Посадковий апарат виконував свої функції безвідмовно та циклічно на всьому інтервалі швидкості посадкового агрегату.

Швидкість посадкового агрегату варіювали по всьому допустимому інтервалі, тобто. від 1 до 3 км/год. З'ясувалося, що при швидкості агрегату понад 2,5 км/год оператор не здатний виконувати процес подачі розсади в посадкові склянки через фізичні здібності, без зміни кроку посадки і ширини міжряддя.



Рис. 3.3. Експериментальна розсадосадильна машина.

Оцінка значення кількості перепусток відбувалася на довжині гону 30 метрів підрахунком кількості не посаджених рослин. Отримані дані звели таблицю 3.3.

Таблиця 3.1 – Величина перепусток рослин залежно від швидкості машини з розподільно-висаджувальним апаратом

Параметр	Номер досліду				
	1	2	3	4	5
Швидкість машини V_m , м/с	0,28	0,42	0,6	0,69	0,83
Пропуски розсади, шт	0	1	2	9	15

Аналіз табл. 3.1 показує, що застосування розподільно-висаджувального апарату дозволяє підвищити робочу швидкість посадкового агрегату до 0,55 м/с

без істотного збільшення пропусків розсади при посадці. Подальше збільшення швидкості веде до різкого стрибкоподібного збільшення перепусток розсади.

Відповідність кроку посадки, ширини міжряддя та глибини посадки агротехнічним вимогам проводили згідно з методикою, описаною в 3 розділі даної роботи.

Отримані результати експериментів внесено до таблиці 3.4.

Таблиця 3.2 – Результати дослідження відповідності розсадопосадкової машини агротехнічним вимогам

Показники	Значення, м	Відхилення, м
крок посадки	0,5	$\pm 0,015$
ширина міжряддя	0,6	$\pm 0,026$
глибина посадки	0,06	$\pm 0,03$

Провівши аналіз даних, поданих у таблиці 3.4, можна дійти невтішного висновку у тому, що зумовлені параметри відповідають агротехнічними вимогами.

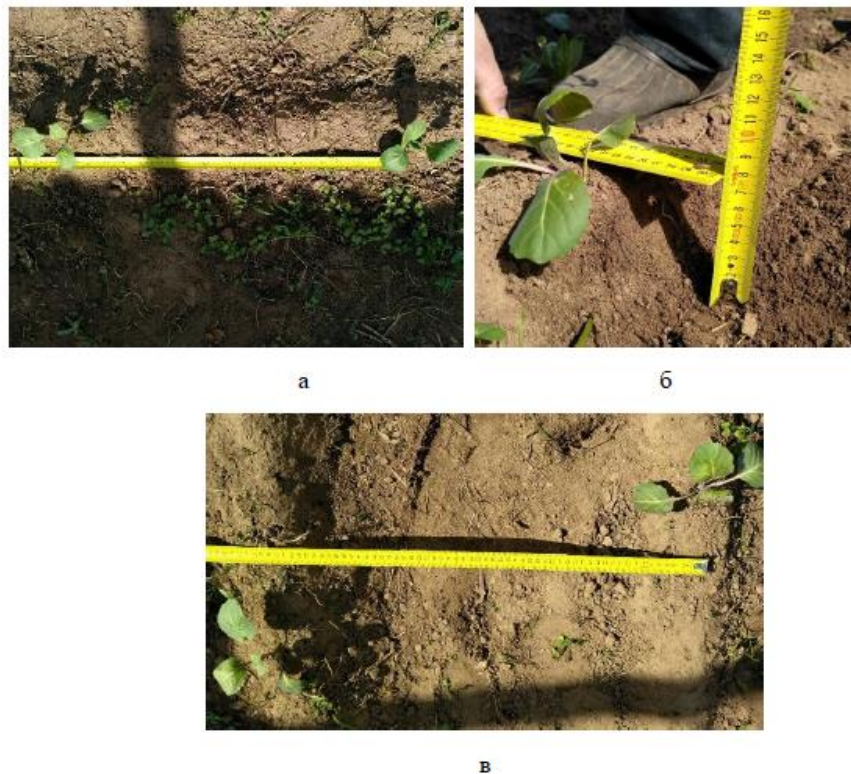


Рис. 3.4. Оцінка відповідності розсадопосадкової машини агротехнічним вимогам : а – крок посадки; б – глибина посадки; в – ширина міжряддя

Висновки по розділу

У ході польових випробувань розсадопосадкової машини виявлено наступні експлуатаційно-технологічні показники: робоча швидкість агрегату 0,55 м/с, кількість рядків, що висаджуються – 2, кількість операторів – 1, кут посадки розсади склав не більше 5⁰.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На підставі запропонованої функціонально-морфологічної моделі машини розроблено схему машини для посадки розсади із застосуванням розподільно-висаджувального апарату.

Встановлено діапазони основних параметрів розподільно-висаджувального апарату та режимів його функціонування: швидкість розподільно-висаджувального апарату $V_{РВА}$ від 0,23 до 0,74 м/с, відстань від центру борозни до початку відкриття днища склянки τ від 0,28 до 0,129 м падіння розсади $V_{ПАДрас}$ від 2,01 до 2,84 м/с. При силі пружності пружини $F_{упр}$ від 1,5 до 1,7 Н і вугіллі нахилу днища склянки $\alpha = 30^0$ розраховані параметри пружини: діаметр пружини за середньою лінією витків $D_{п}=0,005$ м, діаметр дроту пружини $d_{п}=0,0008$ м, число витків $n=13$.

Отримано залежність процесу посадки розсади за якісною характеристикою – найменшого кута посадки $\gamma = 5^0$ при наступних раціональних значеннях: швидкість машини для посадки розсади $V_{м} = 0,55$ м/с, глибина посадки розсади $l = 0,054$ м, висота вільного $h = 0,09$ м-коду.

Внаслідок випробувань швидкість машини для посадки розсади була в діапазоні $V_{м}$ від 0,28 до 0,83 м/с, крок посадки 0,5 м, ширина міжряддя 0,6 м, кут посадки розсади становив не більше 5^0 .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хареба В.В. Наукові основи виробництва капусти білоголової в Україні. Харків: ВАТ "Харківська друкарня №2", 2004. 224 с.
2. Горова Т.К., Гаврилюк М.М., Ходеева Л.П., Хареба В.В. та інші. Насінництво й насіннезнавство овочевих і баштанних культур. Київ : Аграрна наука, 2003. 328 с.
3. Барабаш О.Ю., Хареба В.В., Гутиря С.Т. Розсада овочевих культур.- Київ : Вища школа, 2002. 55 с.
4. Барабаш О.Ю., Хареба В.В. Плодові і овочеві культури.- К.: Аграрна наука, 1995. -103 с.
5. Сич З.Д., Барабаш О.Ю., Шеметун В.І., Хареба В.В. Овочівництво. Робоча програма, методичні вказівки і завдання студентам зі спеціальності 1504 “Захист рослин”. Київ.: НАУ, 2003. 26 с.
6. Гончаров О.М., Болотських О.С., Яковенко К.І., Хареба В.В. Агротехнічні дослідження по вивченню технологічних варіантів вирощування овочевих і баштанних культур. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків.: Основа, 2001. С.123-130.
7. Жук О.Я., Чернищенко Т.В., Янчук Н.І., Хареба В.В., Яковенко К.І. Капуста білоголова. Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур. Харків.2001. С.189-205.
8. Лихацький В.І., Чередниченко В.М. Вплив способів вирощування розсади на врожайність капусти цвітної під тимчасовими тунельними укриттями. *Науковий вісник НАУ*. 2007. Вип.105. С. 105-112
9. Лихацький В.І., Чередниченко В.М. Врожайність та якість капусти цвітної залежно від способу вирощування розсади // *Зб. наук. праць Уманського ДАУ*. Умань, 2007. Вип. 66. Ч.1. – С. 8-14

10. Чередниченко В.М. Підбір сортименту капусти цвітної для вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Матеріали всеукраїнської наукової конференції молодих учених*. Умань, 2006. С. 103-105.

11. Чередниченко В.М. Ефективність вирощування капусти цвітної під тимчасовими тунельними укриттями. Матеріали IV державної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів та докторів. Біла Церква, 2007. С. 18-19.

12. Снітинський В., Дидів А. Біохімічний склад капусти білоголової залежно від рівня забруднення ґрунту кадмієм і свинцем за використання меліорантів та різних системи удобрення.

13. Жук О. Я. Вплив схем розміщення рослин на строки утворення головок та врожайність капусти червоноголової. *Аграрна наука і освіта*. 2008. Т.9. №1-2. С. 55-59

14. Жук О. Я. Вплив строків сівби на формування головок і врожайність капусти червоноголової. *Науковий вісник НАУ*. 2008. Вип. 118. С. 62-67

15. Коробка О. І. Лежкість капусти червоноголової за різних способів зберігання. *Вісник Білоцерківського національного університету*. 2008. Вип. 58. С. 94-97.

16. Дерев'янку Д. А., **Гуменюк О.О.** Аналіз конструкцій посадкових апаратів машин для посадки розсади капусти. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики*. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 49-52.

17. Дерев'янку Д.А., **Гуменюк О.О.** Схема машини для посадки розсади та обґрунтування її параметрів. *Збірник матеріалів IX Міжнародної науково-практичної конференції „Інноваційні технології в АПК”*. 7-8 червня 2023 року, м. Луцьк. С.