

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології вирощування картоплі
з розробкою і обґрунтуванням параметрів
картоплесаджалки**

Виконав: студент факультету, гр.МгМз-1-19

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Шевченко Микола Віталійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро, 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів і

сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

"____" _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

керівник роботи _____

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від " ____ " _____ 20__ року

№ _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шевченко М.В. Удосконалення технології вирощування картоплі з розробкою і обґрунтуванням параметрів картоплесаджалки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація рослинництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2021. – 99 с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій вирощування картоплі, приведено фізико-механічні характеристики і розроблено технологію вирощування картоплі для умов і на замовлення фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Проведено аналіз конструкцій картоплесаджалок, розроблена удосконалена конструкція саджалки і проведені розрахунки основних параметрів удосконаленої машини і режиму роботи агрегату .

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні картоплі і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 1223619 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року її використання.

Ключові слова: картопля, технологія, бульби, картоплесаджалка, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА.....	10
1.1 Особливості культури.....	10
1.2 Попередники.....	11
1.3 Система удобрення картоплі.....	12
1.4 Обробіток ґрунту.....	13
1.5 Підготовка бульб до садіння.....	14
1.6 Організація робіт при садінні картоплі.....	15
1.7 Догляд за посадками картоплі.....	18
1.8 Збирання врожаю.....	19
2 ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРТОПЛІ ТА АГРО- ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО САДІННЯ КАРТОПЛІ І КАРТОПЛЕСАД- ЖАЛОК.....	20
2.1 Розмірно-масові характеристики.....	20
2.2 Кут природного схилу.....	22
2.3 Кут тертя.....	22
2.4. Кут перекидання бульб картоплі.....	23
2.5 Міцність бульб картоплі.....	25
2.6 Агротехнічні вимоги до картоплесаджалок.....	26
3 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ САДІННЯ КАРТОПЛІ.....	28
4 УДОСКОНАЛЕННЯ І РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕ- САДЖАЛКИ.....	37
4.1 Обґрунтування удосконалення картоплесаджалки.....	37
4.2 Розрахунок валу садильних апаратів.....	38
4.3 Розрахунок болтового з'єднання на зріз.....	43
5 ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ.....	45

5.1	Складання технологічної карти на вирощування картоплі.	45
5.2	Побудова графіка використання тракторів.	52
5.3	Побудова графіка використання сільськогосподарських машин.	54
6	РОЗРАХУНКИ ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ САДІННЯ КАРТОПЛІ.	56
6.1	Умови роботи агрегату і агротехнічні вимоги.	56
6.2	Підготовка садильних агрегатів до роботи.	57
6.3	Визначення режимів роботи агрегату.	58
6.4	Кінематичні показники агрегату.	63
6.5	Техніко-економічні показники роботи агрегату.	65
6.6	Контроль якості роботи садіння картоплі.	68
7	ОХОРОНА ПРАЦІ.	71
7.1	Загальні вимоги охорони праці при вирощуванні картоплі.	71
7.2	Охорона праці при садінні картоплі.	74
7.3	Розрахунок засобів індивідуального захисту.	77
8	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	78
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	84
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	86
	ДОДАТКИ.	89

Картопля – одна з основних сільськогосподарських культур, яка служить їжею для людей, кормом для сільськогосподарських тварин і сировиною для промисловості [1,2,3]. Картоплю використовують настільки широко, що її одночасно відносять до овочевих, технічних і кормових культур. Світове виробництво картоплі зосереджене у більш ніж 160 країнах на різних континентах. При цьому найбільшим виробником картоплі в світі залишається Китай з обсягом 99,1 млн. т, що становить 21% від загального підсумку. Друге місце займає Індія з показником 43,8 млн. т, або 9%, а третє - Росія, відповідно, 31,1 млн. т і 6%. У підсумковому аналізі інформації ФАО за обсягами виробництва бульби Україна стабільно входить до 5 країн - найбільших світових її виробників, поступаючись Китаю, Індії та Росії, випереджає за вказаним показником США [1].

В 90-х роках минулого сторіччя площі під картоплю в країнах Європейського Союзу (аналогічна ситуація і в Україні) постійно скорочувались, а відповідно, зменшувався і валовий збір цієї культури. Хоча картоплярство і є невід'ємною і важливою складовою розвитку вітчизняного сільського господарства, проте за останні два десятиліття зібрана площа в країні під картоплею в усіх категоріях господарств суттєво скоротилася. Якщо у період із 1990 р. по 2000 р. вона зросла із 1432,7 тис. га до 1631,0 тис. га, то впродовж 2001–2017 рр. істотно зменшилася - до 1323,2 тис. га. При цьому спеціалізоване товарне виробництво (за даними Інституту картоплярства) займає лиш 35 тис. га, тобто трішки більше 2% від загальної площі.

Найвищий показник середньої урожайності вирощування бульби спостерігався у США - 49,02 т/га, Новій Зеландії - 48,99 т/га, Німеччині - 44,42 т/га, Данії - 42,48 т/га, Нідерландах - 42,00 т/га, Австралії - 40,41 т/га, тоді як загалом у світі 19,85 т/га. В Україні середня урожайність вирощування картоплі у 2016 р. становила близько 16,58 т/га. Цей показник урожайності майже на 3 т є нижчим середньосвітового, однак порівняно з іншими країнами потенціал її можливого підвищення у перспективі сягає від до 200 до 300%.

Хоча в окремих спеціалізованих господарствах («Агроовен» Дніпропетровської, «Агромарк Юкей» Львівської, «Мрія» та «Коваль» Тернопільської області, «Агро Вент» Житомирської, «Чернігівеліткартопля» та «Інтерагросистема» Чернігівської областях та інші) отримують урожайність біля або більше 50,0 т/га.

Картоплярство в Україні і його механізація відкинута на рівень городництва, де використовується в основному ручна праця. До того ж, затрати праці на центнер картоплі в сільськогосподарських підприємствах зони Степу за останні 10 років зросли в 4,1 рази, Лісостепу – 2,5 і Полісся – 2,4 рази [2].

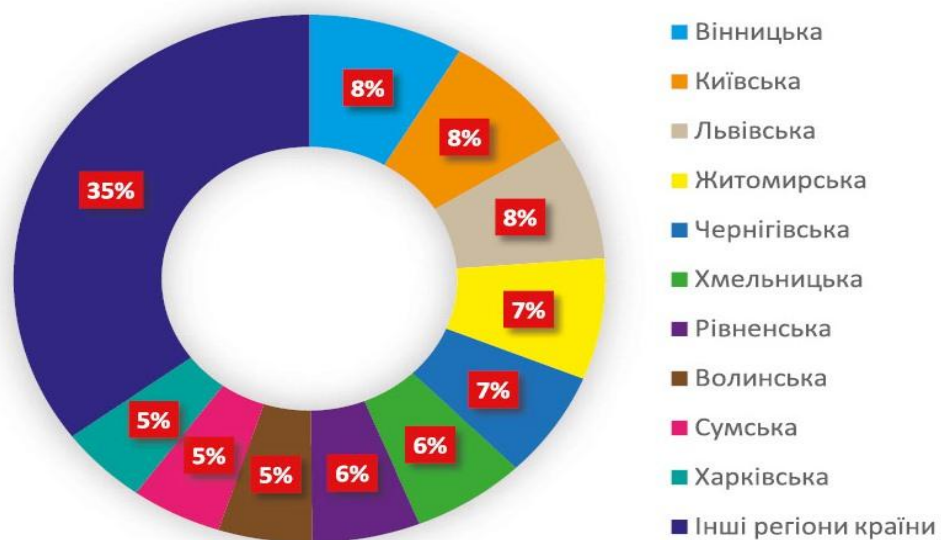


Рисунок 1 - Основні регіони виробництва картоплі в Україні за 2017 р
(за даними Держстату України)

Щорічно в Україні вирощується в середньому 19,5 млн. тонн картоплі, а потреба внутрішнього ринку складає 20-22 млн. тонн/рік. Останніми роками середній рівень споживання картоплі з розрахунку на одну особу становить близько 140–148 кг у рік. При цьому на основі аналізу інформації Державної служби статистики за 2016 р. найвищим він є в Івано-Франківській (189,6 кг), Житомирській (184,6 кг), Вінницькій (184,4 кг), Волинській (183 кг) і Львівській (181 кг) областях. Найменшим вказаний показник споживання

картоплі є у Донецькій (98,2 кг), Запорізькій (107,2 кг), Луганській (109 кг), Одеській (111 кг) і Миколаївській (116,4 кг).

При цьому собівартість виробництва центнера картоплі виросла більш ніж в два рази. Такий стан справ обумовлений тим, що картоплярство в Україні не отримує необхідної підтримки, і тим самим гальмується його розвиток.

Досвід провідних європейських країн свідчить, що високо-продуктивне картоплярство базується на досягненнях науково-технічного прогресу, зокрема на впровадженні сучасних комплексів машин.

Аналіз наукових досліджень і узагальнення виробничого досвіду показують, що для механізованого виробництва картоплі необхідна розробка і впровадження комплексу агрономічних, технічних і організаційних заходів, направлених на підвищення урожайності цієї культури, покращення якості продукції і зниження експлуатаційних витрат і затрат праці.

Метою дипломної роботи і є удосконалення технології вирощування картоплі, підвищення якості посадки і зниження затрат праці в умовах фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області.

1 АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА

1.1 Особливості культури

Картопля – багаторічна рослина, але в сільськогосподарській практиці використовується як однорічна культура. Розмножується бульбами. Для прискореного розмноження використовують частини бульб, паростки, черешки. В селекційній роботі застосовується розмноження насінням. Види, сорти і гібриди картоплі розрізняють і класифікують за морфологічними ознаками підземних і надземних органів.

Рослини, вирощені з насіння, мають стрижневу кореневу систему – головний корінь з чисельними бічними корінцями, при розмноженні бульбами утворюється мичкувата коренева система, яка складається з проросткових, або первинних коренів, що мають вигляд горбиків пристолонних і столонних коренів. Основна маса коренів розташована на глибині орного шару, деякі заглиблюються до глибини 70-80 см. В ущільнених і цілісних ґрунтах коренева система зосереджується в поверхневому шарі. Розвиток кореневої системи залежить від особливості породи та умов вирощування. Найбільшого розвитку вона досягає під час цвітіння. В міру дозрівання бульб корені поступово відмирають. Бульби (столони) являють собою потовщені і вкорочені підземні пагони, від довжини яких залежить поширеність, або розкиданість гнізда. Вічка розташовані спіралью, переважно у верхній частині бульб.

Залежно від сорту буває від 4 до 15 вічок, які утворюють відповідну кількість стебел. Вічка бувають поверхневі дрібні, завглибшки до 1 мм, середні – до 2 мм, глибокі – понад 2 мм. Форма бульб – округла, овальна, або видовжена – є досить сталою сортовою ознакою, але тільки на супіщаних ґрунтах. На важких, особливо кам'янистих ґрунтах, формуються бульби з нерівною горбкуватою поверхнею. В окремих сортів вона змінюється залежно від вмісту вологи в ґрунті. При різкій зміні засушливого періоду вологим виникають тріщини, дуплистість, спостерігається проростання раніше утворених бульб. Стебло картоплі тригранне, рідше багатогранне з відростками у місцях з'єднання граней на ребрах. Стебла бувають прямої і колінчастої

форми. Листок картоплі непарнолисторозсічений. Складається з кінцевої частини, кількох пар бічних часток та дрібних часток між ними.

Квітки картоплі зібрані у суцвіття, яке складається з квітконіжки, квітколожа та квіток. Форма суцвіття компактна, або розлога, квітконосів – довга, або коротка. Іноді у верхній частині квітконосів є невеликі верхові листочки. Оцвітина колесоподібна, пелюстки зрощені. Забарвлення оцвітини: синє, біле, рожеве, червоно-фіолетове.

1.2 Попередники

Картопля потребує розпушених, чистих від бур'янів, добре забезпечених вологою ґрунтів. Ці фактори визначають вибір попередників під картоплю і місце її в сівозміні. Картопля як просапна культура в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України сильно засмічується пізніми ярими бур'янами (пирієм, щирцею). Забур'яненість призводить до недобору врожаю, збільшення витрат ускладнює збирання, тому так важливо включити картоплю в сівозміну, при чергуванні картоплі з озимими боротьба з бур'янами спрощується. Озимі своїми густими стеблами глушать їх.

Картопля вимоглива до глибини обробітку ґрунту. Розвиток її залежить від розпушеності, провітрюваності і вологості орного шару. В глибокому орному шарі створюються кращі умови для життєдіяльності корисних бактерій, які перетворюють органічні речовини у мінеральні форми. Відразу після збирання зернових чи зернобобових культур, стерню луцять на 6-8 см, агрегати складають з тракторів всіх модифікацій, лемішних луцильників ППЛ–5–25, ППЛ–10–25, дисковими боронами БД–10, БД–7. Кут атаки дискових луцильників на луценні стерні зернових культур встановлюють 35°, а при рихленні ґрунту - 30°. Швидкість руху з дисковими луцильниками 8 км/год., з дисковими боронами – до 10 км/год., з лемішними луцильниками до 8 км/год.

1.3 Система удобрення картоплі

Для нормального росту, розвитку і нагромадження врожаю бульб картоплі потрібні мінеральні добрива. Дослідженнями проведеними в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, встановлено, що не всі мінеральні добрива і не на всіх ґрунтах потрібно вносити під картоплю.

Мінеральні добрива підвищують урожайність картоплі тільки на ґрунтах, бідних на відповідні елементи. Серед окремих видів мінеральних добрив перше місце за впливом на урожайність на більшості мінеральних ґрунтів нашої країни належить азотним. Всі форми азотних добрив, за винятком хлористого амонію, при разовому внесенні за впливом на урожайність картоплі рівнозначні. З фосфорних добрив краще вносити нейтральні та лужні форми – фосфоритне борошно, фосфатшлак. З калійних добрив кращими під картоплю є форми, які не містять хлору, або містять його незначну кількість – сульфат калію, цементний пил.

Основний спосіб руху бункерних і навісних відцентрових розкидачів – човниковий. На полях з малою довжиною гону агрегати рухаються загінним способом. Швидкість руху агрегату при внесенні добрив машиною РУМ–8 повинна бути постійною, при роботі з машиною 1РМГ–4, КСА–3 допускається маневрувати швидкостями. Внесення органічних добрив поряд із забезпечення рослин основними елементами кореневого живлення сприяють поліпшенню фізичного стану ґрунту та підвищують вуглецеве живлення.

Органічні добрива, крім того, містять велику кількість корисних мікроорганізмів і біологічно активних сполук, які посилюють ріст і розвиток рослин. Дані дослідів та виробничого досвіду свідчать про те, що картопля позитивно реагує на внесення високих норм органічних добрив, проте збільшення норми гною понад 30-40 т/ га призводить до зниження приросту врожаю.

Внесення органічних добрив по полю човниковим способом з петлепо-

дібними поворотами в місцях розриву робочих ходів. Органічні добрива вносять в основному такими агрегатами, як 1ПТУ–4, РОУ–5, КСО–9, ПРТ–10, ПРТ–16, РУМ–15 і їх бажано використовувати тільки на неораному полі.

1.4 Обробіток ґрунту

Обробіток чорноземних ґрунтів у зоні Степу має свої особливості. Як правило, навесні вони спіють повільно, що затягує строки їх підготовки і садіння картоплі. Крім того, глибокий обробіток навесні неспілого ґрунту призводить до різкого погіршення його фізичних властивостей, утворення брил та грудок. Щоб уникнути цього, в Степу основні операції внесення добрив та підготовку ґрунту потрібно проводити восени.

Поле на зяб орють плугами з передплужниками в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками, або важкими боронами на глибину 25-30 см у кінці вересня, на початку жовтня. Плуги вибирають з врахуванням глибини оранки: ПЛП–6–35, ПЛН–4–35, ПН–5–35, ПТК–9–35.

Після оранки залежно від стану ґрунту площу розпушують культиватором для суцільного обробітку в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками. Потім культиваторами КРН–4,2Г, КРН–5,6 обладнаними підгортачами, нарізають гребні висотою 18-20 см. Взимку під впливом промерзання грудки і брили саморозпушуються. Якщо з осені гребні не нарізають, навесні, коли ґрунт доспіє, його обробляють на глибину до 15 см фрезою КФГ–3,6, КВФ–4. Напрямок оранки вибирають з таким розрахунком, що садіння буде вестися впоперек оранки.

Ранньовесняне боронування. Тип борін вибирають в відповідності з станом ґрунту, важкі – для суглинистих, щільних ґрунтів, а середні – для легких середньо ущільнених СГ–21+БССС–1,0(24), БЗСС–1,0(24), СП–11+БЗСС–1,0(8). Зубові борони агрегують з тракторами з допомогою зчіпок.

Весняна культивація проводиться одночасно з боронуванням. Для обробітку великих площ використовують агрегати з шириною захвату 8 м.

Трактори ДТ-75М, Т-150 і Т-150К агрегують з СП-11+КПС-4(2)+БЗСС-1,0(8); КПГ-4(2+8) з тракторами МТЗ всіх модифікацій – КПГ-4, КПС-4. На схилах більше 6° використовують тільки агрегати на базі гусеничних тракторів.

Фрезерування ґрунту проводять фрезерним культиватором КФГ-3,6 в агрегаті з трактором Т-150 і Т-150К.

1.5 Підготовка бульб до садіння

Для рівномірного розміщення бульб при садінні саджалками насінну картоплю ділять на три фракції. Поділ на фракції доцільніше проводити навесні. При цьому менше травмуються бульби. Крім того, в цей час краще помітно ті з них, які не відповідають вимогам до насінневого матеріалу.

Технологія потокового способу підготовки бульб до садіння значною мірою залежить від способу зберігання бульб. Якщо бульби зберігають у буртах, вона включає: розкривання від землі і соломи буртів, завантажування у саморозвантажувальні транспортні засоби екскаватором ЗО-2621 або грейферним завантажувачем ПЗ-0,8Б, транспортування до стаціонарно встановлених сортувальних пунктів КСП-15Б або до стаціонарних картоплесортувальних пунктів.

Тут бульби калібрують на фракції 30—50, 50—80 та 80—100 г. Непридатні для садіння бульби видаляють на перебиральних транспортерах вручну. Перебрані бульби складають у наземні бурти для прогрівання під плівкою. Після прогрівання бульби екскаваторами ЗО-2621 завантажують у саморозвантажувальні транспортні засоби або у завантажувачі саджалок і транспортують у поле. При потребі бульби-обробляють захисно-стимулюючими препаратами за допомогою протруювача Гумотокс-С.

Для механізації робіт у постійних сховищах використовують машини. Крім того, застосовують електронавантажувачі ЗП-103, обладнані ковшем та ін. Технологічна схема та послідовність операцій залежать від способу зберігання та типу сховища.

1.6 Організація робіт при садінні картоплі

Якість роботи садильних агрегатів значно залежить від підготовки поля до садіння. Поле розбивають на загінки, якщо одночасно на ньому працюють три саджалки або позначають його середину, якщо садять двома саджалками.

Потім відбивають поворотні смуги. На важких ґрунтах поле перед садінням обробляють фрезерними культиваторами КВФ-4, КВФ-2,8 або КФГ-3,6 на глибину 10—14 см. Одночасно з якісним розпушенням ґрунту ці засоби вирівнюють поле.

Для підвищення якості посадки картоплі, продуктивності агрегату пропонуємо в господарстві використовувати розроблену в даній роботі картоплесаджалку. Перед початком садіння картоплі перший садильний агрегат встановлюють на поворотній смузі навпроти вішок першого проходу. Відкидають одночасно правий і лівий маркери. Другий агрегат також розміщують на поворотній смузі тільки з другого боку поля - навпроти першого.

До першого агрегату під'їжджає завантажувач і завантажує саджалку бульбами. Після цього він об'їжджає його і заправляє другий агрегат.

У цей час перший садильний агрегат рухається по вішках і садить картоплю. При цьому він відбиває два маркерних сліди. По одному з них він рухатиметься під час садіння у зворотному напрямку, а по другому — почне садити бульби другий садильний агрегат.

Якщо картоплю садять у попередньо нарізані гребені, на одному полі забезпечують рівномірну роботу груповим способом трьох, а то й чотирьох садильних агрегатів. У цьому разі все поле перед садінням розбивають на загінки за кількістю працюючих садильних агрегатів. Площа загінки повинна відповідати денній продуктивності садильного агрегату.

Другий і наступні проходи садильного агрегату здійснюють за маркерною

лінією, якщо садіння звичайне, з утворенням гребенів за садильним агрегатом. Дуже важливо при цьому забезпечити прямолінійність садіння і дотримувати потрібної ширини (70 см) стикового міжряддя.

Картоплесаджалки завантажують насінними бульбами із завантажувачів, які монтують на автосамоскидах або використовують для цього автосамоскиди, які можуть високо підняти кузов для завантаження бульб у саджалки. При цьому завантажувачі саджалок завантажують бульбами не саму саджалку, а її бункер. Після того, як транспортний засіб від'їде від садильного агрегату, саджалка завантажується насінними бульбами із свого завантажувального бункера за допомогою гідроприводу. Щоб у початковий період піднімання завантажувального бункера саджалки її опорні колеса не відривалися від землі, гідросистему заднього начіпного механізму трактора ставлять у заперте положення. Після піднімання завантажувального бункера і висипання бульб у саджалку гідросистему заднього начіпного механізму трактора переводять у плаваюче положення. Піднімають завантажувальний бункер саджалки при повних обертах двигуна трактора.

Під час садіння бульб гідросистема заднього начіпного механізму трактора і ходових коліс саджалки повинна перебувати у плаваючому положенні, а гідросистема завантажувального бункера саджалки - у запертому.

Не дозволяється рухатися назад і переїжджати через втопані чи втрамбовані ділянки поля із неповністю виглибленими сошниками або із невимкнутим ВВП трактора. Не допускається переведення саджалок у транспортне положення із ввімкнутим ВВП.

Регулювання саджалок має свої особливості. Змінюючи довжину верхніх тяг паралелограмних механізмів сошників, їх регулюють так, щоб задні обрізи сошників були у вертикальній площині, а задній край нижнього обрізу — вище носка на 40—45 мм. Після цього встановлюють опорні колеса саджалки по висоті так, щоб задній кінець нижньої тяги кожної сошникової групи розмістився нижче на 100—110 мм від попереднього кінця цієї тяги.

Глибину садіння картоплі встановлюють підніманням чи опусканням копіювальних котків сошників через з'єднання за допомогою штиря збіжних отворів вертикального важеля котка з сектором. Слід пам'ятати, що глибиною садіння картоплі вважають відстань від поверхні бульб до вершини гребеня, якщо садіння гребеневе, і в попередньо нарізані гребені. При садінні бульб за останнім методом треба не забувати опустити опорні колеса саджалки, відрегульовані на гребеневе садіння, нижче на висоту нарізаних гребенів.

Густоту садіння бульб на 1 га встановлюють підбиранням змінних зірочок на валу редуктора саджалки, а також зірок на валу контрприводу вичерпувальних апаратів. При незалежному приводі від вала відбору потужності змінну зірочку на редукторі саджалки треба підбирати залежно від швидкості руху агрегату (на валу контрприводу з 40-зубцевою зірочкою).

При синхронному приводі вала відбору потужності густота насаджень практично не залежить від швидкості руху агрегату. Однак перебільшення поступальної швидкості руху призводить до збільшення кількості пропусків і пошкоджень бульб. При 22-зубцевій змінній зірочці на валу контрпривода вичерпувальних апаратів саджалки підбирають відповідну змінну зірочку на валу редуктора.

Проте у виробничих умовах часто буває, коли змінна зірочка поставлена правильно, а потрібна густота насаджень не забезпечується. Це трапляється тому, що коефіцієнт пробуксовування коліс тракторів типу МТЗ-80 в агрегаті з саджалкою досягає 33—38 %. Чим більший коефіцієнт пробуксовування, тим нерівномірніше висаджуються бульби. Тому на легких ґрунтах, схилах і торфовищах картоплесаджалку краще агрегувати з гусеничними тракторами або з колісними з ведучим переднім мостом.

На полі обов'язково потрібно перевірити довжину вильоту маркерів, а під час садіння - ширину стикових міжрядь. Якщо вести агрегат по правому колесу трактора, виліт правого маркера від осьової лінії агрегату повинен бути на 210,

а лівого - на 350 см. А коли трактор вести по пробці радіатора, виліт правого й лівого маркерів однакові - 280 см.

Туковисівні апарати на норму висіву регулюють так: від'єднують тукопроводи від апаратів і до кожного з останніх підв'язують мішечки. Засипають добрива в банки та обертають вали вичерпувальних апаратів на кількість обертів, визначених залежно від кількості зубців змінної зірочки на редукторі, поступальної швидкості агрегату і ширини захвату машини. Добута маса висіяних добрив одним туковисівним апаратом за обчислену кількість обертів вала вичерпувальних апаратів, помножена на 100, і становить норму висіву добрив на 1 га. Норму висіву добрив для кожного апарату слід встановлювати окремо.

Глибина садіння не повинна перевищувати 10-12 см, гребні після садіння повинні мати однакову форму висотою 10-12 см, бути прямолінійні. Важливою умовою одержання високих врожаїв є забезпечення оптимальної густоти насаджень: на період збирання не менше 50-55 тисяч добре розвинених кущів.

1.7 Догляд за посадками картоплі

Своєчасний догляд за посадками є одним з важливих заходів, що створює необхідні умови для одержання високого врожаю. Знаряддя та засоби догляду за рослинами вибирають в з урахуванням особливостей зони.

При використанні сітчастих борін під час до сходових обробітків обов'язково слід враховувати глибину загортання бульб. На культиватор КОН – 2,8ПМ полотно сітчастих борін встановлюють під кутом 15°. Для кращого розпушування ґрунту гребенів використовують ротаційну борону БРУ–0,7, кут атаки 0-30°. Міжряддя картоплі до появи сходів вперше обробляють на 7-8 день після садіння.

Глибину міжрядних розпушувань до появи сходів встановлюють з урахуванням стану ґрунту, якщо ґрунт ущільнений, перше розпушення проводять на глибину 10-12 см. У період появи сходів ефективним заходом

боротьби з бур'янами є повне присипання сходів картоплі ґрунтом. Культиватори для присипання сходів обладнують лемішними, або дисковими підгортачами. Догляд проводять агрегатом який складається з тракторів тягового класу 1,4 культиваторів КОН–2,8ПМ, КРН–4,2, КОР–4,2, КРН–5,6, КНО–2,8 з необхідним набором робочих органів.

Після появи сходів з урахуванням погодних умов, стану ґрунту та забур'яненості проводять 1-2 міжрядні розпушування та підгортання. Підгортають картоплю у фазі бутонізації, коли рослини досягають висоти 20-25 см. Глибина розпушування має становити 8-10 см.

Великої шкоди завдають картоплі фітофтороз, гнилі бульби, вірусні хвороби, колорадський жук. Перше обприскування проти колорадського жука проводять на ранніх посівах у період масового виходу жуків, що перезимували. Друге обприскування проводять при масовій появі личинок другого віку.

1.8 Збирання врожаю

Найтрудомінішою операцією при виробництві картоплі є збирання. Строки збирання визначаються особливостями сорту, умовами вирощування. Перед збиранням проводиться скошування стебел косаркою-подрібнювачем, після чого викопування бульб проводять копачем валкоукладачем, або картоплекопачем (КСТ–1,4, КТН–2Б). Перед збиранням з обох сторін поля викопують картоплю на поворотних смугах шириною 12-16 м. Кожному комбайну виділяють окрему загінку, площа якої відповідає денному завантаженню комбайна (2–2,5 га) [5].

2 ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРТОПЛІ ТА АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО САДІННЯ КАРТОПЛІ І КАРТОПЛЕСАДЖАЛОК

2.1 Розмірно-масові характеристики

Щоб створити найбільш сприятливі умови для дружніх і рівномірних сходів, їхнього подальшого розвитку, одержання високого врожаю, а також для успішного проведення робіт з догляду за картоплею, садіння необхідно проводити тільки відкаліброваним на фракції садильним матеріалом в стислі агротехнічні строки, в добре підготовлений ґрунт, із суворим додержанням заданої норми садіння бульб і внесенням мінеральних добрив.

Для машинного садіння, збирання і сортування найбільш придатні бульби округлої форми, які захоплюються ложечками картоплесаджалок, точніше, калібруються сортувальними машинами. Бульби округлої форми краще зкочуються з сепаруючого робочого органу і менш пошкоджуються, ніж довгасті. Величина і форма бульб залежить від врожаю, водного і температурного режимів у період росту, типу ґрунту й інших факторів, але найбільш вони залежать від сортових особливостей картоплі.

При проектуванні робочих органів для картоплесадильних машин важливо знати розміри і форму бульб тих сортів, які вирощуються в тій чи іншій зоні держави. Розміри і форма робочих органів пов'язуються з розмірами бульб садильного матеріалу. Сортова насіннева картопля групується за відношенням довжини до ширини бульби. Якщо це відношення дорівнює або більше 1,5 - бульби вважаються довгастими, а якщо менше - округлими. Розміри бульб змінюються в широких межах, однак середнє значення їх для одного сорту, вирощеного в однакових агротехнічних умовах, змінюється незначно. Як приклад, у табл. 2.1 наведені розмірно-масові характеристики бульб для деяких сортів.

Важливим показником бульб картоплі є маса бульб, яка для одного сорту змінюється в значних межах. У відповідності з агротехнічними вимогами картоплесаджалка повинна висаджувати очищені бульби картоплі округлої і довгастої форм масою 25 - 30 г, 51 - 80 г, 81 - 120 г. У табл. 2.2 як приклад наведений склад бульб у врожаї картоплі за фракціями. Аналіз даних табл.2.2 дозволяє зробити висновок про те, що вміст необхідних фракцій у врожаї картоплі різко різниться для різних її сортів. Цю обставину повинні враховувати селекціонери при виведенні нових сортів.

Таблиця 2.1- Розмірно-масова характеристика бульб картоплі

Розміри бульб	Сорт		
	Лорх	Темп	Лошицький
довжина, мм:			
середня	64,5	60,3	57,0
середнє квадратичне відхилення	18,3	15,4	9,4
коефіцієнт варіації, %	28,4	26,6	16,3
ширина, мм:			
середня	50,9	50,4	43,5
середнє квадратичне відхилення	11,5	11,5	4,8
коефіцієнт варіації, %	22,6	22,8	10,5
товщина, мм:			
середня	49,7	40,4	38,9
середнє квадратичне відхилення	9,1	7,6	4,4
коефіцієнт варіації, %	21,5	18,9	11,2
маса, г:			
середня	87,0	76,2	63,5
середнє квадратичне відхилення	56,7	48,9	6,1
коефіцієнт варіації, %	68,6	64,2	30,4

Таблиця 2.2 - Склад бульб у врожаї картоплі за фракціями, %

Сорт	Фракція бульб, г		
	25-50	51-80	більш 81
Лорх	18,9	25,3	55,8
Лошицький	28,2	29,5	42,3

В.П. Горячкін залежність між вагою і розміром бульб картоплі подав у вигляді рівняння параболи $y^2 = 2px$. Маючи дані про розміри бульб, можна налагодити картоплесадильну машину на потрібну фракцію.

2.2 Кут природного схилу

Визначення кута природного схилу картопляної маси в купі робиться за відомою методикою. Для створення конусоподібної купи й усунення розкочування бульб живильник установлюють так, щоб у момент завершення формування купи вихідний отвір живильника доторкався до поверхні купи (рис. 2.1). Після утворення конусоподібної купи лінійкою з прикріпленим до неї рівнем, який має шкалу з градусними діленнями, визначають кут природного схилу. Наприклад, для картоплі сорту Лорх одержані такі дані: мінімальний кут природного схилу - $30^{\circ}20'$, середній - $32^{\circ}23'$, максимальний - $35^{\circ}19'$.

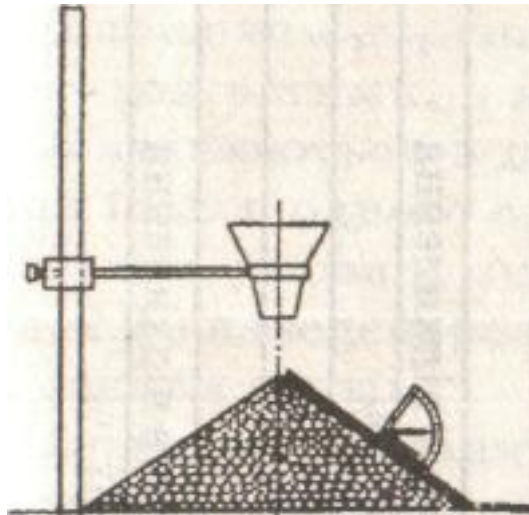


Рисунок 2.1 - Визначення кута природного схилу бульб картоплі

Кут природного схилу необхідно враховувати при розрахунках розмірів бункера та інших параметрів.

2.3 Кут тертя

Кут тертя бульб картоплі визначають за допомогою металевої пластинки за загальноприйнятою методикою. При цьому спочатку кожен бульбу зважують, потім визначають силу тертя, а за цими даними розраховують тангенс кута тертя (коефіцієнт тертя). При цьому слід відзначити, що для того щоб бульба картоплі рухалася по нахиленій площині з тертям, необхідно, щоб виконувалося

співвідношення між кутом нахилу площини α і кутом тертя φ , тобто $\alpha < \varphi$.

У табл. 2.3 наведені дані про величину кута φ для бульб різних сортів. З цієї таблиці можна помітити, що середнє значення кута тертя змінюється в невеликих межах (24°-26°).

Таблиця 2.3 – Кути тертя бульб картоплі

Кут тертя	Число випадків, %		
	Лорх	Рання роза	Епікур
1	2	3	4
16-19	—	—	4,2
19-22	26	4,0	25,0
22-25	50,0	24,0	31,2
25-28	22,0	42,0	33,3
28-31	2,0	22,0	2,1
31—34	—	4,0	4,2
34—37	—	2,0	—
37—40	—	2,0	—
Середній кут	24°30'	25°45'	24°

2.4. Кут перекидання бульб картоплі

Бульби картоплі мають невизначену форму поверхні, яка навіть для одного й того ж сорту не є сталою. Якщо помістити бульбу картоплі на металеву пластинку і збільшувати кут її нахилу, то при досягненні визначеного значення кута відбудеться переміщення бульби, характер якого неможливо віднести ні до руху з ковзанням, ні до руху з коченням.

За методом В.П. Горячкіна при опорі тіла на площину з тертям форма руху може бути різною. Так, при широкій площині опори відбувається ковзання; при вузькій площині опори або при прикладенні сил руху згори тіла відбувається перекидання, і при округлій формі тіл – кочення.

Для перекидання або кочення бульб повинні бути виконані дві умови:

1) достатній зв'язок з площиною, по якій відбувається рух; 2) належне розміщення рухаючої сили. Рухаючу силу при перекиданні визначають тангенсом кута перекидання (рис.2.2). Якщо рухаюча сила P

прикладена до центру бульби на відстані h , а ребро, навколо якого перекочується бульба, на відстані k від вертикалі, що проходить через центр ваги, то можна записати:

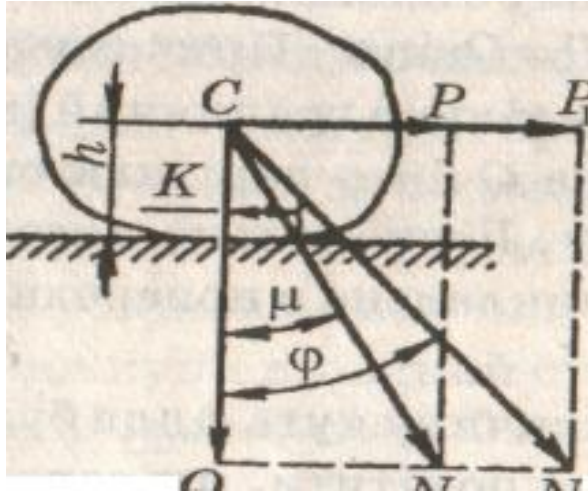


Рисунок 2.2 - Схема дії сил на бульбу при її перекиданні

$$Ph = Qk, \text{ звідки} \quad \frac{k}{h} = \frac{P}{Q}. \quad (2.1)$$

При цьому, якщо

$$\frac{k}{h} = \operatorname{tg} \mu > f,$$

то відбувається ковзання.

Якщо

$$\frac{k}{h} = \operatorname{tg} \mu < f,$$

тобто $\mu < \varphi$, то відбувається перекочування. Кут μ називається кутом перекочування.

У табл. 2.4 наведені як приклад значення кутів перекочування для деяких сортів картоплі.

Таблиця 2.4 – Кут перекидання бульб картоплі різних сортів

Кут перекидання	Сорт картоплі Кількість випадків, %		
	Епікур	Лорх	Рання роза
1	2	3	4
4—7	3.1	—	2.0
7—10	10.5	2.0	16.0
10—13	26.1	10.0	30.0
13—16	30.3	21.0	22.0
16—19	13.6	26.5	8.0
19—22	13.2	19.0	9.0
22—25	2.1	14.5	4.0
25—28	1.1	5.5	8.0
28—31	—	1.5	—
31—34	—	—	1.0
Середній кут	14° 20'	18° 12'	13° 44'

2.5 Міцність бульб картоплі

Знання інформації про міцність бульб картоплі пов'язане з тим, що робочими органами деяких картоплесадильних машин бульби затискуються в зажимах і можуть бути роздавленими.

У табл. 2.5 наведені дані (за дослідями М.Є. Мацепуро) про міцність бульб картоплі сорту Лорх.

Таблиця 2.5 - Міцність бульб картоплі сорту Лорх на роздавлення

Маса бульби, г	Площа поперечного перерізу, cm^2	Зусилля роздавлення, Н	Межа міцності, кПа	Число спостережень
35	16,5	505	306	12
45	18,5	720	400	13
55	22,4	792	354	15
65	22,1	792	358	13
75	27,0	932	345	13
85	25,2	932	370	13

З табл. 2.5 видно, що межа міцності при стисненні бульб картоплі сорту Лорх змінюється від 306 до 400 кПа. При цьому вплив маси на зміну межі міцності не був виявлений.

2.6 Агротехнічні вимоги до картоплесаджалок

Садіння є одним з найвідповідальніших технологічних процесів при вирощуванні картоплі. Якість садіння впливає на успішне проведення всіх механізованих робіт, пов'язаних з доглядом і збиранням. У всіх зонах України картоплю вирощують з утворенням гребенів. Бульби висаджують звичайним гребневим способом або в гребені, попередньо нарізані навесні чи з осені.

Починають саджати бульби тоді, коли ґрунт досягнув фізичної спілості, добре розпушується із створенням дрібногрудкуватої структури в усьому орному шарі, а його температура на глибині загортання бульб не нижче 5-7 °С. На ґрунтах легкого механічного складу прогріті бульби можна висаджувати в ранні строки одночасно з сівбою ранніх колосових культур.

Садіння потрібно завершити в оптимальні строки за 8-10 днів. Глибина загортання бульб залежно від ґрунтово-кліматичних умов, механічного складу ґрунту, розміру бульб та інших факторів становить 4-8 см від вершини гребенів до бульб. Допускається відхилення від середньої глибини садіння не більше ± 2 см. Гребені після проходу саджалки повинні бути невисокими (8—12 см), з похилими боками, прямолінійні.

Дозволяється відхилення ширини основних міжрядь не більш як на ± 2 см, а стикових - до ± 5 см. Середня лінія вершини гребенів повинна міститися над рядками висаджених бульб. Допустиме відхилення не повинно перевищувати ± 2 см.

Рівномірність розкладання бульб у кожній борозні повинна бути не нижче 60 %. Досягнути такої рівномірності розкладання можливо лише при садінні відкаліброваними бульбами та ретельному регулюванні агрегату.

Загальна кількість пошкоджених паростків при садінні пророщеними бульбами не повинна перевищувати 15 %.

Важливою умовою одержання високих врожаїв є забезпечення

оптимальної густоти садіння: на період збирання не менше 50—55 тис. кущів для продовольчої і 60—65 тис. для насінної картоплі. При встановленні густоти садіння обов'язково враховують масу висаджених бульб та їх стеблоутворювальну здатність. Зрідженість посівів призводить до зниження врожайності картоплі. Основними причинами її є неякісний і непідготовлений до садіння насінний матеріал та несправна або невідрегульована саджалка.

3 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ САДІННЯ КАРТОПЛІ

Для висадження бульб ще досить часто використовують напівначіпні саджалки КСМ-4А та КСМ-6А. Яровизовані бульби саджають машиною САЯ-4 (табл.3.1). Картоплесаджалка СН-4Б призначена для рядкового садіння неярвизованих бульб картоплі з одночасним внесенням в борозну окремо від бульб гранульованих мінеральних добрив. Вона має дві модифікації: СН-4Б-1 (з сошниками для полів, незасмічених камінням) та СН-4Б-2 (обладнана сошниками із запобіжниками для роботи на полях, засмічених камінням діаметром до 160 мм). Агрегатують саджалки з тракторами МТЗ-80/82, МТЗ-100/102, ЮМЗ-6Л, Т-70С, Т-90С, ДТ-75М.

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика картоплесаджалок

Показники	КСМ-4	КСМ-6	КСМГ-4	КСМГ-6	КСМ-4А
Ширина захвату, м	2,8	4,2	2,8	4,2	2,8
Робоча швидкість, км/год.	5-9	5-9	6-9	6-9	6-9
Продуктивність, га/год.	2,08—2,1	2,1—3,8	1,6—2,5	2,4—3,8	1,7—2,5
Середня глибина залягання бульб, см	6-14	6—14	6—14	6—14	6—14
Середня відстань між бульбами в рядку, см	18—30	18—30	18—30	18— 30	18—30
Маса, кг	2460	3020	2000	2500	2300
Кліренс, мм	300	300	300	300	300
Місткість бункерів для картоплі, кг	2300	3200	2300	3200	2300

Саджалки комплектують борознозакриваючими дисками для садіння картоплі з утворенням гребенів і гідрофікованим маркером МГ-1. Вони обладнані борінками для садіння картоплі без утворення гребенів, а також ще одним набором ложечок для садіння бульб масою від 80 до 150 г.

Картоплесаджалка КСМ-4 складається з рами з причепом, основного і завантажувального бункерів, живильних ковшів, вичерпувальних та туковисівних апаратів, сошників, борознозагортачів, стабілізатора, розпушувачів, опорних та ходових коліс. Основний бункер виконаний у вигляді ящика з похилим дном, обладнаним стулками-струшувачами. Передня стінка бункера має два вікна, які перекриваються заслінками. Завантажувальний бункер складається з двох шарнірно з'єднаних засіків з решітчастим дном, виконаним із П-подібних планок, розміщених на відстані 20 мм одна від одної.

Картоплесаджалка КСМГ-4 створена на базі саджалки КСМ-4. Призначена для садіння бульб у завчасно нарізані гребені. В саджалці відсутні туковисівні апарати і маркери. Вона має загальне на кожних два сошники копіювальне колесо, встановлене в міжрядді між ними, єдиний сошник із змінними носками для звичайних і кам'янистих ґрунтів, ланцюговий контрпривод з пересувними блоками зірочок в приводі вичерпувальних апаратів.

Картоплесаджалка САЯ-4 призначена для садіння яровизованих бульб з одночасним внесенням у борозни гранульованих мінеральних добрив. Вона відрізняється від саджалок для садіння непророщених бульб конструкцією садильних апаратів і бункерів для насінних бульб. Бункер її виконаний у вигляді ящика з вікнами в передній частині, закритими підпружиненими заслінками. Днище кожного бункера — два стрічкових транспортери з ведучими і веденими шківками, які приводяться в рух, коли ввімкнути електричні муфти на веденому валу садильного апарата. На дні живильного ковша закріплено контактний датчик, який у міру витрачання бульб вмикає електромагнітні муфти. Висаджу-вальний апарат — це ланцюг з двома рядами

ложечок, розміщеними у шаховій послідовності. Одна вітка висаджувального апарата проходить через живильний ківш і розділена розподільником з двома парами пластичних пружин, друга вітка міститься в напрямному кожусі, вікно якого виходить у сошник. Особливістю картоплесаджалки САЯ-4 є наявність обладнань для автоматичного подавання бульб у міру витрачання їх із живильних ковшів.

Широкого розповсюдження в наш час набули автоматичні і напівавтоматичні картоплесадильні машини з різноманітними садильними апаратами, які забезпечують садіння пророщених і не пророщених бульб різних розмірів.

З метою одержання раннього врожаю застосовується технологія передпосадкового пророщування бульб. Головна вимога до саджалок для пророщених бульб - обламування проростків повинно бути не більшим 15%. Найбільш придатними для садіння пророщених бульб є напівавтоматичні саджалки з ручним закладанням бульб у садильні апарати. Обламування паростків при цьому не перевищує 5-10 %, але такі саджалки, як правило, малопродуктивні. Застосування автоматичного садіння пророщеної картоплі обмежене. Це зумовлено тим, що на всіх автоматичній машинах завантаження бункера для пророщеної картоплі здійснюється шляхом обрушення садильного матеріалу, внаслідок чого відбувається пошкодження паростків. Найбільше навантаження на паростки виникає при пересипанні бульб з бункера на конвеєр. Знизити навантаження й ушкодження паростків можна, застосувавши горизонтальну безперервну подачу невеликих доз бульб.

Дворядна навісна саджалка для картоплі КСН-2 (рис.3.1) кріпиться до трактора за допомогою заднього навісного пристрою. Виконує всі операції в одному робочому циклі, пов'язаних з висаджуванням картоплі тобто оре борозни, автоматично висаджує картоплю і підгортає землю, формуючи гряди при одночасному внесенні мінеральних добрив. Ширина міжрядь – 620-670 мм, глибина садіння – 60-150 мм, продуктивність – 1,9-2,0 га/год.



Рисунок 3.1 - Дворядна навісна саджалка для картоплі КСН-2

Чотирирядна навісна картоплесаджалка (рис. 3.2) призначена для рядкової посадки не пророщених бульб картоплі з міжряддями 62-67 см. із одночасним внесенням мінеральних добрив на ґрунтах всіх типів, у всіх зонах оброблення картоплі. Агрегатується з тракторами класу 0,9-1,4 (ЮМЗ, МТЗ-80/82, МТЗ-100/102). Картоплесаджалка проста і зручна при обслуговуванні та регулюванні. За доплату є можливість встановити бункера на міндобриво.

Саджалка картопляна навісна (з туками) КСНД-2 (рис. 3.3) призначена для рядкового садіння не пророщеної картоплі з відстанню між бульбами 30 см та міжряддям 60...70 см., з внесенням мінеральних добрив (туків). Переведення в транспортне і робоче положення - гідравлічне, силовим гідроциліндром заднього навісного пристрою трактора. Саджалка обладнана центральною трьохточковою навісною системою.



Рисунок 3.2 - Чотирьохрядна навісна картоплесаджалка



Рисунок 3.3 - Саджалка картопляна навісна (з туками) КСНД-2

Багато закордонних фірм виготовляє додаткове устаткування і модифікації машин для садіння пророщеної картоплі. Так, фірми Cramer, Gruse,

Hassia /ФРН/, а також -Underhaug /скандинавські країни/ пропонують спеціальні машини, які подають картоплю в садильний орган невеликими дозами, що дозволяє зменшити пошкодження пророщених бульб.

У країнах Західної Європи широкого розповсюдження набули автоматичні картоплесадильні машини з транспортно-лотковими висадковими апаратами. У більшості конструкцій елеватор розташовують вертикально, що дозволяє дещо скоротити довжину машини.

Фірма Gruse /ФРН/ випускає дво-, чотири- і шестирядкові причіпні картопле-саджалки з черпачковими апаратами, що забезпечують садіння до 500 бульб за хвилину.

В останніх моделях фірма запропонувала конструкції садильного апарата, на транспортній стрічці якого закріплено змінні двохрядкові черпаки з пластмаси, які подають різані або пророщені бульби в борозну. Подвійна кількість черпаків дозволяє вдвічі знизити швидкість руху транспортерної стрічки порівняно зі швидкістю руху одночерпачкової стрічки. Усуненню "двійників" сприяє вібратор транспортера, регульований відповідно до розміру каліброваних бульб. Відстань між висадженими бульбами регулюється зміною швидкості руху транспортера за допомогою блока шестеренок шестерінчасто-ланцюгової передачі. Саджалка забезпечує 15 варіантів кроку між бульбами - від 18 до 51 см. Для великих площ фірма пропонує 6-рядну саджалку з бункером збільшеної місткості - 4,5 т, що дозволяє засаджувати площі до 4 га/год.

Одна з останніх моделей фірми Cramer - 2-рядна автоматична картоплесаджалка для пророщених бульб в двох варіантах: "F" - з жорстким закріпленим бункером і "P" - із підніжною дошкою для оператора і ящика з пророщеною картоплею. Саджалку обладнано 2-секційним бункером з автоматичною подачею бульб по конвеєру (рис. 3.4). Відстань між бульбами при садінні регулюється в межах 18-47 см; постачаються машини для міжрядь завширшки 68, 70 і 75 см у 2- і 4-рядному виконанні.

Фірма Nassia випускає широку гаму автоматичних картоплесаджалок у 2-, 3-, 4- і 6-рядних виконаннях з регульованою шириною міжрядь - від 62,5 до 75 см. Саджалки обладнано садильними апаратами у вигляді транспортерної стрічки з подвійними рядами чашечок. На думку фірми, ця конструкція апарата є оптимальною для садіння пророщеної картоплі завдяки повільному рухові транспортерної садильної стрічки. Особливістю конструкції саджалок фірми Nassia є безступінчастий регулятор тиску загортальних дисків по висоті, який забезпечує швидке і точне регулювання глибини загортання бульб.

Голандська фірма Structural випускає картоплесадильні машини з апаратом ремінного типу для садіння пророщеної картоплі. Саджалки випускаються в двох модифікаціях: 2-рядна напівначіпна і 4-рядна причіпна. Обидві працюють зі швидкістю 4-10 км/год. У картоплесаджалці пророщена картопля з ящиків або перекидного бункера потрапляє на транспортер-живильник і далі - на рухоме ложе, що складається з рухливих ременів круглого перетину.

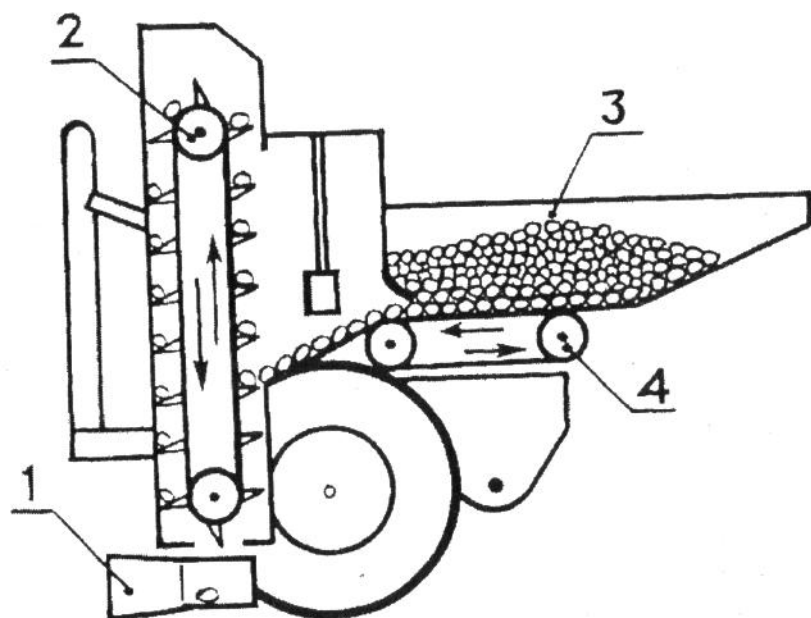


Рисунок 3.4 - Картоплесаджалка фірми Cramer:

1 - сошник; 2 - стрічковий конвеєр із черпачками; 3 - бункер; 4 - рухоме дно бункера

Фінська фірма Јuko випускає чотири моделі картоплесаджалок. Јusco-2425 -дворядна для садіння як пророщеної, так і непророщеної картоплі. Вона має бункер місткістю 450 кг, на дні якого розташовано два стрічкових транспортери для подачі бульб на елеватори з двома рядами черпачків. Підпружинені сошники і загортальні диски можна регулювати в залежності від типу ґрунтів і умов садіння, щоб стінки борозни виходили рівними і мали бажаний розмір і форму. Завдяки великій місткості бункера і автоматизації садіння досягають продуктивності 1 га/год.

Таблиця 3.2 - Технічні дані та оснащення чотирьохрядної причіпної картоплесаджалки Remprodex S 211/1 виробництва Польща

Тип саджалки		причіпна
Кількість рядків	шт	4
Глибина садження	мм	50-150
Ширина міжряддя	мм	620-670/750-900
Інтервал садження	мм	170-400
Місткість бункера	кг	800
Продуктивність	га/год.	8,0
Необхідна потужність трактора	к.с.	від 70
Робоча швидкість	км/год.	до 10
Розміри	м	3,20 x 1,80 x 1,50
Вага	кг	600

Картоплесаджалка 2-4 х рядна (рис. 3.5), ширина/висота/довжина: 170/170/170-300 см., вага - 420/520 кг., потужність трактора 50 - 100 к.с., швидкість 3-7 км/год., продуктивність 0,45-1,4 га/год., місткість бункера 300 -

600 кг., міжряддя см. 70-75-80-90. Опція: тукова система, мікрогранулятор, гідравлічно-завантажувальний бункер.



Рисунок 3.5 - Картоплесаджалки PPA 2F 75/PPA 4F 75

Аналіз існуючих конструкцій картоплесаджалок показує, що для підвищення якості їх роботи необхідно удосконалювати, насамперед, садильні апарати і, зокрема, для висадження яровизованих бульб.

4 УДОСКОНАЛЕННЯ І РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ

4.1 Обґрунтування удосконалення картоплесаджалки

Широкого розповсюдження у виробництві в наш час набули автоматичні і напівавтоматичні картоплесадильні машини з різноманітними садильними апаратами, які забезпечують садіння пророщених і не пророщених бульб різних розмірів.

З метою підвищення урожайності та одержання раннього врожаю картоплі застосовується технологія передпосадкового пророщування бульб. Головна вимога до саджалок для пророщених бульб - обламування проростків повинно бути не більшим 15%. Найбільш придатними для садіння пророщених бульб є напівавтоматичні саджалки з ручним закладанням бульб у садильні апарати. Обламування паростків при цьому не перевищує 5-10 %, але такі саджалки малопродуктивні.

Застосування автоматичного садіння пророщеної картоплі обмежене. Це зумовлено тим, що на всіх автоматичній машинах завантаження бункера для пророщеної картоплі здійснюється шляхом обрушення садильного матеріалу, внаслідок чого відбувається пошкодження паростків. Найбільше навантаження на паростки виникає при пересипанні бульб з бункера на садильні апарати.

Багато закордонних фірм виготовляє модифікації машин для садіння пророщеної картоплі. Так, фірми Cramer, Gruse, Nassia /ФРН/, а також - Underhaug /скандинавські країни/ пропонують спеціальні машини, які подають картоплю в садильний орган невеликими дозами, що дозволяє зменшити пошкодження пророщених бульб. Подача садильного матеріалу здійснюється із центрального бункера або індивідуальних бункерів для кожного рядка.

В проекті пропонується конструкція модульної картоплесадильної машини для яровизованої картоплі з транспортно-лотковими садильними апаратами. Елеватори машини розташовані вертикально, що дозволяє дещо скоротити довжину машини. Транспортні стрічки садильних апаратів обладнані змінними двохрядковими черпаки, які можуть подавати різані або пророщені бульби в борозну. Подвійна кількість черпаків дозволяє вдвічі знизити швидкість руху транспортної стрічки порівняно зі швидкістю руху одночерпачкової стрічки. Усуненню "двійників" сприяє вібратор транспортера, регульований відповідно до розміру каліброваних бульб. Відстань між висадженими бульбами регулюється зміною швидкості руху транспортера за допомогою блока шестерень і ланцюгової передачі та швидкості переміщення агрегату.

4.2 Розрахунок валу садильних апаратів

Для приводу робочих органів картоплесаджалки використовується карданний вал, через який передається потужність від двигуна енергозасобу (трактора), необхідно розрахувати його на міцність.

1. Визначаємо реакції в опорах вала у вертикальній площині.

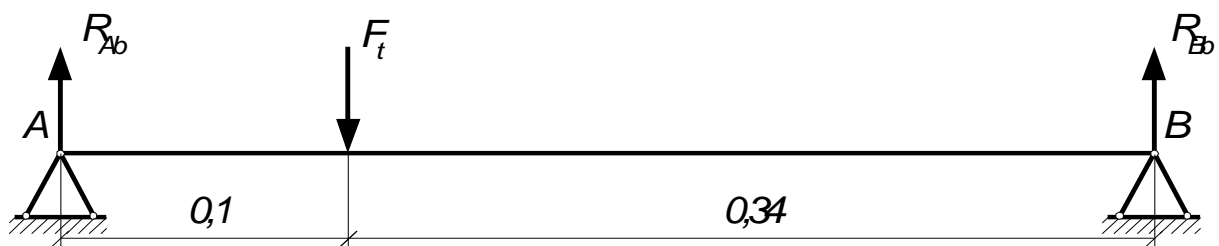


Рисунок 4.1 - Схема реакцій у вертикальній площині

$$F_t = 2T / d_2 \quad (4.1)$$

$$F_t = 2 \cdot 307,2 / 0,36 = 1706,6 \text{ Н ;}$$

Сума реакцій відносно точки A

$$\Sigma A = -F_t \cdot 0,1 + R_{Bb} \cdot 0,44 \quad (4.2)$$

Звідси $R_{Bb} = (F_t \cdot 0,1) / 0,44 \quad (4.3)$

$$R_{Bb} = (1706,6 \cdot 0,1) / 0,44 = 387,9 \text{ Н ;}$$

Сума реакцій відносно точки В

$$\Sigma B = F_t \cdot 0,34 - R_{Ab} \cdot 0,44 \quad (4.4)$$

Звідси $R_{Ab} = (F_t \cdot 0,34) / 0,44 \quad (4.5)$

$$R_{Ab} = (1706,6 \cdot 0,34) / 0,44 = 1318,7 \text{ Н .}$$

2. Визначаємо реакції в опорах вала у горизонтальній площині

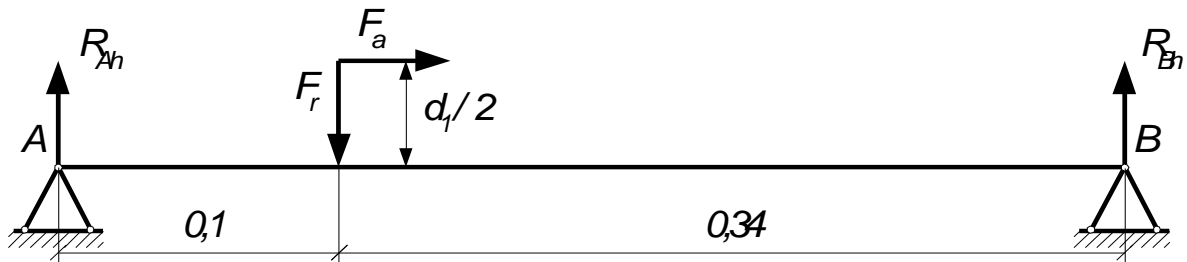


Рисунок 4.2 - Схема реакцій у горизонтальній площині

$$F_r = 647 \text{ Н ;} \quad F_a = 457,3 \text{ Н ;}$$

Сума реакцій відносно точки А

$$\Sigma A = -F_r \cdot 0,1 - F_a \cdot d_1/2 + R_{Bh} \quad (4.6)$$

Звідси $R_{Bh} = (647 \cdot 0,1 + 457,3 \cdot 0,18) / 0,44 = 334,1 \text{ Н.}$

Сума реакцій відносно точки В

$$\Sigma B = F_r \cdot 0,34 + F_a \cdot d_1/2 - R_{Ah} \quad (4.7)$$

Звідси $R_{Ah} = (647 \cdot 0,34 + 457,3 \cdot 0,18) / 0,44 = 686,8 \text{ Н.}$

3. Визначаємо епюри моментів у вертикальній площині

Переріз А $M_x = 0$;

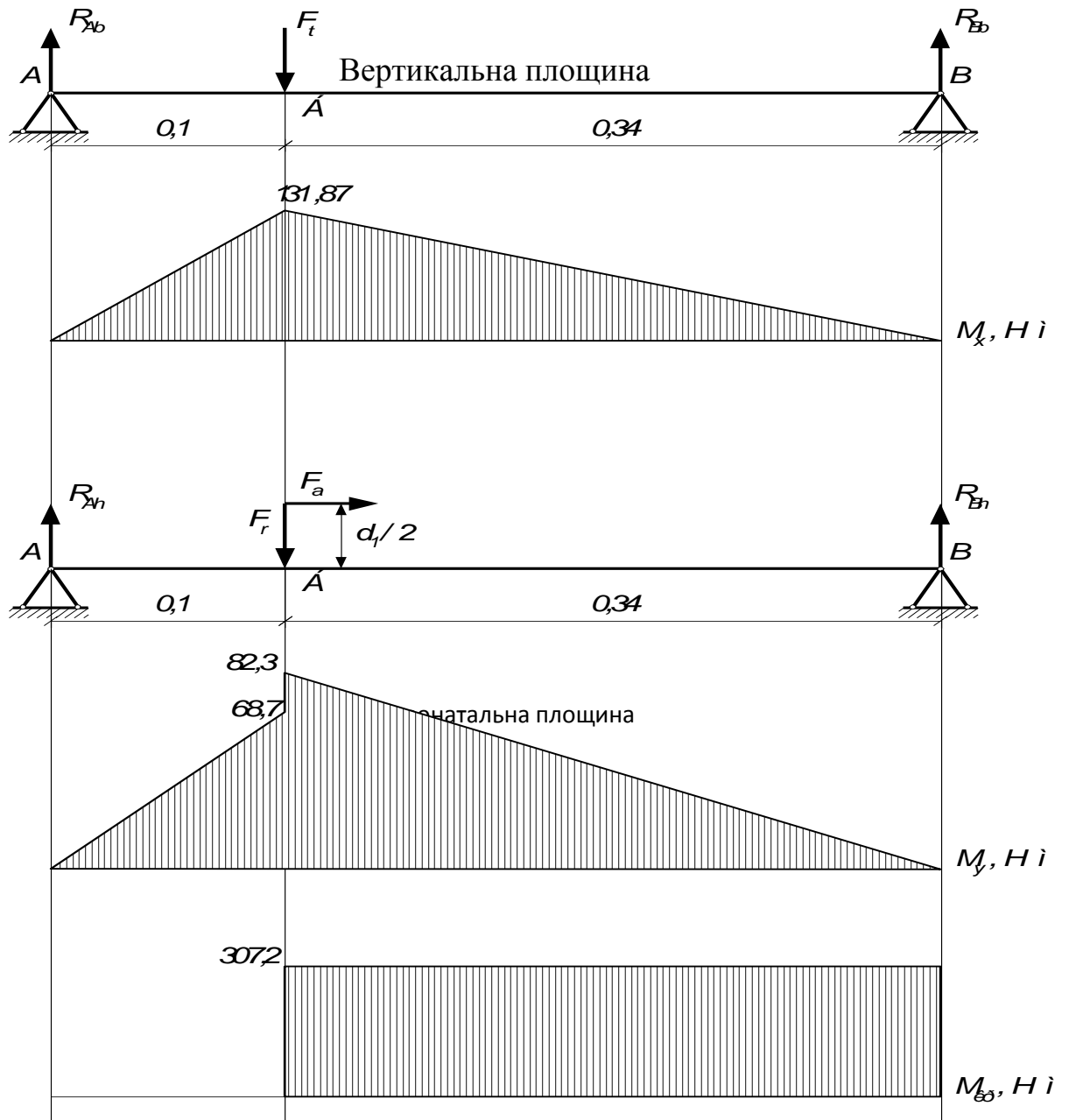


Рисунок 4.3 - Схеми епюр моментів

Переріз Б $M_x = R_{Ab} \cdot 0,1 = 131,87 \text{ Нм}$;

Переріз В $M_x = 0$.

4. Визначаємо епюри моментів у горизонтальній площині

Переріз А $M_y = 0$;

Переріз Б $M_y = R_{Ah} \cdot 0,1 = 68,7 \text{ Нм}$;

Переріз В $M_y = R_{Ah} \cdot 0,1 + F_a \cdot d_1/2 = 68,7 + 457,3 \cdot 0,18 = 151 \text{ Нм}$.

Крутний момент $M_{кр} = T_4 = 307,2 \text{ Нмм}$.

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} \quad (4.8)$$

При побудові епюр моментів видно, що найбільш небезпечним є переріз Б.

5. Розраховуємо переріз Б на статичну міцність:

Результуючий згинаючий момент

$$M = \sqrt{131,87^2 + 151^2} \cdot 10^3 = 200,2 \cdot 10^3 ;$$

Осьовий момент опору перерізу

$$W = (\pi \cdot d^4 + br (D - d) \cdot (D + d)^2) / 32 \cdot D \quad (4.9)$$

$$W = (3,14 \cdot 65^4 + 8 \cdot 6 (70-65) \cdot (70 + 65)^2) / 32 \cdot 70 = 28760 \text{ мм}^3$$

Еквівалентна напруга

$$\sigma = (\sqrt{M^2 + M_k^2}) / W \quad (4.10)$$

$$\sigma = (\sqrt{(200500)^2 + (307200)^2}) / 28760 = 12,8 \text{ Н/мм}^2.$$

Коефіцієнт запасу міцності по текучості при коефіцієнті перевантаження $K_{\Pi} = 2,5$.

$$S_T = \sigma_T / (K_{\Pi} \cdot \sigma) \quad (4.11)$$

$$S_T = 650 / (2,5 \cdot 12,8) = 20,3 > [S_T] = 1,6 .$$

Статична міцність вала в перерізі Б забезпечується.

6. Розрахунок перерізу Б на опір втомленості

Визначаємо амплітуду напруги циклу в небезпечному перерізі:

$$\sigma_a = M / W \quad (4.12)$$

$$\sigma_a = 200,5 \cdot 10^3 / 28760 = 6,9 \text{ Н/мм}^2 ;$$

$$\tau_a = M_k / 2 \cdot W_k \quad (4.13)$$

$$\tau_a = 307,2 \cdot 10^3 / 2 \cdot 66950 = 4,3 \text{ Н/мм}^2 ;$$

Коефіцієнти концентрування напруг в даному перерізі :

$$(K\sigma)_D = ((K\sigma/K_d) + K_F - 1) \cdot (1 / (K \cdot V)) \quad (4.14)$$

$$(K\sigma)_D = (3,9 + 1 - 1) / 1 = 3,9;$$

$$(K\tau)_D = ((K\tau/K_d) + K_F - 1) \cdot (1 / (K \cdot V)) \quad (4.15)$$

$$(K\tau)_D = (2,75 + 1 - 1) / 1 = 2,75;$$

Границі витривалості вала :

$$(\sigma_{-1})_D = (\sigma_{-1}) / (K\sigma)_D \quad (4.16)$$

$$(\sigma_{-1})_D = 350 / 3,9 = 89,7 \text{ Н/мм}^2 ;$$

$$(\tau_{-1})_D = (\tau_{-1}) / (K\tau)_D \quad (4.17)$$

$$(\tau_{-1})_D = 210 / 2,75 = 76,4 \text{ Н/мм}^2.$$

Коефіцієнти запасу по нормальним і дотичним напругам :

$$S\sigma = (\sigma_{-1})_D / \sigma_a \quad (4.18)$$

$$S\sigma = 89,7 / 6,9 = 13 ;$$

$$S\tau = (\tau_{-1})_D / \tau_a \quad (4.19)$$

$$S\tau = 76,4 / 4,3 = 17,8.$$

Коефіцієнт запасу міцності в перерізі Б :

$$S = (S\sigma \cdot S\tau) / \sqrt{S\sigma^2 + S\tau^2} \quad (4.20)$$

$$S = (13 \cdot 17,8) / \sqrt{13^2 + 17,8^2} = 10,5 > [S] = 2,1.$$

Так як запас міцності валу розрахований на навантаження, що перевищує розрахункове значення в 2,1 рази, то умова міцності виконується.

4.3 Розрахунок болтового з'єднання на зріз

Для розрахунку на зріз візьмемо болтове з'єднання, з'єднуючий брус тягової штанги з накладкою. Болт поставлений в отвір з'єднаних деталей без зазору в зв'язку із значним зсуваючим навантаженням.

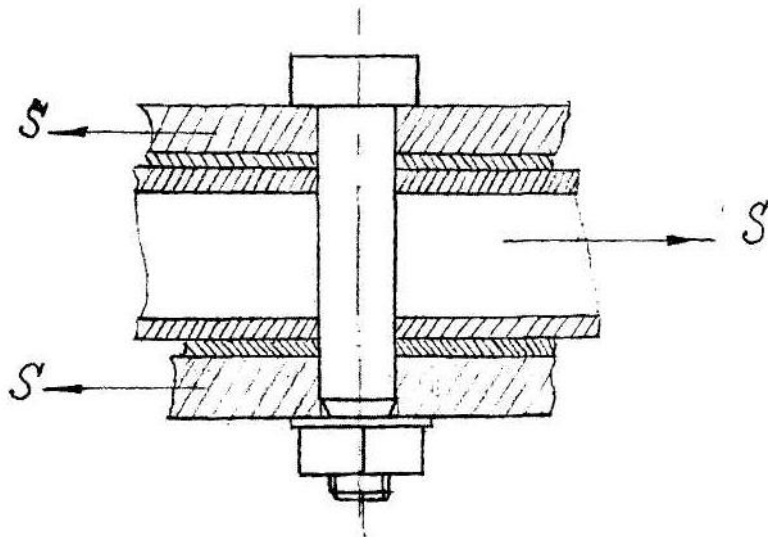


Рисунок 4.4 - Болтове з'єднання тягової штанги

Здвигаючі сила $S(N)$ приймається безпосередньо болтом, який працює на зріз.

$$\tau = \frac{4S}{\pi d_0^2 i Z} \leq [\tau] \quad (4.21)$$

де: i – число площі зрізу;

$[\tau]$ – допустима напруга на зріз матеріалу болта ($[\tau] = (0,2 \dots 0,3) \sigma_T$, $\sigma_T = 480 \text{ МПа}$; $[\tau] = 144 \text{ МПа}$).

d_0 = діаметр болта

Тоді,

$$\tau = \frac{4 \cdot 379744}{3.14 \cdot 25^2 \cdot 6 \cdot 1} = 129 \leq [\tau]$$

Циліндричні поверхні контакту з'єднаних деталей в нарізаній частині болта перевіряємо на зминання.

Для останньої деталі з'єднання напруги зминання:

$$\sigma_{cm} = \frac{S}{2 \cdot d_0 \cdot h_1 \cdot Z} \leq [\sigma_{cm}] \quad (4.22)$$

де: h_1 – товщина крайньої деталі, мм

$[\sigma]$ – допустима напруга на зминання.

$$[\sigma_{cm}] = [\sigma_T]$$

Тоді

$$\sigma_{cm} = \frac{379744}{2 \cdot 25 \cdot 20 \cdot 2} = 189,8 \leq [\sigma_{cm}]$$

Для середньої деталі

$$\sigma_{cm} = \frac{S}{2 \cdot d_0 \cdot h_2 \cdot Z} \leq [\sigma_{cm}] \quad (4.23)$$

$$\sigma_{cm} = \frac{379744}{2 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 2} \leq 379,7 \leq [\sigma_{cm}]$$

Таким чином, умови виконуються.

Отримані дані розрахунків використовуються при проектуванні вузлів і деталей удосконаленої картоплесаджалки.

5 ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

5.1 Складання технологічної карти на вирощування картоплі

Основним технологічним документом на вирощування або збирання будь-якої сільськогосподарської культури у господарстві є технологічна карта (додаток). Технологічна карта – це документ, який відображає досягнення і перспективи розвитку технології виробництва певного продукту [20].

Вона є зведеним планом виконання робочих процесів протягом усього періоду вирощування певної сільськогосподарської культури. У технологічній карті враховуються конкретні природно - кліматичні умови, виробничий напрям і специфікація вирощування певної сільськогосподарської культури. Розробка технологічних карт – трудомісткий процес, тому їх складають раз на кілька років при щорічному коригуванні [20].

Технологічна карта складається з таких основних складових:

- перша графа містить назву операцій, які проводяться протягом усього періоду вирощування даної культури;
- наступна графа – це графа, яка містить оптимальний склад машинно-тракторних агрегатів (МТА).
- наступна графа – це технічне забезпечення операцій і нормативи на використання техніки (змінна норма виробітку, норма витрати палива, еталонна продуктивність);
- наступна – потреба в ресурсах (кількість технологічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і норма змін (ресурси часу), палива, технологічних матеріалів);
- далі графа показників ефективності та економічності операцій [21].

У технологічній системі землеробства операції виконуються переважно машинно-тракторними агрегатами. Задача вибору раціонального складу МТА є багатоваріантною, а область альтернативних варіантів обмежується наявними у області використання технічних засобів, характеристиками полів, агротехнічними і екологічними вимогами (наприклад, тиском ходових систем на ґрунт). Обмеження дозволяють істотно зменшити число альтернатив, що полегшує наступний вибір раціонального складу МТА [22].

У більшості випадків задача вибору технічних засобів зводиться до двокритеріальної, а саме: забезпечити максимальну корисність при мінімально можливих експлуатаційних витратах.

У такому формулюванні виділяються два узагальнені критерії – корисність і витрати. Із числа можливих варіантів складу МТА потрібно сформулювати вихідну множину альтернатив (ВМА), із якої буде зроблено остаточний вибір. Формування ВМА при багатокритеріальній оцінці варіантів доцільно здійснювати з використанням методу Паретто [20]. Суть методу полягає у виявленні варіантів, що за прийнятними критеріями домінують над іншими, а також варіантів, над якими немає домінування. Проте цей метод не вказує який із варіантів найкращий, а лише показує який домінує над іншими, тому використовуємо більш простий метод – метод наближення відстані до цілі. Його суть полягає у порівнянні j -го варіанту ВМА з деякими ідеалізованими варіантами. Переважно це умовний варіант, якому приписують кращі значення критеріїв з числа варіантів, що порівнюються. На прикладу для основної і ще декількох операцій вибираємо агрегати за цим методом. Для кожного j -го варіанту ВМА визначається показник віддаленості від ідеалу (відстань до цілі) за формулою:

$$\mu_j = \frac{1}{N} \left(\sum_1^N \frac{U_{i,j}}{U_{i,0}} \right) - 1, \quad (5.1)$$

де μ_i - відстань до цілі j -го варіанту;

N – число критеріїв;

$U_{i,j}$ і $U_{i,0}$ – відповідно, значення і-го критерію j-го та ідеалізованого варіантів.

Розглянемо декілька операцій і виберемо агрегати для них за даним методом: перевертання валків[21].

За формулою 5.1 знайдемо наближення до цілі кожного із запропонованих агрегатів по двом критеріям ($N = 2$): продуктивність і витрата палива (таблиця 5.1):

$$\mu_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{50,4}{50,4} + \frac{0,32}{0,4} \right) - 1 = -0,1,$$

$$\mu_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{34,2}{50,4} + \frac{0,4}{0,4} \right) - 1 = -0,15,$$

$$\mu_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{43,4}{50,4} + \frac{0,29}{0,4} \right) - 1 = -0,2.$$

Отже, розглянувши даний приклад можна зробити висновок, що найбільш економічним агрегатом для культивування з боронуванням є агрегат ДТ-75М+СП-11+КПС-4+БЗСУ-1,0.

Знайдемо найбільш економічний і ефективний агрегат для досходового боронування. Для цього також розглянемо сукупність агрегатів, порівняємо їх технічні характеристики і виберемо найкращий варіант (таблиця 5.2).

$$\mu_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{87,6}{87,6} + \frac{0,83}{0,83} \right) - 1 = 0,$$

$$\mu_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{78,0}{87,6} + \frac{0,77}{0,83} \right) - 1 = -0,09,$$

$$\mu_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{52,0}{87,6} + \frac{0,59}{0,83} \right) - 1 = -0,34.$$

Проаналізувавши дані розрахунки робимо висновок, що найбільш економічним і ефективним на даній операції є агрегат Т-150К+СП-11+БЗТС-1,0.

Таблиця 5.1 – Характеристика роботи агрегатів для культивації з боронуванням

Склад МТА	W, га/зм	g _п , кг/га	f _п , га/кг	μ
К-701+СГ-21+КП-4А+БЗСУ-1,0	50,4	2,7	0,32	0,1
ДТ-75М+СП-11+КПС-4+БЗСУ-1,0	34,2	2,9	0,40	-0,15
Т-150К+СП-16+КПС-4+БЗСУ-1,0	43,4	4,2	0,29	-0,2
Ідеалізований варіант	50,4	2,7	0,4	

Таблиця 5.2 – Характеристика роботи МТА при боронуванні

Склад МТА	W, га/зм.	g _п , кг/га	f _п , га/кг	μ
МТЗ-80+СП-11+БЗТС-1,0	52,0	1,7	0,59	-0,34
ДТ-75+СП-11+БЗТС-1,0	78,0	1,3	0,77	-0,09
Т-150К+СП-1+БЗТС-1,0	87,6	1,2	0,83	0
Ідеалізований варіант	87,6	1,2	0,83	

Розглянемо ще одну операцію – садіння картоплі (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3 – Характеристика роботи МТА при садінні картоплі

Склад МТА	W, га/зм	g _п , кг/га	f _п , га/кг	μ
ДТ-75М+КСМ-6	8,7	6,9	0,72	0,039
МТЗ-80+КСМ-4	7,6	6,4	0,65	0,062
Т-70+КСМ- 6	5,3	8,0	0,71	-0,075
Ідеалізований варіант	8,7	6,4	0,71	

$$\mu_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{8,7}{8,7} + \frac{6,9}{6,4} \right) - 1 = 0,039,$$

$$\mu_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{7,6}{8,7} + \frac{6,4}{6,4} \right) - 1 = 0,062,$$

$$\mu_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{5,3}{8,7} + \frac{8,0}{6,4} \right) - 1 = -0,75.$$

Аналізуючи дані розрахунків можна зробити висновок, що найбільш ефективним і економічним на даній операції є МТЗ-80+КСМ-4.

При складанні технологічної карти доцільно виділити окремі технологічні цикли, що об'єднуються у сукупність операцій із спільною метою (основний обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю), оскільки операції у технологічному циклі взаємопов'язані агротехнічними вимогами і часовими режимами. Для сумісних операцій календарні строки повинні бути однакові.

Всі показники технологічної карти розраховуються наступним чином [21].

Для прикладу розрахуємо операцію лущення агрегатом Т-150К+ЛДГ-15.

Обсяг робіт визначаємо за формулою:

$$\Omega = F \cdot k, \text{га}, \quad (5.2)$$

де F – площа вирощування сільськогосподарської культури, га;

k – коефіцієнт кратності виконання операції.

Площа вирощуваної культури $F = 60\text{га}$, коефіцієнт кратності $k = 1$.

Тоді:

$$\Omega = 60 \cdot 1 = 60\text{га}.$$

Коефіцієнт змінності визначаємо за формулою:

$$K_{зм} = \frac{T_{\partial}}{T_{зм}}, \quad (5.3)$$

де T_{∂} – тривалість роботи агрегату за добу, год.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год..

Приймаємо тривалість роботи агрегату за добу $T_d = 7 год.$. Тривалість робочої зміни $T_{зм} = 7 год.$.

Тоді:

$$K_{зм} = \frac{7}{7} = 1.$$

Змінну норму виробітку визначимо за формулою:

$$W_{зм} = W_{год} \cdot T_{зм}, \quad (5.4)$$

де $W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год..

Тоді:

$$W_{зм} = 8,54 \cdot 7 = 59,8 \text{ га/зм.}$$

Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт в агрострок кількість агрегатів n_a визначаємо за формулою:

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} K_{зм} D_p}, \quad (5.5)$$

де D_p – тривалість робіт, днів;

В нашому випадку: $\Omega = 60 \text{ га}$; $W_{зм} = 59,8$; $K_{зм} = 2$ (див. формулу 5.3) $D_p = 5$ днів.

Підставимо зазначені дані в (5.5) отримаємо:

$$n_a = \frac{60}{59,8 \cdot 2 \cdot 5} = 0,10,$$

приймаємо 1 агрегат.

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота, підраховуємо за формулою:

$$D_{\phi} = \frac{\Omega}{n_a W_{зм} K_{зм}}, \quad (5.6)$$

Підставляємо в формулу свої значення і отримуємо:

$$D_{\phi} = \frac{60}{1 \cdot 59,8 \cdot 2} = 0,50,$$

приймаємо 1 днів.

Число нормо-змін, необхідних для виконання роботи, знаходимо за формулою:

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}}, \quad (5.7)$$

де $N_{зм}$ – число нормо-змін.

$$N_{зм} = \frac{60}{59,8} = 1,0.$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначимо за формулами:

$$n_m = m_m \cdot n_a \cdot K_{зм}, \quad (5.8)$$

$$n_d = m_d \cdot n_a \cdot K_{зм}, \quad (5.9)$$

де n_m і n_d – відповідно, кількість механізаторів та допоміжних робітників обслуговуючих агрегат.

Визначимо кількість механізаторів для даної операції:

$$n_m = 1 \cdot 1 \cdot 2 = 2 \text{ механізатори}$$

Аналогічно визначаємо кількість допоміжних робітників.

Кількість палива необхідного для виконання роботи визначаємо по формулі:

$$G_{п} = \Omega \cdot g_{п}, \quad (5.10)$$

де $g_{п}$ – норма витрати палива, кг/га.

Для операції снігозатримання витрата палива буде становити:

$$G_{п} = 60 \cdot 3,0 = 180 \text{ кг.}$$

Затрати праці на виконання робіт підраховуємо за формулою:

$$Z_{\text{п}} = (n_{\text{м}} + n_{\text{д}}) / W_{\text{зм}} \cdot T_{\text{зм}} \quad (5.11)$$

В нашому випадку затрати праці будуть становити:

$$Z_{\text{п}} = (2 + 0) / 59,8 \cdot 7 = 0,05 \text{ год./га.}$$

Виробіток машинно-тракторних агрегатів в умовних одиницях визначають за формулою:

$$W_{\text{y}} = \lambda \cdot N_{\text{зм}} \cdot T_{\text{зм}}, \quad (5.12)$$

де W_{y} – виробіток агрегату в умовних одиницях, у. е. га;

λ - годинна еталонна продуктивність, у. е. га/год.

Умовний виробіток на операції лущення буде таким:

$$W_{\text{y}} = 1,65 \cdot 1,0 \cdot 7 = 11,55 \text{ у. е. га.}$$

Аналогічно приведеному прикладу по лущенню стерні ми виконуємо решту розрахунків, по операціям.

Всі отримані дані заносимо у відповідні їм колонки технологічної карти.

5.2 Побудова графіка використання тракторів

При побудові графіка використання тракторів по осі абсцис відкладають заданий календарний період виконання польових механізованих робіт, а по осі ординат — установлену розрахунком кількість тракторів відповідних марок, що необхідна для виконання запланованого обсягу робіт по операції. Кожній операції на графіку може відповідати один або кілька прямокутників, основою яких є тривалість виконання операції в календарних днях, а висотою — кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції.

Графіки використання всіх запланованих марок тракторів будують на одному аркуші та на одній календарній шкалі. Якщо строки проведення робіт по кількох операціях збігаються, то прямокутники на графіках відповідних марок тракторів будуть один над другим. Загальна висота їх у перерізу,

перпендикулярному осі календарних днів, дорівнює в масштабі кількості тракторів, необхідних у даний момент для виконання запланованих робіт.

Кожний прямокутник кодують номером тієї операції, на виконання якої запланований даний трактор.

Побудова графіків використання тракторів, одночасно з визначенням комплексу машин для виконання циклу механізованих робіт, дає можливість визначити завантаження всього тракторного парку підрозділу в заплановані календарні строки виконання будь-якої операції: які трактори і скільки уже заплановано до використання у ці ж строки, які та скільки ще вільні. Це дозволяє ще на ранній стадії складання плану виконання робіт та проведення відповідних розрахунків виявити грубі прорахунки в розподілі тракторів за операціями та помилки в розрахунках, встановити причину підвищеної потреби в тракторах та механізаторах і визначити, яким чином зменшити цю потребу: або «передати роботу» на другу, менш завантажену марку трактора, якщо він може якісно виконати даний вид роботи, або збільшенням тривалості робочого дня в цей період, або зміною інтенсивності роботи в межах агростроку, або зміною виконання процесу.

Таблиця 5.4 – Потреба у тракторах для виконання технологічного процесу вирощування картоплі

Марка трактора	Необхідна кількість
Трактори: Т-150К	1
Т-150	2
МТЗ-80	3
МТЗ-82	5

Після побудови графіка використання тракторів та його коригування по ньому візуально визначають, найбільшу кількість тракторів кожної марки, що одночасно зайняті на виконанні механізованих робіт, яку й приймають, за потребу в них. Розраховану кількість тракторів наведемо у таблиці 5.4.

5.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин

Одночасно або після побудови графіка використання тракторів будують графік використання сільськогосподарських машин. Для цього по осі абсцис графіка відкладають, як і в першому випадку, календарні дати, а по осі ординат — найменування та марку сільськогосподарських машин та сумарну потребу в цих машинах. Використання сільськогосподарських машин на цих графіках позначають лінією, паралельною осі абсцис, довжина якої у відповідному

Таблиця 5.5 - Потреба у сільськогосподарських машинах для виконання технологічного процесу вирощування картоплі

Сільськогосподарська машина	Необхідна кількість
ЛДГ-15	1
ПЛН-6-35	2
ПЭА-1,0	1
БЗСС-1,0	21
БЗТС-1,0	21
ПРТ-10	1
КПС-4	3
УСМК-5,4	1
СП-11	1
СГ-21	1
КРН-4,2	1
КСМ-4М	1
1ПТС-4	5
КОН-2,8ПМ	1
РЖТ-4,2	1
ОП-2000	1
КИР-1,5Б	2
ККУ-2А	3

масштабі дорівнює розрахунковій тривалості роботи сільськогосподарської машини на виконанні технологічної операції. Над лінією проставляють розрахункову кількість тих машин, що використовують на даній операції, а під лінією — номер цієї операції в переліку запланованих робіт на даному полі сівозміни.

Після побудови графіка по ньому визначають найбільшу кількість сільськогосподарських машин кожної марки, одночасно зайнятих на виконанні технологічних операцій, яку й приймають за потребу в них.

На цьому графіку лініями другої товщини або другого кольору можуть бути позначені періоди зняття сільгоспмашин із зберігання та постановки їх на короткочасне або тривале зберігання, період ремонту по закінченню використання їх на механізованих роботах. У цьому разі графік використання машин буде одночасно і планом-графіком комплектування та налагодження агрегатів, постановки машин на зберігання та їх ремонт. Розраховану необхідну кількість сільськогосподарських машин наведемо у таблиці 5.5.

Після проведення даних розрахунків ми маємо розраховану необхідну кількість тракторів і сільськогосподарських машин для виконання технологічного процесу вирощування картоплі.

6 РОЗРАХУНКИ ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ САДІННЯ КАРТОПЛІ

Технологію і організацію механізованих господарських робіт відображають в операційних картах. Зведена операційно-технологічна карта включає 6-8 пунктів, кожен з яких (при необхідності) ілюструється графічно: умови роботи, агротехнічні вимоги, комплектування і підготовка апарату до роботи, підготовка поля, організація роботи апарату в загінці, контроль якості роботи, охорона праці та навколишнього середовища.

6.1 Умови роботи агрегату і агротехнічні вимоги

Площа поля – 60 га; група поля – 2; довжина гонів – 900 м; величина схилу – 3%; урожайність – 300 ц/га.

Для посадки картоплі використовують бульби середньої величини (50 – 80 г). Допускається висаджувати також і дрібні (30 – 50 г), крупні (80 – 120 г) і різані бульби. Картоплесаджалка повинна висаджувати бульби рядковим способом з шириною міжрядь 700 мм. Машина не повинна обламувати ростки яровизованих бульб.

При посадці середніх бульб допускається не більше 3% пропусків і не більше 3% гнізд з двома бульбами. Бульби повинні бути розміщені в рядку рівномірно, з заданими інтервалами (від 200 до 400 мм) і на заданій глибині.

При гребеневій посадці машина повинна висаджувати бульби на глибину 80 – 100 мм від вершини гребеня, а при гладкій – на глибину 60 – 120 мм від поверхні поля.

Картоплесаджалка повинна заробляти добрива з ґрунтовим прошарком між бульбами або разом з ними. За однакових умов бульби дрібної фракції (30-50 г) висаджують, як правило, на 2-3 см мілкіше, ніж середньої (50-80 г).

Для садіння у попередньо нарізані гребені опорні колеса саджалок опускають на 10-15 см нижче їх нормального положення.

6.2 Підготовка садильних агрегатів до роботи

Насамперед перевіряють технічний стан картоплесаджалок, стежать за роботою вузлів і механізмів протягом 20-30 хв., прокручуючи саджалку в холосту валом відбору потужності (ВВП) трактора. Після цього перевіряють всі гайки і гвинти і при необхідності затягують їх. Під час обертання ложечки не повинні торкатися боковий живильного ковша, дна і фартуха. Потрібно, щоб кінці важелів притискачів легко заходили за шини і відводили притискачі від ложечок.

Кут входження сошника в ґрунт повинен бути таким, щоб у горизонтальному положенні рами саджалки при зіткненні носка сошника з горизонтальною площиною на землі задній край його нижнього обрізу був вище неї на 35-50 мм. Кут входження в ґрунт регулюють зміною довжини верхньої тяги.

Глибину садіння бульб регулюють підніманням або опусканням копіювальних котків сошників, внаслідок з'єднання (за допомогою штиря) збіжних отворів вертикального важеля з сектором.

Туковисівні апарати. У картоплесаджалки допустимий зазор між висівним диском і нижньою кромкою пояса становить не більше 1 мм.

Перевіряють правильність встановлення напрямних скребків у положенні, коли кінець скребка впирається у внутрішню поверхню пояса. Риска на важелі регулятора має збігатися з нулем на шкалі. Щоб правильно встановити напрямний скребок, звільняють барабанчик і обертають важіль регулятора до торкання кінця направляючої внутрішньої поверхні пояса. Якщо при цьому риска важеля регулятора не збігається з нульовою позначкою на шкалі, відпускають гайки і по овальних отворах козирка зсовують шкалу в потрібному

напрямку до збігання рисок. Потім затягують гайки до кінця. Перевіряють глибину зчеплення конічних шестерень, зазор між зубцями який повинен бути в межах 0,5—1,5 мм. Регулюють його переставлянням шайб.

Опорні колеса. Осьовий люфт не повинен перевищувати 0,5 мм, його регулюють затягуванням гайки до з'явлення завищеного опору обертанню колеса, а потім відкручують гайки до збігання їх прорізів з вусами шайб. Фіксують відгинанням вуса шайби в прорізу гайки. Ланцюгові передачі в усіх саджалках повинні мати попереднє (монтажне) провисання ланцюгів.

Регулювання норми внесення добрив. Щоб встановити туковисівні апарати на потрібну норму внесення добрив, змінюють висоту висівного отвору обертанням важеля заслінки і фіксацією його на відповідних поділках шкали сектора. Засипають у банки добрива, виймають тукопроводи і до кожного з них підв'язують мішечки. Прокручують диски вичерпувальних апаратів n разів.

Маса добрив, висіяна за n обертів диска вичерпувальних апаратів одним туковисівним апаратом, помножена на 100, відповідає встановленій нормі висіву добрив на 1 га.

6.3 Визначення режимів роботи агрегату

Визначення режиму роботи агрегату зводиться до вибору робочої передачі, в межах агротехнічно допустимих швидкостей руху (4...9 км/год.). В даному інтервалі агротехнічних швидкостей руху вибираємо передачі трактора, які задовольняють вищезазначену умову: $V_{12} = 6,9$ км/год., $V_{13} = 8,22$ км/год., $V_{13} = 9,62$ км/год.

Підраховуємо величину тягового зусилля трактора на вибраних передачах із врахуванням умов роботи [6] .

$$P_{\text{гак}} = P_{\text{руш}} - P_f - P_a, \text{ кН} \quad (6.1)$$

де $P_{\text{гак}}$ – номінальне тягове зусилля трактора на i -й передачі, кН;

P_f – сила опору перекочування трактора, кН [6] .

$$P_f = G_{\text{тр}} \cdot f_{\text{тр}}, \text{ кН} \quad (6.2)$$

де $f_{\text{тр}}$ – коефіцієнт опору перекочуванню трактора, $f_{\text{тр}} = 0,05$ [6] ;

$G_{\text{тр}}$ – вага трактора, кН .

$$P_f = 26,3 \cdot 0,05 = 1,31$$

$P_{\dot{\alpha}}$ – сила опору трактора під час руху на підйом, кН [6] ;

$$P_{\dot{\alpha}} = G_{\text{тр}} \cdot i/100, \text{ кН} \quad (6.3)$$

де i – величина схилу, %

$$P_{\dot{\alpha}} = 26,3 \cdot 3/100 = 0,78 \text{ кН.}$$

Дотичну силу тяги трактора в залежності від передачі можна визначити за формулою [6]:

$$P_d = \frac{9,55 \cdot N_e \cdot i_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{тр}}}{r_k n}, \text{ кН} \quad (6.4)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна трактора, кВт ;

$i_{\text{тр}}$ – передаточне число трансмісії;

$\eta_{\text{тр}}$ – ККД трансмісії;

r_k – радіус перекочування трактора, м;

n – частота обертання колінчатого вала двигуна, хв^{-1} .

У колісних тракторів ККД трансмісії $\eta_{\text{тр}} = 0,91 \dots 0,92$. Передаточне число трансмісії на заданій передачі можна взяти з технічної характеристики трактора або визначити за формулою [12]:

$$i_{\text{тр}} = \frac{0,377 \cdot n_n \cdot r_k^T}{V_T}, \quad (6.5)$$

де n_n – номінальна частота обертання колінчастого вала, хв^{-1} ;

r_k^T – теоретичний радіус перекочування;

V_T – теоретична швидкість руху, км/год.

Механічний ККД трансмісії визначається за формулою:

$$\eta_{\text{тр}} = \eta_{\text{ц}}^n \eta_{\text{к}}^m \eta_{\text{г}}, \quad (6.6)$$

де $\eta_{\text{ц}}$, $\eta_{\text{к}}$ – відповідно механічні ККД циліндричних і конічних пар значення

($\eta_{\text{ц}} = 0,98 \dots 0,99$; $\eta_{\text{к}} = 0,96 \dots 0,97$);

n , m – відповідно кількість циліндричних і конічних пар, які одночасно знаходяться в зчепленні на заданій передачі;

$\eta_{\text{г}}$ – ККД гусениці ($\eta_{\text{г}} = 0,95 \dots 0,97$).

Радіус перекочування для гусеничних тракторів рівний радіусу початкового кола ведучої зірочки, а для колісних тракторів на пневматичних шинах визначається із залежності [16]:

$$r_k = r_0 + h\lambda, \quad (6.7)$$

де r_k – дійсний радіус перекочування, м;

r_0 – радіус сталевго ободу колеса, м;

h – висота шини, м;

λ - коефіцієнт деформації шини.

$$r_k = 0,483 + 0,262 \cdot 0,72 = 0,67 \text{ м.}$$

Тоді, дотична сила на вибраних передачах буде становити:

$$P_{\text{д2}} = \frac{9.55 \cdot 36.8 \cdot 68.7 \cdot 0.86}{0.67 \cdot 1800} = 17.22 \text{ кН,}$$

$$P_{\text{д3}} = \frac{9.55 \cdot 36.8 \cdot 57.6 \cdot 0.86}{0.67 \cdot 1800} = 14.44 \text{ кН,}$$

$$P_{\text{д4}} = \frac{9.55 \cdot 36.8 \cdot 49.0 \cdot 0.86}{0.67 \cdot 1800} = 12.29 \text{ кН.}$$

Дотична сила тяги не завжди може бути реалізована, оскільки на її величину впливає зчеплення рушіїв трактора з дорожнім покриттям. Тому, для визначення рушійної сили, крім дотичної, визначають силу зчеплення рушіїв трактора з дорожнім покриттям і за дотичну силу приймають менше із значень цих сил.

Силу зчеплення рушіїв з фоном можна визначити за формулою [16]:

$$F_3 = \mu g M_T \varphi, \quad \text{кН} \quad (6.8)$$

де μ - коефіцієнт зчеплення рушіїв трактора з дорожнім покриттям [6];

φ - коефіцієнт, який враховує зчипну масу трактора.

Для гусеничних тракторів і колісних формули 4К4 $\varphi = 1$, а для колісних тракторів формули 4К2 - $\varphi = 0,6 \dots 0,7$.

Тоді, $F_3 = 0,65 \cdot 33,3 \cdot 0,7 = 15,2$ кН,

а тягове зусилля трактора на передачах буде становити:

$$P_{\text{гак}2} = 15,20 - 1,31 - 0,78 = 13,1 \text{ кН},$$

$$P_{\text{гак}3} = 14,44 - 1,31 - 0,78 = 12,4 \text{ кН},$$

$$P_{\text{гак}4} = 12,29 - 1,31 - 0,78 = 10,2 \text{ кН}.$$

Робочі швидкості трактора на передачах можна визначити за формулою:

$$V_p = V_t (1 - \delta/100), \text{ км/год.}, \quad (6.9)$$

де δ – коефіцієнт буксування рушіїв трактора, %.

$$\delta = f(P) = f((P_{\text{гак}} - K_{\text{вик}})/F_3) \quad (6.10)$$

де $K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора, $K_{\text{вик}} = 0,9$ [16].

$$V_{p2} = 6,9(1 - 37,4/100) = 5,94 \text{ км/год.},$$

$$V_{p3} = 8,22(1 - 14,5/100) = 7,9 \text{ км/год.},$$

$$V_{p4} = 9,62(1 - 4,5/100) = 9,02 \text{ км/год.}$$

Тяговий опір агрегату визначимо за формулою [6]:

$$R = R_M + R_{ВВП} , \quad (6.11)$$

де R_M – тяговий опір робочих органів, що не приводяться в дію від ВВП трактора, кН;

$$R_M = K_v \cdot B, \quad (6.12)$$

де K_v – питомий опір машин при русі на i -й передачі, кН/м [6]:

$$K_v = K_0 [1 + \Pi(V_p - V_0)], \quad (6.13)$$

де K_0 – питомий тяговий опір машини при швидкості 5 км/год.;

V_p – фактична робоча швидкість машини, км/год.;

Π – приріст питомого опору агрегату при збільшенні швидкості на 1 км/год., $\Pi=2\%$.

$$K_{v2} = 0,7[1 + 0,02(5,94 - 5)] = 0,72 \text{ кН/м,}$$

$$K_{v2} = 0,7[1 + 0,02(7,9 - 5)] = 0,74 \text{ кН/м,}$$

$$K_{v2} = 0,7[1 + 0,02(9,02 - 5)] = 0,76 \text{ кН/м.}$$

Тоді,

$$R_{M2} = 0,72 \cdot 6 = 4,32 \text{ кН,}$$

$$R_{M2} = 0,74 \cdot 6 = 4,44 \text{ кН,}$$

$$R_{M2} = 0,76 \cdot 6 = 4,56 \text{ кН.}$$

Опір приводу машини визначаємо за формулою:

$$R_{пр} = \frac{3,6 \cdot N_{ВВП} \cdot \eta_{мг}}{V_p \cdot \eta_{ВВП}}, \text{кН} \quad (6.14)$$

де $N_{ВВП}$ – витрати потужності на ВВП, кВт, $N_{ВВП} = 18,0$ кВт;

$\eta_{мг}$ – ККД трансмісії трактора, $\eta_{мг} = 0,97$;

$\eta_{ВВП}$ – механічний ККД трансмісії ВВП.

$$R_{\text{пр2}} = \frac{3.6 \cdot 18 \cdot 0.97}{5.94 \cdot 0.95} = 9.64 \text{ кН},$$

$$R_{\text{пр2}} = \frac{3.6 \cdot 18 \cdot 0.97}{7.9 \cdot 0.95} = 8.06 \text{ кН},$$

$$R_{\text{пр2}} = \frac{3.6 \cdot 18 \cdot 0.97}{9.02 \cdot 0.95} = 6.88 \text{ кН}.$$

Тоді, загальний тяговий опір агрегату на передачах буде становити

$$R_2 = 4,32 + 9,64 = 13.96 \text{ кН},$$

$$R_3 = 4,44 + 8,05 = 12.49 \text{ кН},$$

$$R_4 = 4,56 + 6,88 = 11.44 \text{ кН}.$$

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля :

$$\eta_{\text{вик}} = R/P_{\text{гак}} \quad (6.15)$$

$$\eta_{\text{вик2}} = 13,96/13,1 = 1,1,$$

$$\eta_{\text{вик3}} = 12,49/13,9 = 0,9,$$

$$\eta_{\text{вик4}} = 11,44/12,7 = 0,9.$$

Отже, саджалку можливо агрегувати на третій і четвертій передачі, але з метою підвищення продуктивності бажано агрегувати її на четвертій передачі.

6.4 Кінематичні показники агрегату

Визначаємо коефіцієнт використання робочих ходів:

$$\varphi = L_p / (L_p + L_x) \quad (6.16)$$

де L_p – середня довжина гону, м;

L_x – середня питома довжина холостого ходу агрегату, м;

$$L_p = L - 2E, \quad (6.17)$$

де L – довжина поля, м;

E – ширина поворотної смуги, м.

$$E = 3R + e, \quad (6.18)$$

де R – радіус повороту агрегату;

e – довжина виїзду агрегату.

$$R = 2B_p, \quad (6.19)$$

$$e = (0 \dots 0,1)l_k, \quad (6.20)$$

де l_k – кінематична довжина агрегату;

$$l_k = l_{тр} + l_m \quad (6.21)$$

де $l_{тр}, l_m$ – кінематична довжина відповідно трактора і машини, м;

$$\text{Тоді,} \quad l_k = 1,2 + 6,0 = 7,2 \text{ м,}$$

$$e = 0,1 \cdot 7,2 = 0,72 \text{ м,}$$

$$R = 2 \cdot 2,8 = 5,6 \text{ м.}$$

Мінімальна (розрахункова) ширина поворотної смуги буде становити

$$E_p = 3 \cdot 5,6 + 0,72 = 17,5 \text{ м.}$$

Фактичне значення ширини поворотної смуги приймаємо з умови:

$$E_\phi = nB_p \geq E_p, \quad (6.22)$$

де n – коефіцієнт кратності ($n = 1, 2 \dots i$);

$$\text{Тоді,} \quad E_\phi = 7 \cdot 2,8 = 19,6 \text{ м.}$$

$$L_p = 900 - 2 \cdot 19,6 = 860 \text{ м}$$

Довжина холостого ходу для грушовидного повороту:

$$L_x = (6,6 \dots 8,0)R + 2e \quad (6.23)$$

$$L_x = (6,6 \dots 8,0)5,6 + 2 \cdot 0,72 = 38,5 \dots 46,2 \text{ м.}$$

Приймаємо $L_x = 42 \text{ м.}$ Тоді,

$$\varphi = 860 / (860 + 42) = 0,95.$$

6.5 Техніко-економічні показники роботи агрегату

Продуктивність агрегату за годину чистої роботи можна визначити за формулою:

$$W = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p, \quad (6.24)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м;

V_p – робоча швидкість руху, км/год.

$$W = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 9,0 = 2,52 \text{ га/год.},$$

Тривалість чистої (основної) роботи протягом зміни можна визначити за формулою:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (r_{пз} + T_{вд} + T_{ос.п} + T_{обс})}{60(r_{пов} + r_{пер} + r_{доп.р})}, \quad (6.25)$$

де T_p - тривалість основної роботи, год;

$T_{зм}$, $T_{пз}$, $T_{вд}$, $T_{ос.п}$ і $T_{обс}$ – відповідно, тривалість зміни, підготовчо-заклучних робіт, відпочинку, витрати часу на особисті потреби обслуговуючого персоналу і тривалість обслуговування агрегату під час зміни, хв.;

$r_{пов}$, $r_{пер}$ і $r_{доп.р}$ – відповідно, коефіцієнт поворотів, переїздів і допоміжних робіт.

Тривалість зміни становить 7 год. або 420 хв. Підготовчо-заклучні роботи включають, час отримання наряду, щоденне технічне обслуговування агрегату, переїзди агрегату з місця стоянки на поле і навпаки. Будемо вважати, що на виконання підготовчо-заклучних робіт буде витрачено 75 хв. Згідно рекомендацій на відпочинок і особисті потреби обслуговуючого персоналу відводиться відповідно 20 і 10 хв.

Тривалість обслуговування агрегату в загінці можна визначити із співвідношення

$$T_{\text{обс}} = 0,07T_{\text{зм}}.$$

Тоді, $T_{\text{обс}} = 0,07 \cdot 420 = 30$ хв.

Оскільки при садінні картоплі не передбачається розбивка поля на загінки, то під час зміни агрегат не буде здійснювати переїзди, а тому $r_{\text{пер}} = 0$.

Коефіцієнт поворотів залежить від коефіцієнта робочих ходів і його можна визначити так

$$r_{\text{пов}} = \frac{1 - \varphi}{\varphi}.$$

$$r_{\text{пов}} = \frac{1 - 0,95}{0,95} = 0,053.$$

Коефіцієнт допоміжних робіт, робіт заправкою саджалки насінням можна визначити за формулою:

$$r_{\text{доп.р}} = \frac{tHW}{60B}, \quad (6.26)$$

де t – тривалість заправки саджалки насінням, $t = 3$ хв.;

H – норма садіння насіння, $H = 3500$ кг/га;

B – місткість бункера саджалки, кг.

Оскільки, саджалка, яка пропонується подібна до КСМ-4, то $B = 2300$ кг.

Тоді,

$$r_{\text{доп.р}} = \frac{3 \cdot 3500 \cdot 2,5}{60 \cdot 2300} \approx 0,2,$$

а

$$T_p = \frac{420 - (5 + 20 + 10 + 30)}{60(1 + 0,052 + 0 + 0,2)} \approx 3,8 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни знайдемо за формулою:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (6.27)$$

$$r = \frac{3,8}{7} = 0,54.$$

Норму виробітку агрегату визначимо за формулою

$$H = WT_p.$$

$$H = 2,5 \cdot 3,8 = 9,5 \text{ га.}$$

Погектарну витрату палива можна визначити за формулою:

$$g_{га} = \frac{G_p \cdot T_p + T_{пов} \cdot G_{пов} + G_x \cdot T_x + G_{пер} \cdot T_{пер}}{W_{зм}}, \quad (6.28)$$

де $G_p, G_{пов}, G_x, G_{пер}$ погодинна витрата палива відповідно на основній роботі, при поворотах, на зупинках з працюючим двигуном і переїздах, кг/год;

$T_p, T_{пов}, T_x, T_{пер}$ – затрати часу протягом зміни відповідно на виконання основної роботи, на повороти, на зупинках з працюючим двигуном і переїздах, год.

Під навантаженням (основна робота) трактор МТЗ-80 може витратити від 10 до 15 кг/год палива. Прийнемо $G_p = 14$ кг/год. При поворотах цей трактор витрачає в середньому 7, переїздах 6, а на зупинках 1,7 кг/год. палива.

Час витрачений на повороти під час зміни можна визначити за формулою

$$T_{\text{пов}} = r_{\text{пов}} T_p. \quad (6.29)$$

Тоді,

$$T_{\text{пов}} = 0,053 \cdot 3,8 + 0,2 \text{ год.}$$

В тривалість зупинок трактора з працюючим двигуном входить час відведений на відпочинок (20 хв.) і особисті потреби (10 хв.) обслуговуючого персоналу. Крім того, двигун трактора працює при обслуговуванні агрегату в загінці (0,5 год.), виконанні допоміжних робіт і сюди також включають половину часу відведеного на щоденне технічне обслуговування агрегату (30 хв.).

Тривалість виконання допоміжних робіт можна визначити за формулою

$$T_{\text{доп.р}} = T_{\text{зм}} r_{\text{доп.р}} = 7 \cdot 0,2 = 1,4 \text{ год.}$$

Таблиця 5.1 – Техніко-економічна характеристика агрегату

Склад агрегату		Робоча передача трактора	Норма виробітку, га	Витрати палива, л/га
Трактор	машина			
МТЗ-80	саджалка	4	9,5	7,9

Будемо вважати, що тривалість переїздів агрегату з місця стоянки на поле і назад становить 0,5 год. кожної зміни. Тоді,

$$g_{\text{га}} = \frac{14,0 \cdot 3,8 + 7,0 \cdot 0,2 + 1,7(0,5 + 0,5 + 0,5 + 1,4) + 6,0 \cdot 0,5}{9,5} = 6,6 \text{ кг/га або } 7,9 \text{ л/га.}$$

6.6 Контроль якості роботи садіння картоплі

Якість садіння картоплі постійно контролює тракторист-машиніст та агроном чи ланковий. Якщо вона незадовільна, агрегат зупиняють, виявляють і усувають несправності.

Під час роботи періодично стежать за дотриманням заданої густоти садіння, прямолінійністю насаджень, шириною основних та стикових міжрядь, дотриманням заданої глибини садіння, форми і рівномірності висоти гребенів, втратою бульб на кінцях гонів, стабільністю витрат насіння та мінеральних добрив по всіх бункерах саджалки.

Глибину садіння визначають за допомогою лінійки після відкопування висаджених бульб на ділянці довжиною 1—1,5 м по довжині рядків, заміряючи 3—5 разів за зміну на початку, в середині і в кінці гонів обов'язково після переїзду саджалки із одного поля на інше та зміні насінної фракції бульб. Визначають її підрахуванням висаджених бульб за кожним сошником по всій ширині захвату саджалки на довжині гонів 14,3 м. Цю кількість бульб множать на 1000 і одержують густоту насаджень на 1 га по кожному рядку.

Таблиця 6.2 - Оцінка якості садіння картоплі

Показник	Градація нормативів	Бали
Відхилення від норми садіння, шт.	1000 – 1500	3
	1500 – 2000	2
	2000 – 3000	1
	Більше 3000	0
Відхилення від заданої глибини садіння, см	До ± 2	3
	До ± 3	2
	До ± 4	1
	Більше ± 4	0
Відхилення ширини стикових міжрядь, см	До ± 5	2
	Від ± 5 до 10	1
	Більше +10	0
Відхилення рядка бульб від центра вершини гребеня, см	До ± 2	2
	До ± 3	1
	Більше ± 3	0

Ширину основних та стикових міжрядь перевіряють на двох-трьох проходах агрегату, на початку, в середині і в кінці гонів.

Візуально визначають прямолінійність рядків та наявність незагорнених у ґрунт бульб на поверхні поля.

Якщо відхилення глибини садіння становлять не більше як $\pm 1,5$ см, рядків висаджених бульб від осі гребеня до ± 2 см, густоти садіння на 1 га не більше як ± 2 тис., ширини основних міжрядь від заданої (70 см) в межах ± 2 см, а стикових ± 10 см, встановлюють коефіцієнт якості 0,5. Якщо відхилення відповідно $\pm 1,5-2$ см, $\pm 2-3$ см, $\pm 2-2,5$ тис., $\pm 2-2,5$ см та $\pm 10-10,5$ см, встановлюють коефіцієнт якості нуль.

У випадку, коли в окремих місцях поля візуально помітні не загорнуті в ґрунт бульби, відхилення заданої густоти насаджень бульб на 1 га більше $\pm 2,5$ тис., глибини садіння понад ± 2 см, ширини основних міжрядь понад $\pm 2,5$, а стикових понад $\pm 10,5$ см, роботу бракують.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Загальні вимоги охорони праці при вирощуванні картоплі

Машина при підготовці до роботи МТА повинні бути повністю укомплектовані та відрегульовані, обладнані необхідними пристроями та захисним огороженням. Технічний стан машини перевіряють відповідно до вимог нормативно-технічних документів. Агрегатувати сільськогосподарські машини необхідно з тими тракторами, які рекомендовані заводом-виробником.

Для виконання робіт машинно-тракторними агрегатами поле необхідно завчасно підготувати: видалити велике каміння, засипати рови і ями, позначити віхами не видалені і не ліквідовані перешкоди. До того ж поле повинно бути розміщене відповідно до вимог технологічних карт на виконання відповідних робіт.

При садильних роботах рух начіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання сигналу-відповіді від старшого на садильному агрегаті.

Періодично протягом робочого дня слід очищати бункери саджалок, живильні ковші, ложечки, сошники, тукопроводи та борознозакривачі від ґрунту рослинних решток та інших сторонніх предметів і усувати виявлені несправності після повної зупинки агрегату.

При внесенні органічних добрив роторними розкидачами перед початком роботи, насамперед, перевіряють затягування запобіжної муфти. Вона повинна забезпечити передачу потужності не більше, ніж 9,25 кВт. Під час роботи розкидача забороняється знаходитись в площині обертання роторів на відстані менше, ніж 50 м від агрегату. При вивезенні добрив в поле слід стежити, щоб в добривах не було каміння, кусків металу, дерева, які можуть призвести до пошкодження роторів.

Перед початком роботи з ґрунтообробним знаряддям перевіряють справність і укомплектованість агрегату. На робочому місці обслуговуючого персоналу повинно бути сидіння з запобіжним поясом, підножна дошка, або упор для ніг.

Важелі керування начіпною машиною повинні мати справні і надійні фіксатори. Керування причіпним плугом повинно здійснюватись з кабіни трактора.

Робочі органи фрез і ротаційних культиваторів обмежують захисними кожухами.

Робітників, які обслуговують ґрунтообробні машини забезпечують засобами індивідуального захисту, чистиками та лопатками для очищення робочих органів.

Очищення робочих органів повинно відбуватись тільки при повній зупинці агрегатів.

Перед поворотом агрегату сошники саджалки піднімають, а поворот виконують на малих швидкостях.

Згідно правил техніки безпеки завантаження саджалок повинно проводитись в борозні, маса ящиків із садильним матеріалом не повинна перевищувати 25 кг. Не допускається транспортування повністю завантажених садильних апаратів, Забороняється здавати назад при неповністю заглиблених робочих органах, а також транспортування саджалок в темну пору доби.

Кожне господарство повинно мати санітарний паспорт на право одержання і зберігання пестицидів; довідку, яка підтверджує, що у господарства є підготовлений персонал для виконання відповідних робіт; спецодяг та інші необхідні засоби захисту, спеціальна техніка і транспортні засоби; інструкції і план заходів щодо створення і забезпечення здорових умов праці при всіх технологічних процесах застосування пестицидів.

Санітарні правила зберігання і застосування пестицидів здійснюється під суровим наглядом місцевої санітарно-епідеміологічної станції.

Мінеральні добрива потрібно вивозити до місця застосування на транспорті з добре ущільненим кузовом, який вкритий брезентом. Забороняється сумісне перевезення мінеральних добрив із аміачною селітрою.

Забороняється перевезення людей в транспортних засобах одночасно з садильними матеріалами та мінеральними добривами. При завантаженні навалом потрібно дотримуватись технологічного процесу, згідно якого картопля не повинна вивалюватись за борти кузова, що часто відбувається і призводить до травмування.

При протруєнні насінного матеріалу, посадці та догляду за посівами, потрібно досягати максимальної безпеки для обслуговуючого персоналу та проживаючого навколо місця проведення робіт з отрутохімікатами населення.

Відповідальні за техніку безпеки не повинні допускати обслуговуючий персонал до робіт з пестицидами та мінеральними добривами без засобів індивідуального захисту.

Технічний стан машин, порядок їх експлуатації повинні відповідати вимогам інструкцій до конкретних машин і відповідати вимогам існуючих стандартів.

До початку сільськогосподарських робіт всі механізатори і обслуговуючий персонал повинні пройти інструктаж. В період виконання робіт їх повинні забезпечити спецодягом, спецвзуттям і необхідними засобами індивідуального захисту. Особи, допущені до роботи на машинах, повинні мати відповідні посвідчення на право керування ними. До механізованих робіт, особи, молодші 17 років, допускаються лише з наставниками. Поле для роботи машинно-транспортних агрегатів завчасно підготовляють: прибирають каміння, засипають ями, а біля зліквідованих встановлюють добре розпізнавані знаки безпеки. Таким же чином позначають небезпечні ділянки, вішки також

встановлюють на відстані, яка дорівнює ширині поворотної смуги агрегату від краю великих каменів, небезпечних розмитих ділянок, урвищ, та інших неліквідованих перешкод. Проводять контрольні борозни, відбивають поворотні смуги, позначають місця відпочинку.

7.2 Охорона праці при садінні картоплі

Перед початком роботи перевіряють технічний стан тракторів, комплектність і надійність всіх вузлів картоплесаджалки, оглядають механізми передач, регулюють глибину посадки, норму висадження, перевіряють надійність кріплення всіх вузлів та деталей.

Саджалка повинна бути обладнана пристроями для контролю роботи садильних апаратів, рівня насіння і туків в баках (ящиках) з місця водія.

Робочі місця саджальників повинні бути обладнані підніжними, дошками шириною 350 мм з переднім опорним буртиком висотою 100 мм, перилом висотою 900 мм, чистиками для очищення робочих органів і дерев'яними лопатками для розрівнювання насіння.

Усі причіпні машини, на яких працюють люди, повинні мати двосторонню сигналізацію.

Рух причіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання сигналу у відповідь від старшого на посівному агрегаті. При завантажуванні посадочного матеріалу відкриті кришки ставлять на запобіжники. Під час завантажування сухих порошкоподібних добрив необхідно стояти з навітряного боку, надівши протипиловий респіратор. Після завантаження посадочного матеріалу й туків необхідно щільно закрити кришки ящиків.

Періодично протягом робочого дня слід очищати бункери саджалки, живильні ковші, ложечки, сошники, тукопроводи й борознозакривачі від

грунту, рослинних решток та інших сторонніх предметів й усувати виявлені несправності. Усувати несправності та очищати машину дозволяється після зупинки агрегату. Забороняється під час руху переходити з однієї саджалки на іншу.

Перед поворотом агрегату сошники саджалки підіймають, а поворот виконують на знижених швидкостях. Якщо сошники опущені, не дозволяється рушати агрегатом назад. Підіймати - і опускати сошники можна тільки при прямолінійному русі вперед.

Під час роботи стежать за роботою механізму передач. Ослаблі ланцюги підтягують натяжними зірочками. Надмірний натяг ланцюгів не допускається.

Періодично перевіряють стан пневматичних коліс, легкість обертання.

Для роботи у темний час доби завчасно перевіряють справність електричного освітлення.

Отвори висівних апаратів очищають спеціальними чистиками, гачками. Розрівнюють насінневий матеріал тільки лопатками.

Під час грози агрегат необхідно зупинити, коробку передач встановити в нейтральне положення, двигун заглушити, зафіксувати гальма і відійти від агрегату не менше ніж за 15 м.

Перед початком роботи агрегату оглядають поле, прибирають каміння, засипають ями очищають від рослинних решток. Під час роботи встановлюють місця для поворотів, мітять поворотні смуги, а вздовж крутих схилів та ярів проводять контрольні борозни. Мінімальну ширину поворотної смуги, розташованої поблизу яру, встановлюють рівною подвійній довжині агрегату. Всі роботи на схилах виконують тільки у світлий час доби. Розбивати загінки і прокладати перші борозни на схилах необхідно під керівництвом бригадира тракторної бригади і агронома господарства. На схилах не дозволяється виконувати технічне обслуговування машинно-тракторного агрегату.

Дорога до місця роботи та ділянка поля, де проводять обробіток повинні бути добре відомі. При русі трактора з картоплесаджалкою в транспортному положенні контролюють стан шляху і приймають до уваги інші фактори (особливо при русі по обочинам доріг, при поворотах та ін.). Слід уникати руху поза дорогою, по високій траві, або кущах.

В зоні роботи агрегату заборонено знаходитись стороннім особам. Заборонено також стояти на підніжці трактора і переходити на причіпне знаряддя, сидіти на крилах трактора, причіпному знарядді. Через канави та інші перешкоди агрегат повинен переїздити під прямим кутом на малій швидкості, уникаючи різких поштовхів і великих нахилів трактора. Поперек схилу дозволяється працювати лише на малих швидкостях з використанням креноміра і при нахилі до 12° . Для роботи на крутих схилах використовують спеціальні (гусеничні) трактори. На ділянках, де проходять лінії електропередач, робота і проїзд агрегатів дозволяється при дотриманні певних відстаней від найвищої точки агрегату до дротів в залежності від напруги (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1 - Відстань до ЛЕП в залежності від напруги

Напруга в лінії електропередач, кВ	До 1	1-20	35-110	154	220	330-550
Відстань по горизонталі, м	1,5	2	4	5	6	9
Відстань по вертикалі, м	1	2	3	4	4	5

Місця для відпочинку повинно бути добре видно, а в темну пору доби бути добре освітленими. Відпочинок і сон в траві, біля обочин доріг, де працює агрегат, а також під агрегатом, який перебуває на стоянці, та іншими машинами – заборонено. Місця відпочинку механізаторів повинні відповідати санітарно-гігієнічним вимогам, інструкціям по техніці безпеки. Вони забезпечуються засобами надання першої допомоги, питною водою, утриманням в чистоті і не повинні бути загромождені сторонніми предметами.

7.3 Розрахунок засобів індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту застосовують у випадку, коли потрібно запобігти, або зменшити вплив на працюючого небезпечних або шкідливих факторів під час виконання певних робіт.

Таблиця 7.2 - Норми видачі спецодягу і засобів індивідуального захисту

Вид спецодягу	Строк до списування, місяців	Необхідна кількість
Костюм з пилезахисної тканини	12	39
Рукавиці комбіновані	6	78
Комбінезон з кислотозахисної тканини	Змінний	4
Рукавиці гумові	4	16
Чоботи гумові	24	4
Нарукавники	Змінні	4
Окуляри захисні	До зношування	23
Респіратор	До зношування	16

При цьому адміністрація зобов'язана стежити за тим, щоб робітники під час роботи користувались виданими їм засобами захисту і не допускались до роботи з несправними засобами, або без них.

Необхідну кількість спеціального одягу і засобів індивідуального захисту для підрозділу визначаємо шляхом визначення кількості робітників, зайнятих одночасно на виконанні даної операції і норм видачі спецодягу для даної операції (таблиця 7.2).

8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

В економічних розрахунках, пов'язаних з ефективністю використання машин при виконанні механізованих робіт використовують прямі і приведені експлуатаційні витрати і розрахунок затрат праці.

Розраховуємо економічну ефективність удосконалення саджалки, суть якого зводиться до встановлення на ній вертикальних транспортерних садильних апаратів, на стрічці яких закріплені двохрядкові черпаки, що подають бульби у борозну. Це дозволить за рахунок зменшення обламування паростків при садінні картоплі підвищити її врожайність на 5-10 %.

За базовий агрегат приймаємо агрегат, який включає трактор МТЗ-82 і серійну саджалку КСМ-4. Новий варіант включає трактор МТЗ-82 в агрегаті з удосконаленою саджалкою. Базовий і новий агрегат має однакову норму виробітку рівну 9,5 га при витратах палива 7,9 л/га. Балансова ціна саджалки КСМ-4 становить – 18550 грн. Нормативне річне завантаження – 140 год. Відрахування на: реновацію – 12,5 %, поточний ремонт і технічне обслуговування – 6 %.

Балансова ціна трактора МТЗ-82 (в господарстві) становить – 70620 грн. Нормативне річне завантаження – 1600 год. Відрахування на: реновацію – 10%, капітальний ремонт – 5 %, поточний ремонт і технічне обслуговування – 12,7 %. Удосконалення саджалки призведе до зростання на 30 % її маси, а відтак і її вартості. Тоді, вартість удосконаленої саджалки буде становити:

$$B_n = 1,3 \cdot 18550 \approx 24120 \text{ грн.}$$

Затрати праці на виконання операції визначаються за формулою:

$$z_n = \frac{m}{W} \quad (8.1)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу;

W – продуктивність агрегату, га/год.

Затрати праці при садінні картоплі базовим і новим агрегатом становлять

$$\bar{C}_n^m = \bar{C}_n^0 = \frac{1}{1,36} = 0,74 \text{ люд.- год./га.}$$

Питомі прямі експлуатаційні витрати $C_{\text{пит}}$ грн./га на виконання механізованих робіт визначаються за формулою:

$$C_{\text{пит}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{пмм}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{кто}} \quad (8.2)$$

де $C_{\text{оп}}$ – питомі прямі експлуатаційні витрати грошових коштів на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$ – вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

$C_{\text{ра}}$ – відрахування на реновацію (повне відновлення) складових елементів машинно-тракторного агрегату в цілому грн./га;

$C_{\text{кто}}$ – відрахування на капітальний і поточний ремонт та технічне обслуговування по всіх складових елементах машинно-тракторного агрегату;

Оплата праці обслуговуючого персоналу визначається за формулою:

$$C_{\text{оп}} = \frac{m_m f + m_d f_d}{H} \quad (8.3)$$

де f і f_d – оплата праці механізатора і допоміжного працівника за змінну норму виробітку, грн.;

m_m і m_d – кількість механізаторів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат;

H – змінна норма виробітку, га.

Базовий і новий агрегат обслуговує тракторист і допоміжний працівник. Оплату праці механізаторам здійснюють по 6-му розряду тарифної сітки. З врахуванням підвищення мінімальної зарплати до 5000 грн.) вона становить 208,33 грн. за виконану норму виробітку. Допоміжним працівникам оплату праці здійснюють по 5-му розряду на ручних роботах в рослинництві. Виходячи із вищезазначеного, будемо мати

$$C_{\text{оп}} = \frac{(208,33 + 1 \cdot 208,33)}{9,5} \approx 68,30 \text{ грн./га.}$$

Вартість витрачених паливо мастильних матеріалів можна визначити за формулою:

$$C_{\text{ПММ}} = C_{\text{к}} \cdot g_{\text{га}} \quad (8.4)$$

де $C_{\text{к}}$ – комплексна ціна одного кілограма палива з урахуванням основного палива, пускового бензину і мастил.

$g_{\text{га}}$ – витрата палива кг/га.

Звідси вартість витрачених ПММ становить

$$C_{\text{ПММ}} = 7,9 \cdot 28,3 \approx 223,57 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на реновацію машини в агрегаті $C_{\text{ра}}$ грн./га визначається так:

$$C_{\text{ра}} = \frac{\alpha_{\text{рт}} \cdot B_{\text{т}}}{100 \cdot W \cdot t_{\text{т}}} + \frac{\alpha_{\text{рм}} \cdot B_{\text{м}}}{100 \cdot W \cdot t_{\text{м}}} \quad (8.5)$$

де $\alpha_{\text{рт}}$ і $\alpha_{\text{рм}}$ – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідно трактора і машини %;

$B_{\text{т}}$ і $B_{\text{м}}$ – балансова вартість відповідно трактора і машини, грн.;

$t_{\text{т}}$ і $t_{\text{м}}$ – нормативне річне завантаження відповідно трактора і саджалки, год.

Тоді, відрахування на реновацію складають:

для базового агрегату

$$C_{pa}^{\delta} = \frac{10 \cdot 70620}{100 \cdot 1,36 \cdot 1600} + \frac{12,5 \cdot 18550}{100 \cdot 1,36 \cdot 140} \approx 14,41 \text{ грн./га,}$$

для нового агрегату

$$C_{pa}^{\pi} = \frac{10 \cdot 70620}{100 \cdot 1,36 \cdot 1600} + \frac{12,5 \cdot 24120}{100 \cdot 1,36 \cdot 140} \approx 19,05 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на ремонти і технічне обслуговування, $C_{кто}$ грн./га обчислюються за формулою:

$$C_{кто} = \frac{\alpha_{кт} \cdot B_T}{100 \cdot W \cdot t_T} + \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{\alpha_T \cdot B_T}{t_{HT}} + \frac{\alpha_M \cdot B_M}{t_M} \right) \quad (8.6)$$

де $\alpha_{кт}$ – норма річних відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

α_T і α_M – норма річних відрахувань на поточний ремонт від балансової вартості відповідно трактора і робочої машини, %;

Відрахування на і технічне обслуговування становить:

для базового агрегату

$$C_{кто}^{\delta} = \frac{5 \cdot 70620}{100 \cdot 1,36 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 1,36} \cdot \left(\frac{12,7 \cdot 70620}{1600} + \frac{6 \cdot 18550}{140} \right) \approx 11,62 \text{ грн./га,}$$

для нового агрегату

$$C_{кто}^{\pi} = \frac{5 \cdot 70620}{100 \cdot 0,86 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 0,86} \cdot \left(\frac{12,7 \cdot 70620}{1600} + \frac{6 \cdot 24120}{140} \right) = 13,33 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, питомі прямі експлуатаційні витрати становлять:

для базового агрегату

$$C_{пит}^{\delta} = 68,30 + 223,57 + 14,41 + 11,62 = 317,9 \text{ грн./га,}$$

для нового агрегату

$$C_{\text{пит}}^{\text{н}} = 68,30 + 223,57 + 19,05 + 13,33 = 324,25 \text{ грн./га.}$$

Як видно з результатів розрахунків модернізація саджалки призводить до зростання питомих експлуатаційних витрат на 6,35 грн./га. Однак, за рахунок зменшення обламування паростків при садінні може бути досягнуте підвищення урожайності картоплі. Це дасть змогу збільшити валовий збір картоплі, тобто одержати додаткову продукцію, яка в грошовому еквіваленті може мати наступну величину:

$$B_{\text{д.п.}} = Y \cdot C \cdot P_y / 100, \quad (8.7)$$

де P_y - підвищення урожайності картоплі, %;

Y – урожайність картоплі, кг/га, $Y = 30000$ кг/га;

C - закупівельна ціна картоплі, грн./кг, $C = 6,8$ грн./кг.

$$B_{\text{д.п.}} = 30000 \cdot 6,8 \cdot 10 / 100 = 20400 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, запровадження модернізованої саджалки дасть змогу одержати прибуток від додатково одержаної продукції в сумі 20400 грн./га.

Річний економічний ефект від експлуатації модернізованої саджалки визначимо за формулою:

$$E_{\text{р.еф}} = [C_{\text{пит}}^{\text{б}} - C_{\text{пит}}^{\text{н}} + D_{\text{п}}] \cdot F, \quad (8.8)$$

де F площа поля, на якій вирощують картоплю в господарстві, га, $F = 60$ га.

Тоді
$$E_{\text{р.еф}} = (317,9 - 324,25 + 20400) \cdot 60 \approx 1223619 \text{ грн.}$$

Строк окупності затрат на модернізацію визначимо за формулою:

$$O = \frac{B_y}{E_{\text{р.еф}}} = \frac{5570}{1223619} \approx 0,005 \text{ року}$$

Результати розрахунків економічної ефективності зведемо в таблицю 8.1.

Таблиця 8.1 - Економічна ефективність проекту

Найменування показника	Базова	Нова	Відхилення +, -
Продуктивність, га/год.	1,36	1,36	0
Затрати праці, люд-год./га	0,74	0,74	0
Прямі питомі експлуатаційні витрати, грн./га	317,90	324,25	+ 6,35
в тому числі: - витрати на зарплату	68,30	68,30	0
- витрати на ПММ	223,57	223,57	0
відрахування на реновацію	14,41	19,05	+ 4,64
витрати на ремонт	11,62	13,33	+ 1,71
Витрати на модернізацію, грн.		5570	
Річний економічний ефект, грн.		1223619	
Строк окупності витрат, років		0,005	

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що обладнання саджалки вертикальними транспортерними садильними апаратами дозволить за рахунок зменшення обламування паростків при садінні картоплі отримати річний економічний ефект в сумі 1223619 грн. Термін окупності витрат на удосконалення машини становить менше одного року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Садіння є одним з найвідповідальніших технологічних процесів вирощування картоплі. Якість садіння впливає на успішне проведення всіх механізованих робіт, пов'язаних з доглядом і збиранням. Важливою умовою одержання високих врожаїв є забезпечення оптимальної густоти садіння. На період збирання на одному гектарі повинно бути не менше 50-55 тис. кущів для продовольчої і 60-65 тис. для насінної картоплі.

2. З метою одержання раннього врожаю застосовується передпосадкове пророщування бульб. Головна вимога до саджалок для пророщених бульб - обламування проростків повинно бути не більшим 15%. Найбільш придатними для садіння пророщених бульб є напівавтоматичні саджалки з ручним закладанням бульб у садильні апарати. Обламування паростків при цьому не перевищує 5-10 %, але такі саджалки, як правило, малопродуктивні.

3. Розроблена конструкція модульної картоплесадильної машини для яровизованої картоплі з транспортно-лотковими садильними апаратами. Елеватори машини розташовані вертикально, що дозволяє дещо скоротити довжину машини. Транспортні стрічки садильних апаратів обладнані змінними двохрядковими черпаки, які можуть подавати різані або пророщені бульби в борозну. Подвійна кількість черпаків дозволяє вдвічі знизити швидкість руху транспортної стрічки порівняно зі швидкістю руху одночерпачкової стрічки. Усуненню "двійників" сприяє вібратор транспортера, регульований відповідно до розміру каліброваних бульб.

4. Розроблено технологію і визначено комплекс машин для вирощування картоплі в господарстві. Визначено основні технологічні показники операційної технології садіння картоплі удосконаленою картоплесаджалкою.

5. Розроблено заходи з питань охорони праці, які можуть бути використані перед початком польових робіт при проведенні інструктажів на

робочому місці.

6. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що обладнання саджалки вертикальними транспортерними садильними апаратами дозволить за рахунок зменшення обламування паростків при садінні картоплі отримати річний економічний ефект в сумі 1223619 грн. Термін окупності витрат на удосконалення машини становить менше одного року.

7. Розроблена в дипломній роботі технологія вирощування картоплі і інші результати розрахунків передані фермерському господарству «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області з рекомендаціями для впровадження у виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кернасюк Ю. Ринок картоплі: основні тренди // <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/10262-rynok-kartopli-osnovni-trendy.html>.
2. Вирощування картоплі: витрати, окупність, доходи// https://bankchart.com.ua/biznes/rozvitok_biznesu/statti/viroschuvannya_kartopli_vitrati_okupnist_dohodi.
3. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
4. Буняк М.Н. Економічна ефективність виробництва та реалізації картоплі// Вісник аграрної науки. – Лютий, 2002. – с. 73 – 75.
5. Маслак О. Картопляні жнива: підсумки та прогнози// Агробізнес сьогодні. - №17 (264), вересень 2013. – с. 10-11.
6. Паспорт Департаменту ринків рослинництва. Вип. 3. Київ, 2010 р.
7. Велике картоплярство прославить Україну// Аграрний тиждень. - №23, 06. 07. 2009 р.
8. Вітенко В.А., В.М. Куценко В.С., Власенко М.Ю./ Картопля – К.: Урожай – 1990 – 236 с.
9. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
10. Вітенко В.А., Власенко М.Ю. Осипчук А.А. Селекція і насінництво картоплі – Київ. Урожай, 1988 – 240 с.
11. Довідник по регулюванню сільськогосподарських машин / Кочев В.І.,

Кушнарьов А.С., Роговий В.Д. та ін.-К.: Урожай,1985.-311 с.

12. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.

13. Дитер Шпар, Петер Шуман. Выращивания картофеля. - М.:1997-235с.

14. Козаченко Б.О. Механізація виробництва картоплі: Довідник – К.:Урожай, 1991 – 176 с.

15. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень.-К.:Урожай, 1994.- 216 с.

16. Машиновикористання в землеробстві / Ільченко В.Ю., Нагірний Ю.П., Джолос П.А. та ін.; За ред. Ільченка В.Ю. і Нагірного Ю.П.-К.: Урожай,1996.- 382 с.

17. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві./ Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімонт А.С. та ін.; За ред. Ільченка В.Ю.- К.:Урожай, 1993-287 с.

18. Постніков Н.М., Беляєв Е.А. “Картоплесадильні машини” – М.: Машинобудування, 1981р. – 228 с.

19. Технологічна наладка та усунення несправностей сільськогосподарських машин. Довідник / Гаврилук Г.Р., Живолуп Г.І., Короткевич П.С. та ін.-К.: Урожай,1988.-254 с.

20. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г.Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.

21. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.

22. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

23. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.