

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
на тему: «Обґрунтування параметрів картоплесадильних машин»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 3
Гнідаш Сергій Анатолійович
Керівник: Ковбаса В.П.
Рецензент: Шейченко В. О.

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Актуальність теми. Основний показник цінності і якості картоплі – корисні для життєдіяльності людини речовини (вуглеводи: крохмаль, пектинові речовини, цукор та ін.), що містяться в хімічному складі. У бульбах картоплі їх міститься від 14 до 36%. Процентний вміст залежить від ґрунтово-кліматичних умов, сорту, ступеня зрілості вирощування картоплі [1]. Особлива цінність – білок картоплі, що перевершує за своєю якістю показники багатьох інших рослин.

В даний час обробляється картопля повністю механізованим способом на менше 20 тис. га. Таке становище пов'язане з відсутністю системного підходу в економіці і до вирішення проблем картоплярства зокрема.

У господарствах різних форм власності фактична врожайність становить 9 ... 13 т/га при середньосвітовому рівні 15 т/га [2].

Сучасні сорти картоплі мають високий потенціал. Для цього необхідно враховувати біологічні особливості картоплі – низька якість посадкового матеріалу, який піддається мікоплазменним і вірусним захворюванням, вірусам більше, ніж інші сільськогосподарські культури. Це призводить до виродження насінневої картоплі (втрати сортового якості, зростання захворюваності і зниження врожайності).

Для інтенсифікації виробництва картоплі при посадці пророщеного насінневого матеріалу необхідно вводити нові висаджувальні апарати в технології її обробітку. Важливою ланкою підвищення рентабельності виробництва картоплі є обробіток ранніх сортів і використання її пророщування [3].

Таким чином, для отримання гарантованого високого врожаю необхідно в основу технології обробітку картоплі внести операцію посадки пророщених бульб, що враховує вимоги делікатного поводження з

пророщеним насіннєвим матеріалом картоплі і рівномірність розподілу його в поздовжньо поперечному напрямку посадочних борозен.

Мета дослідження. Підвищення ефективності картоплесадильної машини шляхом обґрунтування конструкторсько-режимних параметрів живильника.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес посадки пророщених бульб картоплі.

Предмет дослідження. Закономірності роботи живильного апарату для посадки пророщених бульб.

Методика досліджень. Методика досліджень включає проведення теоретичних досліджень. Отримані результати підтверджені в ході експериментів в лабораторних і виробничих умовах з використанням загальних і окремих методик, приладів, установок і ПК. Достовірність отриманих результатів підтверджена методами математичної статистики і теорії планування експерименту.

Теоретична та практична значущість. Теоретична значимість роботи полягає в розробці аналітичних залежностей, що описують процес захоплення бульб картоплі ложечками транспортера живильного апарата картоплесаджалки. Практична значимість роботи полягає в тому, що вдосконалена конструкція живильного апарата картоплесаджалки показала свою ефективність.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Особливості вирощування картоплі

Картопля – одна з найцікавіших культурних рослин, що зараховують до багаторічних бульбоносних рослин роду пасльонових, сімейства пасльонових.

Існує кілька способів пророщування бульб: на відкритих сонячних майданчиках і в котлованах, на світлі в теплих приміщеннях, у вологому середовищі і комбіноване пророщування – на світлі і у вологому середовищі. Залежно від можливостей можна вибрати оптимальний для даних умов спосіб пророщування насіннєвого матеріалу. Пророщування на світлі в теплих приміщеннях і комбіноване в основному застосовують для отримання ранньої картоплі в літні терміни.

Під яровизацією картоплі мається на увазі пророщування – це форма впливу на розвиток паростка шляхом регулювання тривалості періоду проростання і умов, в яких цей процес протікає [4, 5]. Завдання пророщування насіннєвої картоплі – отримати один або більше паростків на бульбу і не пошкодити їх при посадці.

Пророщування посадкового матеріалу сприяє оздоровленню насіннєвого матеріалу, підвищенню його посівних якостей і є одним із прийомів боротьби з хворобами картоплі і його виродженням. Крім того, ранні сорти при пророщуванні встигають закінчити вегетацію і накопичення врожаю бульб до моменту ураження рослин грибком фітофтори. Таким чином, цей агротехнічний прийом побічно сприяє збереженню врожаю від значних втрат, що викликаються фітофторою в роки її появи.

При світловому пророщування в бульбах накопичується соланін, змінюється вміст води, сухої речовини, крохмалю, вітамінів, сахарози і інших

сполук. У озелених бульбах, хоча і в слабкому ступені, протікає фотосинтез. Крім того, в період пророщування хворі бульби згнивають, і на посадку можна буде відібрати тільки здорові.

Пророщування бульб сприяє більшому накопиченню сухої речовини, крохмалю та вітаміну С в бульбах нового врожаю, ніж на посадках з непророщеними бульбами [6].

Витрати, необхідні на пророщування насіннєвої картоплі, повністю окупаються збільшенням врожайності на 14 - 25% [7].

До середини лютого насіннєву картоплю зберігають при 3-5°C, потім піддають впливу теплового шоку, коли температуру в сховище на 5-10 і більше днів (і залежно від сорту) підвищують до 10-15°C. Після появи на бульбах паростків температуру знижують до 6-10°C. Далі насіннєвий матеріал пророщують на світлі і гартують [8].

Останнім часом поширення набуває зберігання насіннєвого матеріалу і пророщування його в спеціальних теплицях, споруджених зі скла. Завдяки хорошій освітленості на бульбах утворюються короткі, міцні паростки, що має позитивне значення при механізованій посадці картоплі.

Для отримання високого врожаю картоплі, що володіє якісними, як продукція, показниками, фундаментальним є не тільки передпосадкова підготовка насіннєвого матеріалу, що має на меті пророщування, а й, як наслідок, виконання самої операції посадки. Якщо передпосадкова підготовка визначає успіх подальших технологічних операцій, то при посадці закладається основа всього циклу робіт по вирощуванню картоплі. Порушення технології посадки ускладнює виконання подальших операцій, призводить до затримки росту картоплі та втрат врожаю (позеленіння бульб, їх механічного пошкодження та ін.).

Посадка пророщеної картоплі, крім того, внаслідок механічного впливу робочих органів саджалки на насіннєвий матеріал, пов'язана з травмуванням та обламуванням паростків, що є основною проблемою застосовуваних на

сьогоднішній день картопле-виросувальними господарствами посадочних машин.

Передчасне проростання насінневої картоплі і подальше обламування паростків призводить до зниження врожаю бульб. Пророщені бульби і бульби з одним обламуванням паростка дали сходи на 4 дні раніше, ніж бульби з обламуванням двох паростків. Обламування одного паростка знижувало врожайність картоплі на 10 ц/га, а двох – на 21 ц/га [9].

За даними Українського науково-дослідного інституту зрошуваного землеробства [9] виявлено, що обламування паростків пророщених бульб затримує на 5-7 днів появу сходів, в фазу бутонізації відставання в розвитку рослин скорочується до 3-4 днів і до фази цвітіння різниця практично зникає. Так, у сорту Незабудка, при обламуванні половини паростків на бульбі (залишали не менш 2 паростків), кількість стебел збільшується на 28%, а при обламуванні всіх паростків – на 54%.

Обламування паростків картоплі при посадці істотно знижує врожай при збиранні в повну фізіологічну стиглість. Цей вплив зростає з подовженням періоду пророщування і залежить також від швидкості фізіологічного дозрівання.

Крім того при посадці слід враховувати високу ступінь вірогідності враження бульб фітофторою.

Відомі такі способи посадки яровизованої картоплі:

- в залежності від розміщення бульб в ґрунті по горизонтальній поверхні розрізняють прямокутну (зокрема, рядову і квадратну) і трикутну посадки;
- в залежності від властивостей насінневого посадкового матеріалу посадку проводять цілими, різними яровизованими бульбами і вічками;
- в залежності від способу внесення добрив відомі посадки без внесення добрив, з місцевим внесенням і з суцільним внесенням;

- в залежності від закінченості технологічного процесу розрізняють посадку роздільну і комбіновану машинну одночасно з підготовкою ґрунту.

Закладення бульб посадженої картоплі може бути гребнистою і гладкою.

Рядова посадка картоплі полягає в тому, що бульби розміщуються в ґрунті рядами з певними міжряддями і заданими відстанями між бульбами в ряду.

У різних країнах застосовується різне розміщення бульб по площі при машинній посадці.

Дослідження показують, що посадку картоплі слід проводити не гладким, а гребневим або напів гребневим способами [10]. Гребневий спосіб посадки сприяє кращому прогріванню ґрунту, в ньому більш інтенсивно протікають мікробіологічні процеси, швидше з'являються сходи і проходять всі інші фази зростання.

Крім того, завдяки можливості проведення 2-3 разового досходового розпушування міжрядь більш ефективно знищуються сходи бур'янів в молодому віці.

Розглядаючи технології посадки пророщеної картоплі, можна безпосередньо розділити їх на наступні способи:

- із застосуванням механізованої (ручної) праці;
- із застосуванням напівавтоматичних саджалок;
- із застосуванням саджалок автоматичного типу.

До знарядь механізованого типу відносяться лункокопачі, борозновідкриваючі і борознозакриваючі машини. Найбільш трудомісткою операцією при цьому є ручна укладка чи вкидання бульб в лунку або борозну.

1.2. Агротехнічні вимоги до машинної посадки пророщеної картоплі

До машинної посадки картоплі висуваються наступні по масі вимоги:

- для посадки використовують здорові, цілі бульби, розділені на три фракції (25-50, 50-80 і 80-120). За агротехнічним вимогам у висаджувальній фракції не повинно бути більше 10% бульб суміжних фракцій, в суміші цілих і різаних бульб не повинно бути більше 30% різаних бульб. А забрудненість посадкового матеріалу ґрунтом, гниллю та рослинними залишками не повинна перевищувати 0,5%, у бульб паростки довжиною більше 3 см обламують;

- норма висадки бульб на 1 га площі залежить від їх розміру і призначення картоплі; при дрібних бульбах на 1 га слід висаджувати не менше 70, при середніх – не менше 50-55 тис. шт.; на насіннєвих ділянках посадка повинна бути більш щільною, ніж при вирощуванні продовольчої картоплі;

- картоплю зазвичай садять по рядовій схемі з міжряддями 70 см і відстанню між бульбами в рядку від 18 до 35 см;

- відхилення ширини основних міжрядь допускається не більше ± 2 см, стикових – не більше ± 10 см [11];

- глибина посадки картоплі на суглинних ґрунтах – 6-8 см, а на супіщаних – 8-10 см, рахуючи від вершини гребеня до верхньої точки бульби;

- відхилення за глибиною допускається в межах ± 2 см;

- після посадки поле повинно мати рівну або вирівняну гребенясту поверхню з заробленими поворотними смугами;

- на краях полів не повинно бути просипаних бульб і добрив.

1.3. Огляд картоплесадильних машин

Напівавтоматичні посадочні апарати поділяються на два типи: з подачею бульб на транспортер або бункер і з укладанням бульб в висаджувальний апарат.

Переобладнанням картоплесаджалок для непророщених бульб в машини, що здатні висаджувати яровизовану картоплю, займаються багато підприємств, як вітчизняні, так і зарубіжні.

Відома конструкція картоплесаджалки СН-4Б, переобладнана для висаджування пророщених бульб. Бункер для накопичення насіннєвого матеріалу залишили. У задній частині саджалки зняли туковисіваючі апарати і до основної рами її закріпили рамку 6, на яку встановили чотири сидіння. Посадочні апарати з механізмами приводу демонтували [12, 13].

Також відома переобладнана напівавтоматична картоплесаджалка, створена на базі Л-202. Для переобладнання з базової машини знімається основний і живильний бункери, і встановлюються додаткові вузли і механізми: майданчик, платформа, пристосування для зміни напрямку обертання висаджувальних апаратів, обладнуються робочі місця [14].

В даний час виробництво напівавтоматичних картоплесаджалок має місце в багатьох країнах. У Республіці Білорусь освоєно виробництво напівавтоматичних картоплесаджалок СКН-4 і СПК-4.

Картоплесаджалка СКН-4 призначена для рядкової посадки пророщених і непророщених бульб картоплі з міжряддям 70 см з одночасним внесенням мінеральних добрив на ґрунтах всіх типів у всіх зонах обробітку картоплі (рисунок 1.1). Привід картоплесаджалки здійснюється від приводних коліс. Картопля на саджалці знаходиться в ящиках розміром 600x400x200 мм, які розташовуються на полицях етажерки. Завантаження картоплесаджалки мінеральними добривами проводиться вручну з транспортного засобу або спеціально обладнаними автомобілями.



Рисунок 1.1 – Картоплесаджалка пророщеної картоплі СКН-4

Аналогічною за принципом технологічного процесу компанії «ІМАС» (Польща) випускає напівавтоматичні картоплесаджалки PPS-2F (рисунок 1.2) і PPS-4F. Картоплесаджалка такого типу використовуються для посадки пророщеного або звичайного насіння картоплі цілими і розрізаними бульбами.



Рисунок 1.2 – Напівавтоматична картоплесаджалка PPS-2F

Також як і в картоплесаджалки СКН-4 висаджувальний апарат PPS-4F револьверного типу складається з барабана з комірками, в які бульби вручну подаються оператором, і сошника для відкриття борозни. Кожен ряд обслуговується одним оператором. Позаду машини встановлюються диски або леміші для утворення гребеня.

Картоплесаджалка СПК-6 (рисунок 1.3) призначена для грядової посадки пророщених і непророщених бульб картоплі з міжряддям в гряді 40 см з одночасним внесенням мінеральних добрив на ґрунтах всіх типів у всіх зонах обробітку картоплі [14]. Привід картоплесаджалки здійснюється від приводних коліс. Картопля на саджалках знаходиться в ящиках розміром 600x400x200мм, які розташовуються на полицях етажерки.



Рисунок 1.3 – Напівавтоматична картофелесажалка СПК-6

Відома картоплесаджалка виробництва компанії «MACON» (Нідерланди). Саджалки виробляються в 2-х і 4-х рядному виконанні, під міжряддя 75 і 90 см.

Принцип дії картоплесаджалки MACON-1202 аналогічний СПК-6: пророщена картопля з ящиків вручну викладається на стрічку транспортера, який максимально дбайливо опускає бульби в борозну, практично повністю виключаючи їх вільне падіння і забезпечуючи тим самим мінімальне обламування паростків. Норма посадки регулюється зміною швидкості транспортера за допомогою змінних зірочок.

Аналіз технічної характеристики напівавтоматичних картоплесаджалок показує, що більшість саджалок випускається в навісному виконанні з кількістю висаджувальних рядків від 2 до 6 при ширині міжрядь від 40 до 90 см і робочій швидкості 0,15-0,8 км/ч.

У розглянутих напівавтоматичних картоплесаджалках в якості одиниці висаджувального механізму найбільшого поширення набули:

- одно або двоярядний ложково-транспортний висаджувальний апарат (рисунок 1.4);
- револьверний висаджувальний апарат (рисунок 1.5).

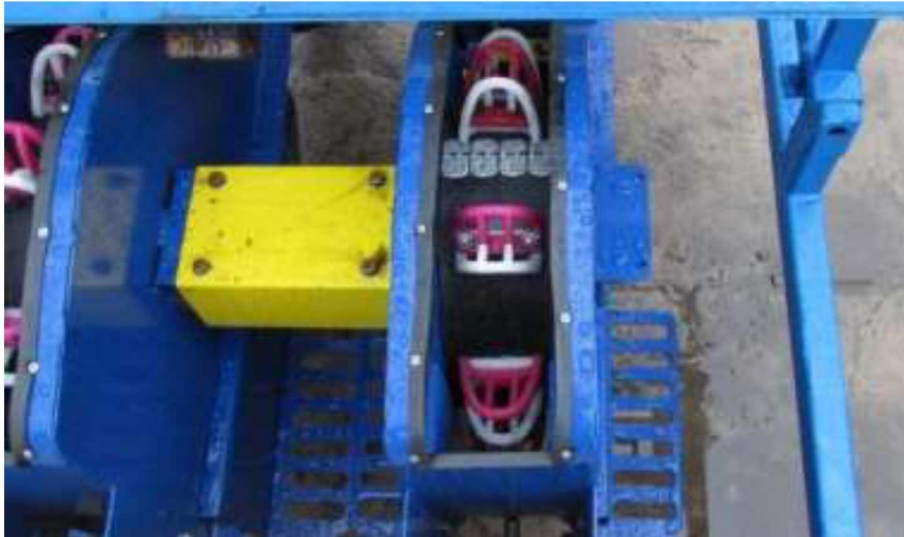


Рисунок 1.4 – Ложково-транспортний висаджувальний апарат картоплесаджалки СПК-6



Рисунок 1.5 - Револьверний висаджувальний апарат картоплесаджалки СКН

Аналізуючи технологічні процеси висаджувальних апаратів напіваавтоматичних картоплесаджалок можна зробити наступний висновок.

Ложково-транспортний висаджувальний апарат в порівнянні з револьверним висаджувальним апаратом забезпечує менше травмування паростків бульб картоплі оскільки контактування паростків відбувається в момент розкладки бульби на ложечки і в момент падіння на дно відкритої борозни з ложечки з мінімальної висоти транспортера. Тоді як в револьверному висота і швидкість падіння вищі.

Заслуговує уваги саджалка з наколюючими висаджувальними апаратами, призначена головним чином для висадки розрізаних бульб. Проте, її можна використовувати і для висадки цілих бульб, хоча в цьому випадку делікатне поводження з бульбами не гарантоване.

Механізм забезпечений колесами, на яких встановлені важелі, які складаються з зуба і скидаючого кулачка. Бульби наколюють і розміщуються на вилках. У точці розвантаження вилки простягаються через головку, що звільняє бульби. Норма висіву регулюється шляхом вибору зірочки в механізмі приводу. Наколюючі апарати не забезпечують рівномірної розкладки бульб і вимагають ретельного видалення з посадкового матеріалу каменів, що при збиранні картоплі на полях, засмічених камінням, дуже складно. Крім того, при наколюванні бульб відбувається їх травмування і велика ймовірність зараження насіння хворобами.

За кордоном для посадки пророщеного матеріалу, використовуються напіваавтоматичні машини, обладнані висаджувальними дисками з комірками, в які бульби укладали вручну.

Фірма «Hassia» [15] випускає двох- і трьохрядні картоплесаджалки GLV-2D і GLE-3D, пристосовані для посадки пророщеної картоплі. Вони мають пасово-чашковий посадковий апарат і гладкий пасовий транспортер для подачі бульб з бункера. Привід саджалок здійснюється від ходових коліс. Ширина міжряддя 75 см і відстань в рядку регулюється від 35 до 50 см.

Сажалки GLV-2D і GLE-3D серійно оснащуються майданчиками для ящиків з пророщеним посадковим матеріалом, включаючи опорну дошку і спинку для садильника, і ложкові вставки для пророщеної картоплі.

Ширина міжряддя у цих машин регулюється від 62,5 до 75 см. Продуктивність становить 0,6 - 0,8 га/год [16].

Фірма «Cramer» випускає дві запатентовані картоплесаджалки: ковшову і черпакову [17]. Ковшова саджалка призначена для посадки відсортованих бульб, забезпечена струшувачем і легко замінними пластмасовими вставками, що забезпечують точність захоплення бульб ковшами і попереджує потрапляння в гніздо двох і більше бульб. Черпакова саджалку призначена для посадки подовжених і великих бульб. Зайві бульби за допомогою редукційного містка знову повертаються в бункер. В обох саджалках привід здійснюється від опорного колеса [17].

1.4. Аналіз роботи і класифікація висаджувальних апаратів

У міру розвитку технології обробітку картоплі змінюються і вимоги, що висуваються до висаджувальних апаратів.

На сьогоднішній день до посадочних машин висуваються такі, загальні для операції посадки як пророщеної, так і непророщеної картоплі, вимоги: всі апарати, встановлені на одній саджалці, повинні подавати певну кількість бульб; подача бульб не повинна залежати від тривалості роботи і ступеня заповнення бункерів картоплею; подача бульб повинна проводитися через рівні відрізки шляху, пройденого агрегатом; рівень пропусків, двійок і пошкоджень бульб не повинен перевищувати допустимий діючими агротехнічними вимогами; апарати повинні передбачати можливість переходу на подачу бульб різних фракцій; регулювання частоти подачі бульб повинно забезпечувати можливість висадки заданої кількості бульб на 1 га з відхиленням від заданої густоти не більше 8-10%.

При посадці яровизованої картоплі, як показує огляд літературних джерел і практика картопле вирощувальних господарств, на перший план висувається вимога делікатного ставлення робочих органів висаджувальних апаратів до паростків бульб, так як від цього безпосередньо залежить обсяг і якість врожаю даного продукту.

Як показує практика, в даний час лімітуючим фактором збільшення виробництва ранньої картоплі, крім трудомісткості операцій з підготовки насіннєвого матеріалу, є відсутність машин, здатних в межах допустимих агротехнічних вимог по пошкодження паростків (до 8%), здійснювати посадку яровизованої картоплі. Застосовувані сьогодні у виробництві автоматичні картоплесаджалки при виконанні технологічної операції дають пошкодження паростків вище регламентованого рівня. Так, наприклад, картоплесаджалка САЯ-4 при посадці пророщених бульб дає пошкодження паростків до 40%.

У зв'язку з цим виникає необхідність у пошуку і дослідженні робочих органів саджалки для посадки пророщених бульб, використовуючи які можна було б знайти компроміс при задоволенні вимог делікатності поводження з пророслими бульбами і рівномірності відстані між ними в борозні. Для відповідності апарату вище позначених вимогам, необхідно виконати аналіз відомих пристроїв аналогічного призначення, провести їх систематизацію та визначити перспективні напрямки їх створення і вдосконалення.

Огляд існуючих пристроїв для посадки яровизованої картоплі, проведений в даному дослідженні, дозволяє здійснити розробку необхідної для аналізу посадочних машин класифікацію.

Умовно всі відомі апарати можуть бути розділені на апарати з ручною закладкою бульб, напівавтоматичні та автоматичні. Апарати з ручною закладкою бульб і напівавтоматичні, що потребують періодичної участі обслуговуючого персоналу в технологічному процесі, застосовують переважно в селекційних саджалках. Відповідно до огляду літературних

джерел і патентної інформації розрізняють наступні види апаратів: елеваторні, комірково-дискові, чашково-дискові, трубчасто-пальчаті, голчасто-дискові наколюючі апарати й ложкові-барабанні апарати з комірками, пневматичні.

Як показали численні дослідження, сучасний однорядний ложковий-дисковий апарат з фіксаторами-зжимами в ложечках забезпечує високу частоту подачі бульб в порівнянні з одно- і дворядними ложково-транспортними або елеваторно-ковшовими апаратами, поступаючись за цим параметром лише стрічково-транспортним апаратам. При роботі на швидкостях 7 - 9 км/год і висадці 50 - 80 тис. бульб він перевершує всі інші відомі апарати. Однак ложково-дисковий апарати ушкоджують паростки і бульби і досить чутливі до забруднення посадкового матеріалу мокрою гниллю, паростками та іншими домішками.

Ложково-транспортний й елеваторно-ковшовий апарати поступаються ложково-дисковим по частоті подачі бульб, яка залежить в першу чергу від розмірів і форми бульб і не забезпечують якісної розкладки бульб на підвищених швидкостях при великій густоті посадки, проте менше пошкоджують бульби і паростки. До недоліків апаратів такого типу слід також віднести необхідність щодо точного дозування маси бульб в зоні захоплення, більш високу складність і меншу надійність в порівнянні з апаратами ложково-дискового типу.

Наколюючі апарати добре подають різані бульби, але не забезпечують рівномірної розкладки бульб і вимагають ретельного видалення з посадкового матеріалу каменів, що при збиранні картоплі на полях, засмічених камінням, дуже складно.

Стрічково-транспортні апарати забезпечують найвищу частоту подачі бульб і найменший рівень пошкоджень бульб і паростків, проте дають найгіршу розкладку бульб, ненадійні в роботі (часте сповзання стрічок при попаданні на шківі ґрунту та ін.).

Аналізуючи точність посадки сучасними апаратами можна зробити висновок, що найбільше розкидання бульб, в залежності від коливання їх розмірів, у стрічково-транспортних апаратів, однак імовірність пошкодження паростків при скиданні бульб на твердий ґрунт у цих апаратів менше, ніж у ложково-транспортних.

Під час висадки ранньої картоплі різке зниження рівномірності розкладки у саджалок з такими апаратами компенсується зниженням рівня пошкоджень, то при основній посадці така розкладка залишає бажати кращого через її вплив на однорідність бульб в урожаї.

Ложково-дискові апарати з фіксаторами бульб в ложечках за якістю розкладки бульб перевершують дискові апарати з пружними захопленнями. Ложково-дискові апарати інтенсивніше ушкоджують паростки і бульби, а також досить чутливі до забруднення посадкового матеріалу обламаними паростками і іншими домішками.

Таким чином, за частотою подачі бульб найкращі показники забезпечують апарати з безперервним потоком бульб стрічково-транспортного або стрічково-вібраційного типу, по рівномірності розкладки бульб ложково-дискові апарати.

В даний час тривають роботи з удосконалення висаджувальних апаратів, однак у всіх розглянутих посадкових апаратів проблема делікатного ставлення до паростків пророщених бульб, в рамках агротехнічних вимог не вирішена і залишається актуальною досі.

Висновки, мета та завдання досліджень

В даний час, з урахуванням тенденцій розвитку засобів механізації сільськогосподарського виробництва, в умовах дефіциту матеріальних і фінансових коштів, найбільш перспективним напрямком у створенні картоплесадильних агрегатів слід вважати розширення функціональних

можливостей серійних картоплесадильних машин, шляхом комплектування їх додатковими системами.

У зв'язку з цим мета роботи – підвищення ефективності картоплесадильної машини шляхом обґрунтування її конструкторсько-режимних параметрів.

Відповідно до поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз існуючих картоплесадильних машин.
- обґрунтувати перспективну конструктивно-технологічну схему картоплесадильної машини для пророщеної картоплі.
- провести теоретичне дослідження процесів взаємодії робочих органів картоплесадильної машини з бульбами пророщеного картоплі.
- провести дослідження удосконаленої картоплесадильної машини по визначенню впливу факторів на травмуванню і рівномірність розподілу пророщених бульб.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма досліджень

Вихідними даними для розробки програми слугували: завдання досліджень, гіпотеза і її теоретичні розробки.

Для вирішення намічених завдань необхідно провести пошукові досліді і отримати найбільш значущі фактори; провести серію експериментів і досліджувати вплив конструктивних і режимних параметрів на якісні показники розподілу; отримати оцінку роботи пристрою і встановити конструктивні і режимні параметри, при яких запропонований пристрій в роботі забезпечує найбільш якісні агротехнічні показники.

Для дослідження конструктивно-режимних параметрів, значимість яких визначалася на підставі пошукових дослідів, проводилися серії однофакторних експериментів.

2.2. Обладнання, інструменти та пристосування для проведення досліджень

Для визначення якісних показників технологічного процесу посадки яровизованої картоплі з одночасним протравленням на базі теоретичних досліджень була спроектована і виготовлена експериментальна установка (рисунок 2.1).

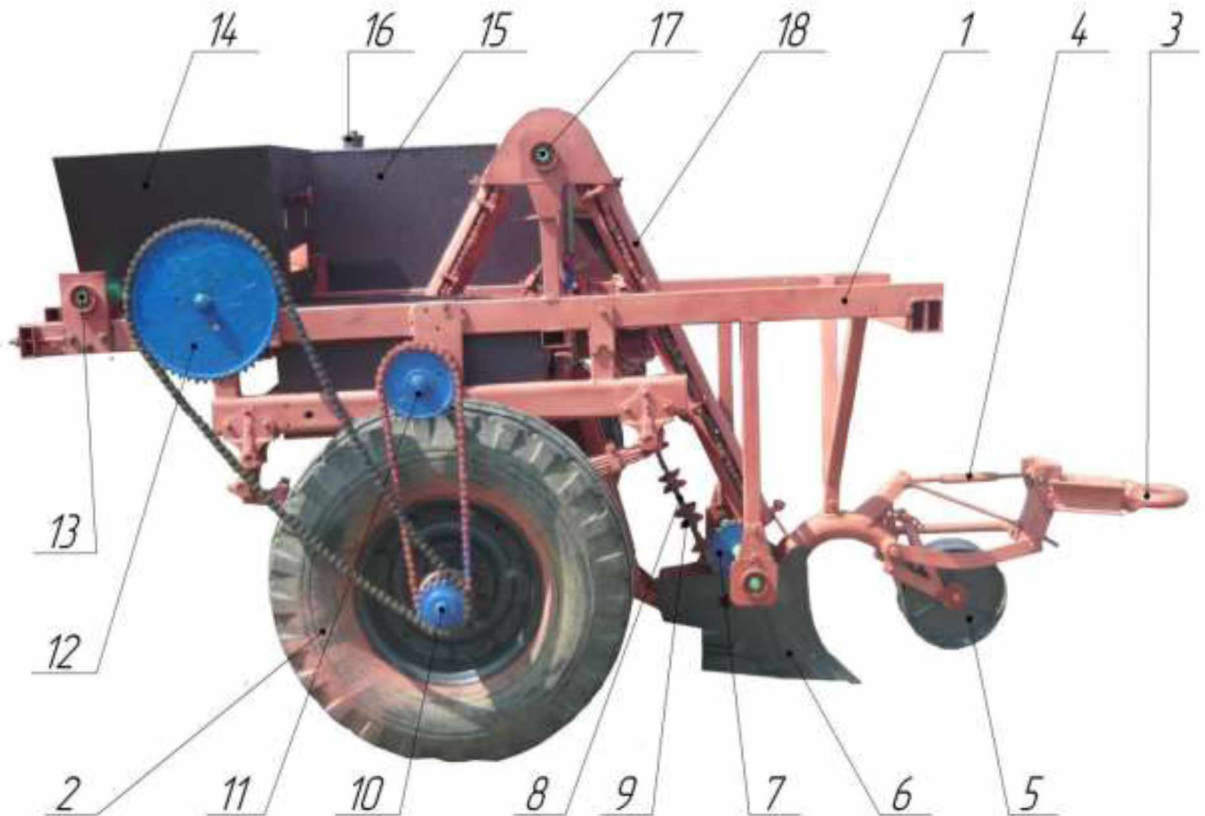


Рисунок 2.1 – Експериментальна картоплесадильна машина: 1 - рама; 2 - колесо опорно-приводне; 3 - причіпна сниця; 4 - регулювальна тяга; 5 - колесо опорно-копіювальне; 6 - сошник-борозноутворювач; 7 - ведена зірочка; 8 - елеваторний транспортер; 9 - ложечка; 10 - зірочка приводна подвійна; 11 - ведена зірочка елеваторного транспортера; 12 - ведена зірочка донного транспортера бункера насінневих бульб; 13 - ведений вал донного транспортера; 14 - бункер насінневих бульб; 15 - резервуар робочого розчину; 16 - заливна горловина резервуара робочого розчину; 17 - вал обвідний зірочки елеваторного транспортера; 18 – кожух

Експериментальна картоплесадильна машина виконана в причіпному виконанні для агрегування з тракторами тягового класу 0,9-1,4. Експериментальна картоплесадильна машина складається з рами 1, що спирається на пневматичні колеса, з яких праве є опорно-приводним колесом 2 для робочих органів машини. У середній частині рами змонтований

елеваторний транспортер 8, закритий у верхній частині кожухом 18. У задній частині картоплесадильної машини на рамі встановлені закритий резервуар робочого розчину 6 з горловиною 7 і бункер насінневих бульб 4. У нижній частині резервуара робочого розчину встановлений напівоборотний кран подачі робочого розчину 10, з'єднаний гнучким трубчастим з'єднанням з ковшем живильником.

У нижній частині бункера насінневих бульб на ведучому і відомому валах встановлено стрічковий транспортер.

У передній частині бункера виконано приймальне вікно 2, регульоване по висоті за допомогою заслінки.

У нижній частині рами експериментальної картоплесадильної машини встановлений сошник-борозноутворювач 6 (рисунок 2.1) з опорно-копіювальним колесом 5. На рамі опорно-копіювального колеса встановлений паралелограмний механізм з регульовальною тягою 4, з'єднаний з причіпною сницею 3. При цьому на сошнику-борозноутворювачі додатково шарнірно встановлені борознозакривальні диски.

Приводний вал стрічкового транспортера опирається на кулькові підшипники, встановлені в опорах рами експериментальної картоплесадильної машини. На правому кінці приводного валу встановлена зірочка, з'єднана ланцюговою передачею з подвійною приводною зірочкою опорно-приводного колеса.

Елеваторний транспортер (рисунок 2.2) експериментальної картоплесадильної машини виконаний у вигляді ланцюгової передачі, на щоках якої з певним кроком встановлені спарені ложечки. При цьому ложечки встановлюються збоку від ланцюгової передачі, тим самим не перешкоджаючи обертанню ланцюга на зірочках валів. Спарені ложечки мають жорстке зварене з'єднання і мають технологічні отвори по периметру робочої поверхні.

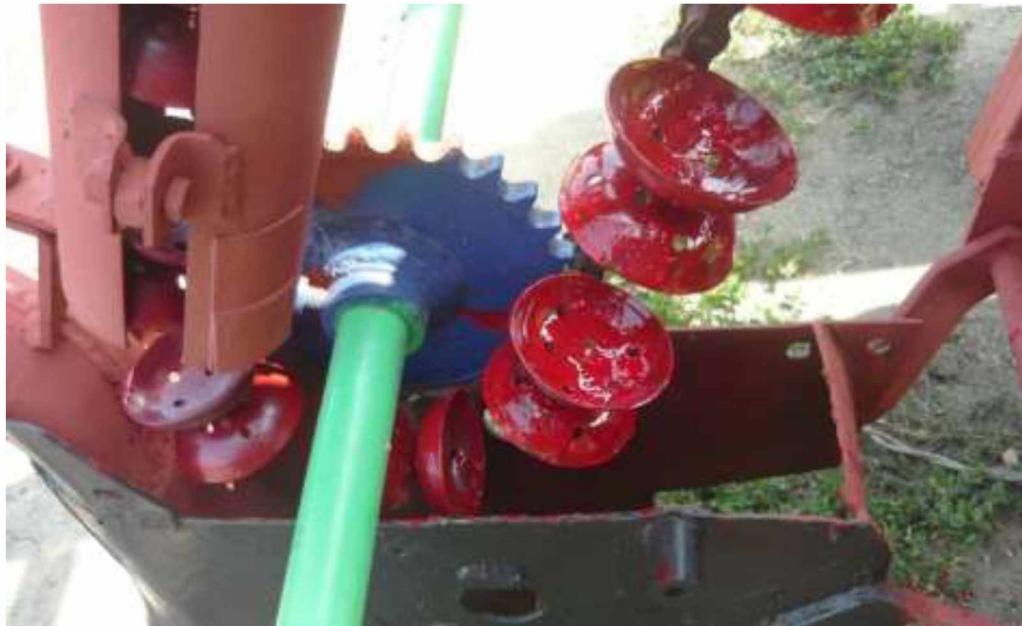


Рисунок 2.2 – Елеваторний транспортер картоплесадильної машини

При підготовці лабораторної установки варіювання швидкості руху ланцюжка транспортера проводилося змінними зірочками (рисунок 2.3) механізму приводу в межах $0,28 \dots 1,9$ м/с, що відповідає робочій швидкості руху агрегату. Швидкість руху елеваторно-ланцюгового транспортера висаджувального апарату залежить від швидкості руху агрегату, кроку посадки і відстані між ложечками і варіювалася в діапазоні $0,2 \dots 0,7$ м/с. Зміна коефіцієнта трансформації ложечок здійснювалося заміною зірочок. Варіювання розмірів насінневого матеріалу проводилося заміною ложечок відповідного розміру і глибини (рисунок 2.4).



Рисунок 2.3 – Змінні зірочки механізму приводу ложково-транспортного посадкового апарата



Рисунок 2.4 – Змінні ложечки для картоплесадильної машини

Кожен експеримент проводився в наступній послідовності:

- установка і контроль конструктивних параметрів;
- підбір необхідних значень швидкості елеваторно-ланцюгового транспортера;
- подача пророщеної картоплі в живильний ківш і підтримання їх заданого рівня (в 2 шари);
- вимір інтервалу між центрами бульб і пропусків;
- збір бульб і огляд пошкоджень візуально, а також аналіз облому паростків насіннєвого матеріалу.

2.3. Методика досліджень комбінованої картоплесадильної машини

Відібрані проби ґрунту і отримані первинні експериментальні дані в польових умовах в подальшому оброблялися і оцінювалися в лабораторії з використанням методів статистичної обробки. Для визначення вологості ґрунту висушували навішування проб в бюксах при температурі 105°C протягом 8 годин. Після чого бюкси з висушеним ґрунтом поміщали в ексикатори (в закритому вигляді), потім після охолодження (через 15-20 хвилин) зважували. Зважування ґрунту проводили з точністю до 0,01 г.

Абсолютну вологість ґрунту вираховували за формулою:

$$W = [(m_n - m'_n) / m'_n] \cdot 100\% \quad (2.1)$$

де W – вологість ґрунту, %;

m_n – маса зразка вологого ґрунту, г;

m'_n – маса зразка сухого ґрунту, г

Твердість ґрунту визначали ґрунтовим твердоміром Ревякіна в місцях визначення вологості. Отримані на міліметровці динамограми, обробляються за допомогою планіметрії. Величину середньої твердості ґрунту в кілограмах на квадратний сантиметр визначали за формулою:

$$T = (h_{cp} \cdot i_n) / S \quad (2.2)$$

де h_{cp} – величина середньої ординати діаграми твердості, см;

i_n – масштаб пружини, кг/см;

S – площа перетину плунжера, см².

Середня фактична відстань між бульбами в ряду в сантиметрах визначають як середнє арифметичне не менше ста рослин між бульбами в

ряду, виміряних при установці відстаней в сантиметрах відповідно до інструкції по експлуатації.

Рівномірність розподілу бульб (R) в процентах визначаємо за формулою:

$$R = \frac{i}{n} \cdot 100, \quad (2.3)$$

де i – число висаджених бульб, фактичне відстань A між якими становить від 0,8 до 1,2 установочної відстані між бульбами в ряду A_n ;

n – загальне число бульб, висаджених на вимірювальній ділянці з установчою відстанню між бульбами в ряду A_n .

- частка пропусків (M) в процентах визначається за формулою:

$$M = \frac{j}{n} \cdot 100, \quad (2.4)$$

де j – число пропусків.

- частка двійників (D) в визначається за формулою:

$$D = \frac{k}{n} \cdot 100, \quad (2.5)$$

де k – число двійників.

- похибка посадки (K) в процентах визначається за формулою:

$$K = \frac{j+k}{n} \cdot 100, \quad (2.6)$$

- коефіцієнт збереження відстані між бульбами в ряду (r) визначають за формулою:

$$r = \frac{A_n}{A_s}, \quad (2.7)$$

де A_s – середня відстань між бульбами в ряду.

A_n – поперечне відхилення бульб в ряду в сантиметрах визначають шляхом вимірювання цього відхилення по кожному висаджувальному апарату від перпендикуляра, що проходить через поздовжню вісь ряду (борознозакривач не працює).

В результаті обробки обчислюють частку бульб з відхиленням вище допустимого.

Глибину закладення бульб h в сантиметрах визначають по кожному ряду бульб. Вимірюють відстань по перпендикуляру від нижньої кромки бульби до поверхні поля перед посадкою (борознозакривач не працює, гребені, що виникли розрівнюються). Результатом є середнє арифметичне не менше 30 вимірів виконаних рівномірно по всій площі вимірювальної ділянки, в протокол записують також виміряні мінімальні і максимальні глибини закладення.

Глибину розпушування ґрунту під бульбою h_z в сантиметрах визначають при вимірах відстаней. Вимірюють відстань по перпендикуляру від нижньої кромки бульби до необробленого ґрунту під бульбою (на дні борозни).

Висоту гребеня ґрунту, утвореного борознозакривачем над бульбами H_h в сантиметрах визначають в кожному ряду. При цьому борознозакривач повинен бути відрегульований відповідно до інструкції по експлуатації. На місці вимірювання бульби в борозні відкопують, на вершину гребеня кладуть горизонтальну планку і вимірюють відстань по перпендикуляру між верхньою кромкою бульби і нижньою кромкою планки.

Висновки

У другому розділі «Методика й основні методи досліджень» описано загальну схему досліджень. Методичну основу організації роботи складала: системний підхід, що передбачає формулювання гіпотези, постановку завдань, вибір шляхів рішення, проведення експерименту, аналіз результатів і математична обробка; апробація і впровадження нових рішень.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Теоретичні дослідження живильника для посадки картоплі

При посадці пророщених бульб картоплі за допомогою картоплесадильної машини потрібне технічне рішення, що дозволяє з одного боку – забезпечити збереження нових паростків, з іншого – їх протруювання. Рішенням поставленого завдання є технологічний процес, що включає в себе подачу бульб з бункера в ківш-живильник, попередньо заповнений протруюючою рідиною, захоплення бульб ложечками дворядного ложково-транспортного посадкового апарата і транспортування бульби в зону скидання в посадкову борозну. В якості протруюючої рідини використовують розчин контактного фунгіциду в сольовому розчині, щільність якого перевищує питому вагу бульб, не менше $1,16 \text{ г/см}^3$.

Процес захоплення бульб картоплі з рідкого середовища вимагає визначення геометричних і кінематичних параметрів транспортного посадкового апарата, що забезпечують їх надійне утримання в ложечку, а відповідно, і запобігання пропусків при посадці. Крім того важливо вивчити процес взаємодії ложечки з рідиною і визначити параметри найменшого впливу, що також забезпечує надійне захоплення бульб.

Розглянемо взаємодію ложечки, що має форму усіченої сфери (рисунок 3.1), радіусом r і глибиною ℓ , розташованої радіально відносно центру обертання O' , що обертається з постійною кутовою швидкістю ω з нерухомою рідиною в приймальному ковші [19]. Визначимо силу P_x , з якої рідина діє на ложечку.

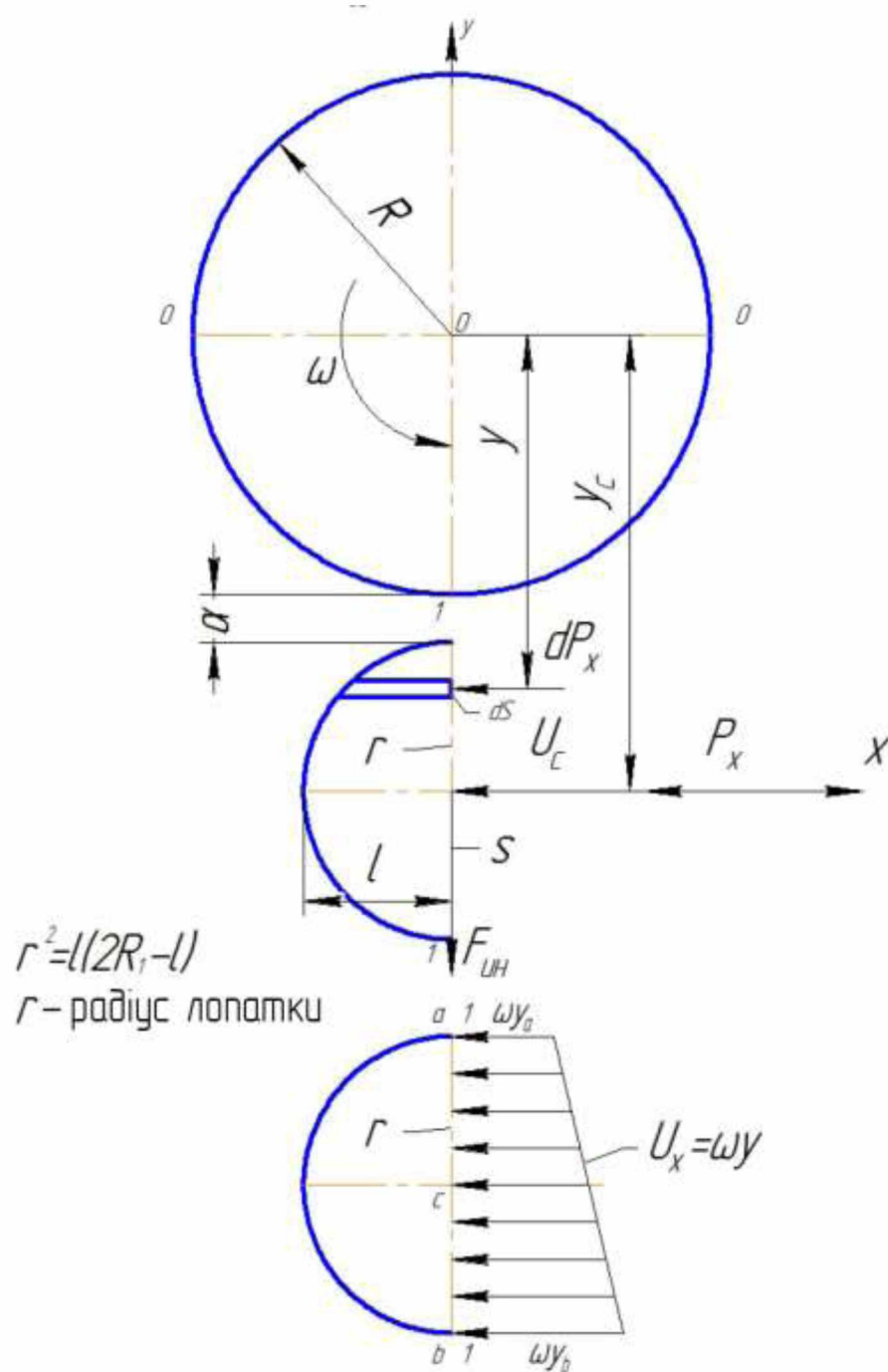


Рисунок 3.1 – Взаємодія радіально розташованої ложечки з рідиною

Виберемо систему координат XOY , жорстко пов'язану з рухомою ложечкою. І розглянемо силу дії рідини на ложечку, яка не має отворів. При цьому до діючих на ложечку сил необхідно додати відцентрову силу інерції F_{in} (сили інерції діють на рідину всередині ложечки).

Для визначення сили тиску рідини на ложечку в напрямку осі X скористаємося теоремою про зміну кількості руху: зміна кількості руху рідини в одиницю часу в обраному напрямку дорівнює проекції всіх сил, що діють на рідину в цьому напрямку або в диференціальному вигляді:

$$dP_x \cdot dt = d(mv). \quad (3.1)$$

Виділимо на поверхні лопатки елементарну площадку, проекція якої на вісь Y (поверхню 1-1) дорівнює dS .

$$dP_x \cdot dt = d(mv) = \rho dQ v_x = \rho Q \cdot dt v_x = \rho v_x^2 dS \cdot dt, \quad (3.2)$$

де $\rho dQ = dm$ – елементарна маса рідини, яка переміщується поверхнею dS в напрямку осі X в одиницю часу;

dQ – елементарна витрата рідини.

Тоді елементарна сила тиску рідини на поверхню лопатки:

$$dP_x = \rho v_x^2 dS = \rho \omega^2 y^2 dS \quad (3.3)$$

де ρ – густина рідини, кг/м^3 .

Інтегруючи вираз (3.1) по площі S проекції лопатки на напрямок руху, отримаємо:

$$P_x = \int_S dP_x = \rho \omega^2 \int_S y^2 dS = \rho \omega^2 [I_{cc} + y_c^2 S] \quad (3.4)$$

де I_{cc} – момент інерції площі S (кола) щодо осі $c-c$, що проходить через її центр ваги і паралельної осі X . Маємо:

$$I_{cc} = \frac{\pi r^4}{64} \quad (3.5)$$

де r – радіус поверхні S (коло), м.

Тоді:

$$P_x = \rho \omega^2 \left[\frac{\pi r^4}{4} + y_c^2 S \right] \quad (3.6)$$

Враховуючи, що $S = \pi r^2$; $y_c = R + a + r$, отримаємо:

$$P_x = \rho \omega^2 \left[\frac{\pi r^4}{64} + (R + a + r)^2 \pi r^2 \right] \quad (3.7)$$

У даному виразі враховано, що сила інерції F_{in} спрямована перпендикулярно осі X і проєктується на напрям руху в нуль.

Проведені розрахунки визначили, що вплив першого члена в квадратних дужках виразу (3.3) дуже малий і його можна записати у вигляді [20]:

$$P_x = \rho \omega^2 y_c^2 S = \rho \omega^2 (R + a + r)^2 \pi r^2 \quad (3.8)$$

Вираз (3.4) показує, що сила тиску рідини на поверхню ложечки P_x визначається швидкістю руху її центру ваги v_c :

$$v_c = \omega y_c, \quad (3.9)$$

що рівносильно обтіканню ложечки рівномірним потоком зі швидкістю v_c .

Визначимо середню величину тиску P , яка діє на рідину в площині 1-1:

$$P = \frac{P_x}{S} = \frac{P_x}{\pi r^2} = \rho \omega^2 y_c^2 = \rho v_c^2 \quad (3.10)$$

Відповідно до формули (3.5) тиск рідини всередині ложечки, обумовлений гальмуванням набігаючого потоку (або тиск рухомої ложечки на нерухому рідину) дорівнює подвоєному динамічному тиску набігаючого потоку:

$$P = 2 \frac{\rho v_c^2}{2} \quad (3.11)$$

Для обтічних тіл сила опору руху (сила лобового опору) прагне до нуля і визначається тільки силами тертя, що виникають при русі тіла в рідині [21]. Для поганообтікаючих тіл (яким є наша ложечка) сила лобового опору значно більша сили тертя, однак вона менша значення, що визначається виразом (3.5) і знаходиться наступним чином:

$$P_x = C_x S_m \frac{\rho v_x^2}{2} = C_x \frac{P_x}{2}, \quad (3.12)$$

де C_x – коефіцієнт лобового опору, який визначається дослідним шляхом, і залежить від форми тіла, числа Рейнольдса, кута набігання потоку і ряду інших параметрів;

S_m – площа миделевого перетину ложечки, м.

Коефіцієнт лобового опору по Ньютону дорівнює 2,0 – це максимально можлива теоретична величина [21]. Однак, якщо в кормову частину тіла, поблизу нього, встановити інше тіло з тим же миделевим перетином, то загальний опір тиску системи тел зменшується.

Під час пошукових дослідів визначався опір 2-х варіантів ложечок: пряма і зворотна ложечки, мають суцільні денця, і пряма і зворотна ложечка з бічними отворами в першій, а в місці їх з'єднання був один загальний центральний отвір. Для простоти рисунків зворотна ложечка на них не відображена.

Для поганообтічних тіл сила тиску на кормову частину залежить від умов обтікання тіла, тобто його форми, що визначає відрив потоку від тіла і

утворення вихорів за ним (формою вихрового сліду) і буде завжди менше сили тиску на лобову частину тіла. В результаті виникає результуюча сила тиску, що визначає величину лобового опору руху. У нашому випадку за прямою ложечкою встановлена зворотна ложечка, яка перебуває в тильній частині першій.

Тоді силу опору руху прямої і зворотної ложечки першого варіанту можна записати у вигляді:

$$P_{\text{л}} = C_x S \frac{\rho v_c^2}{2} = C_x \frac{1}{2} \rho \omega^2 (R + a + r)^2 \pi r^2, \quad (3.13)$$

де C_x – коефіцієнт лобового опору, можна прийняти, згідно з розрахунками Ньютона, $C_x = 1,43$.

S – площа ложечки на лінії 1-1, м^2 ;

R – радіус ведучої зірочки приводу ложкового транспортера, м ;

a – відстань між зірочкою і ложечкою, м ;

ρ – густина розчину, г/см^3 .

Розглянемо другий варіант ложечок, що мають центральні і бічні отвори.

Коефіцієнт витрати отворів μ_0 залежить від числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{v_c d_{\text{отв}}}{\nu}, \quad (3.14)$$

при $Re > 10^2$ величина $\mu_0 \sim 0,62 - 0,65$.

Норма посадки і продуктивність картоплесаджалки залежить від лінійної швидкості транспортера висаджувального апарату.

При діаметрі отвору $d_{\text{отв}} = 0,005$ м і розрахункової швидкості транспортера $v_c = 0,5$ м/с маємо:

$$Re = \frac{0,5 \cdot 0,005}{1 \cdot 10^{-6}} = 2500.$$

Отвори в лопатці необхідні для запобігання додаткової витрати протруюючої рідини в борозну, хоча наявність отворів в них і може вплинути на коефіцієнт лобового опору C_x в сторону його зменшення. Однак, все одно величина $C_x = 2,0$.

Як видно з графіків (рисунок 3.2 і рисунок 3.3), на швидкість лобового опору ложечки без отворів і з отворами впливає радіус і швидкість руху ложечки. При цьому у ложечки без отворів сила лобового опору зростає по експоненті, а у ложечки з отворами має лінійну залежність. З графіка впливу радіуса ложечки і швидкості руху на силу лобового опору ложечки з отворами видно, що при збільшенні радіуса ложечки сила лобового опору зменшується, а при збільшенні швидкості – збільшується, в той час як у ложечки без отворів радіус і швидкість руху ложечки призводять до збільшення сили лобового опору.

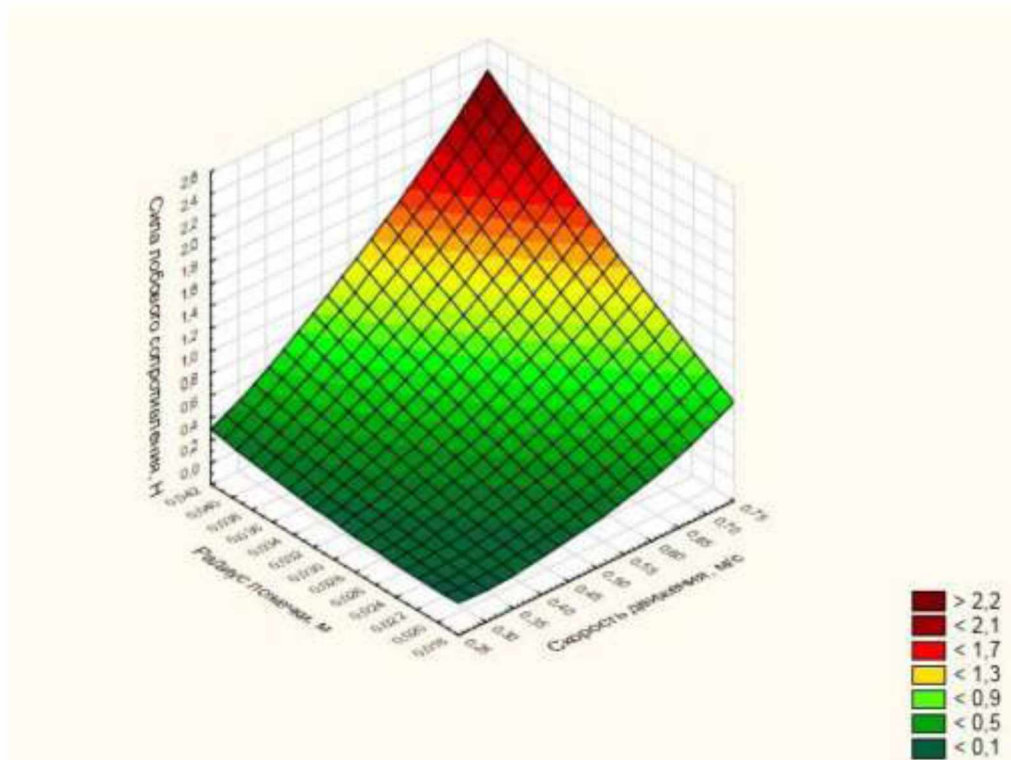


Рисунок 3.2 – Графік впливу радіуса ложечки і швидкості руху на силу лобового опору ложечки без отворів

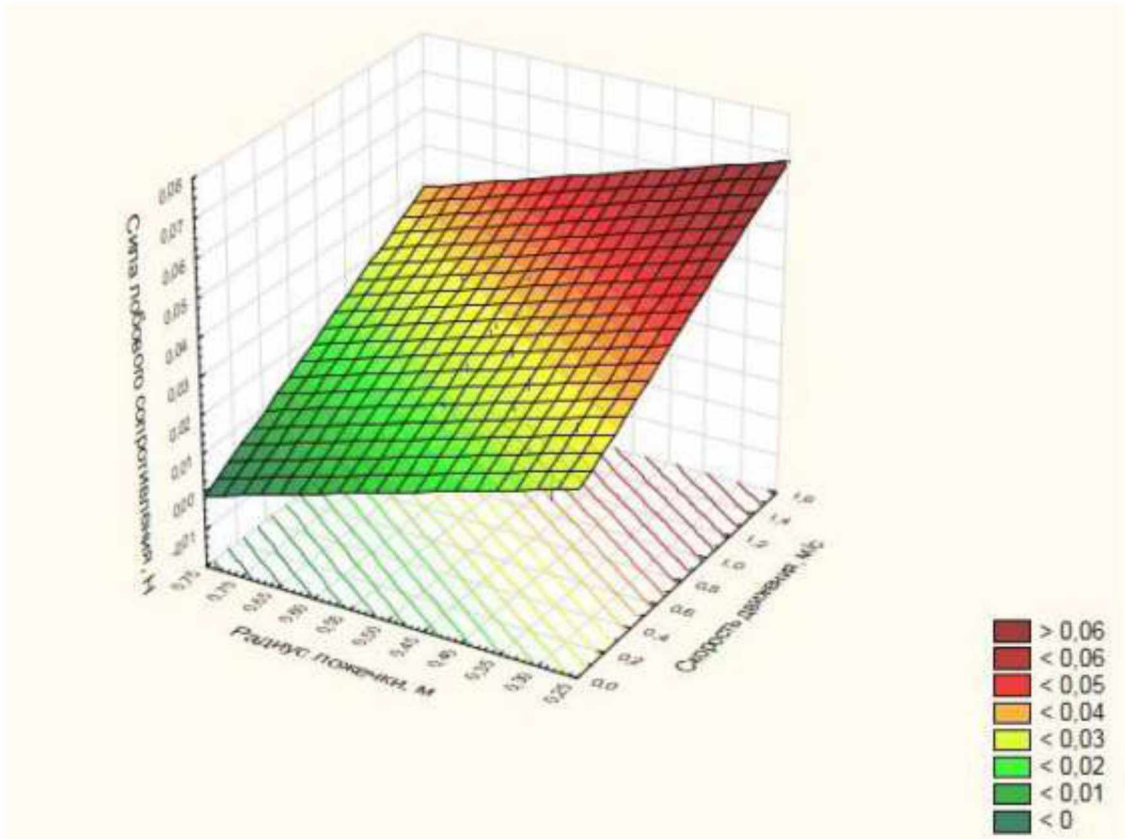


Рисунок 3.3 – Графік впливу радіуса ложечки і швидкості руху на силу лобового опору ложечки з отворами

У момент виходу лопатки транспортера висаджувального апарату на поверхню протруюючої рідини існує небезпека «викиду» бульби за її межі. Визначимо умови, при яких захоплювана бульба буде надійно утримуватися в ложечці.

Будемо вважати, що бульба являє собою кулю з еквівалентним радіусом r_2 . У статичному стані, перебуваючи на поверхні рідини (рисунок 3.4) бульба знаходиться під дією ваги G і сили Архімеда P_A .

Умова рівноваги відносно вертикальної осі Z має вигляд:

$$G = P_A. \quad (3.15)$$

$$G = \rho_T g W_T = \rho_T g \frac{4}{3} \pi r_2^3 \quad (3.16)$$

Маємо:

$$P_A = \rho g W_{\text{погр}} \quad (3.17)$$

де ρ_T і ρ – густина бульби і рідини відповідно, кг/м³;

W_T – об'єм бульби, м³;

$W_{\text{погр}}$ – обсяг зануреної частини бульби, м³.

Отримуємо:

$$4 r_2^3 \left(1 - \frac{\rho_T}{\rho}\right) = h_1^2 (3 r_2 - h_1) \quad (3.18)$$

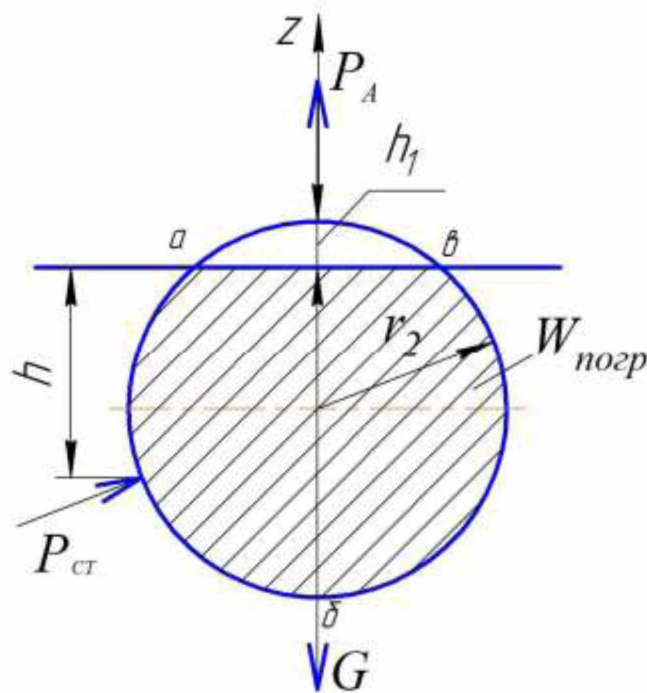


Рисунок 3.4 – Схема до визначення сил, діючих на занурену в рідину бульбу

Вираз (3.10) дозволяє визначити вихід бульби на поверхню рідини h_1 при заданому значенні відношення ρ_T / ρ і величини радіуса r_2 . У статичному стані бульба знаходиться під дією сили тиску рідини, величина якої в довільній точці поверхні бульби дорівнює $P_{\text{ст}} = \rho g h$. Результатом дії сили статичного тиску на занурену в рідину поверхню бульби abd і є архимедова сила P_A , яка врівноважувала вагу бульби G .

3.2. Дослідження технологічного процесу захоплення бульб

Дослідження технологічного процесу захоплення бульб ложечками елеваторного транспортера проводили в тих же інтервалах, що і при дослідженні технологічного процесу подачі бульб від бункеранакопичувача від 2,0 до 6,4 м/с. На кожній швидкості проводили зміну лінійної швидкості елеваторного транспортера шляхом заміни відомої зірочки $z = 28$, $z = 39$ і $z = 56$. При цьому вимірювали травмування бульб ложечками елеваторного транспортера при заповненні ковша-живильника бульбами картоплі в 1 і в 2 шари.

Результати вимірювання пошкоджуваності бульб при зміні швидкості подачі бульб представлені на рисунках 3.5-3.7.

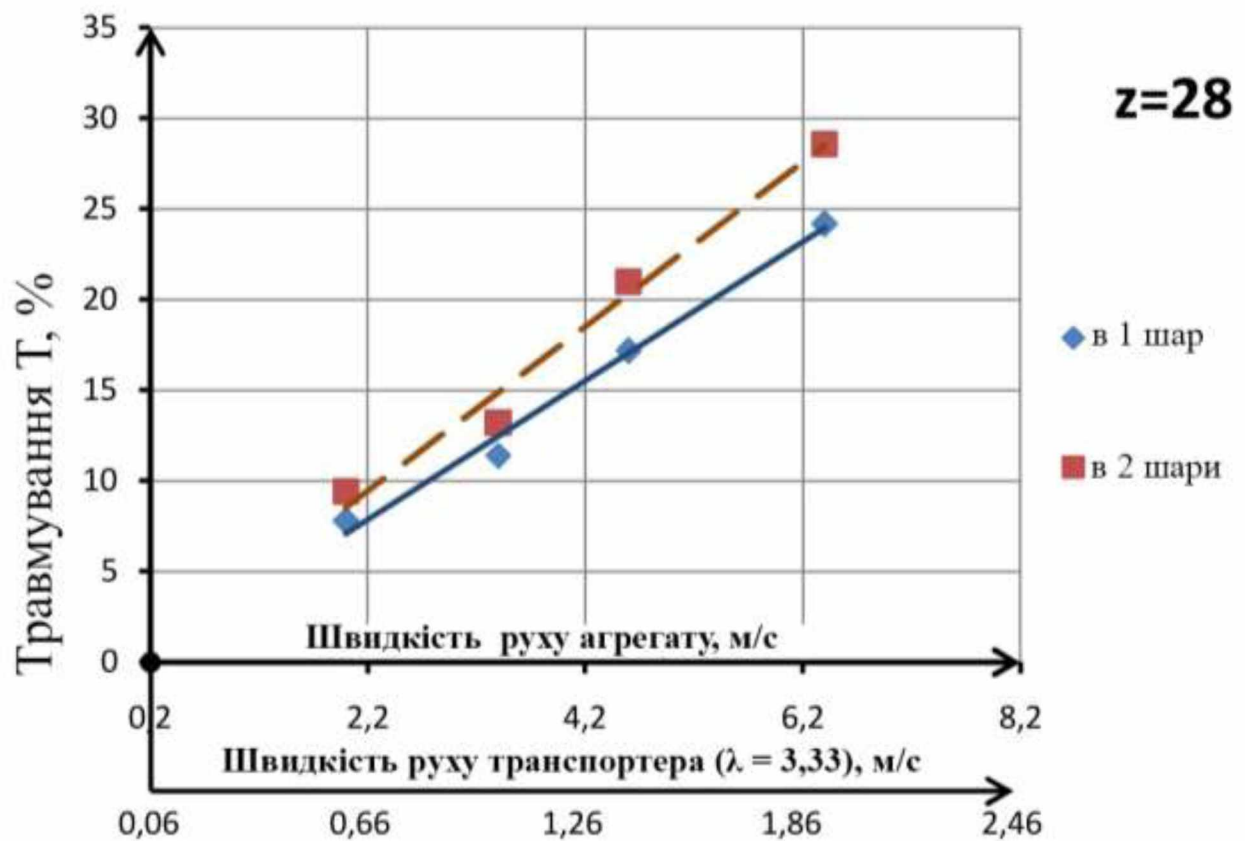


Рисунок 3.5 – Залежність травмування бульб картоплі при захопленні елеваторним транспортером від швидкості руху експериментальної картоплесаджалки при $z = 28$.

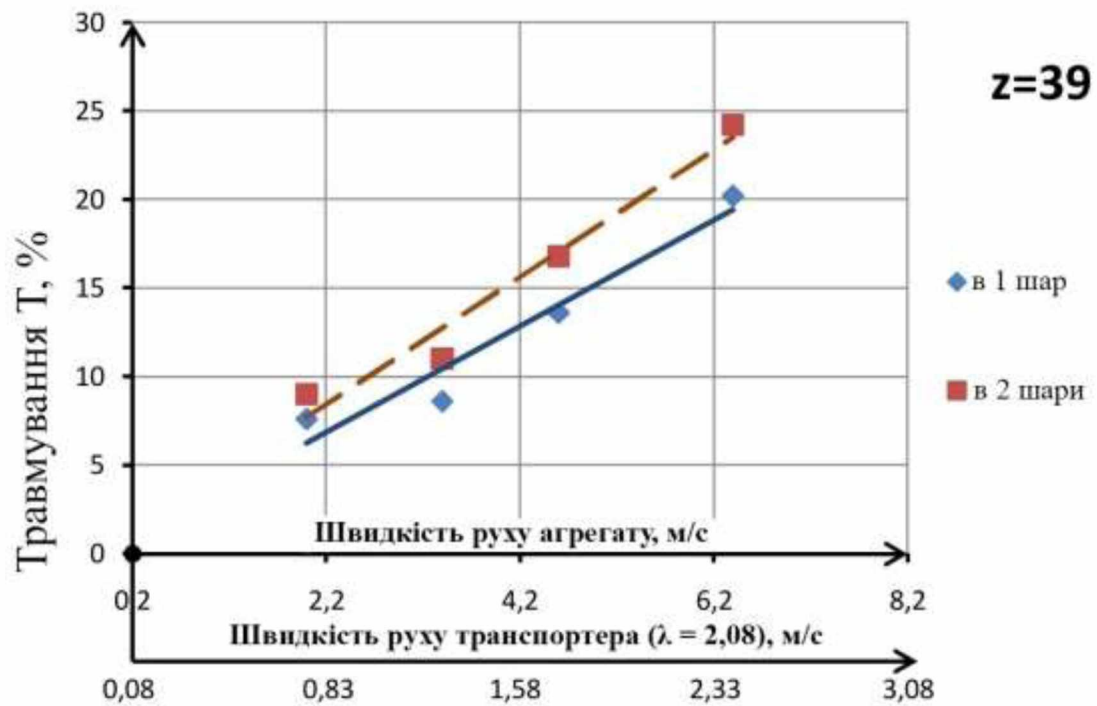


Рисунок 3.6 – Залежність травмування бульб картоплі при захопленні елеваторним транспортером від швидкості руху експериментальної картоплесаджалки при $z = 39$.

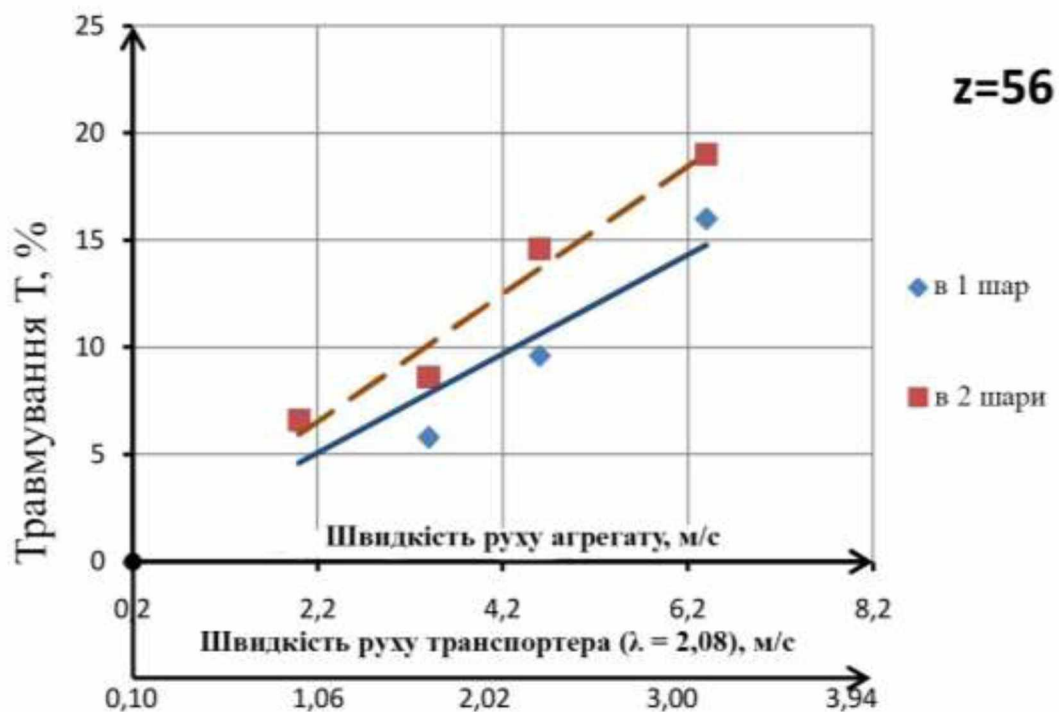


Рисунок 3.7 – Залежність травмування бульб картоплі при захопленні елеваторним транспортером від швидкості руху експериментальної картоплесаджалки при $z = 56$.

Для визначення пропусків бульб при їх захопленні елеваторним транспортером і подачі на насінневе ложе використовуємо технологічний процес захоплення бульб ложечками транспортера в ковші-живильнику (бульби картоплі в 2 шари). Розкладку бульб експериментальної картоплесаджалки (борознозакриваючі диски не заглиблені) проводимо при кроці 0,25 м; 0,32 м і 0,4 м.

Аналізуючи отримані дані, складемо залежності пропусків бульб від швидкості руху експериментальної картоплесаджалки в залежності від кроку посадки картоплі в ряду (0,4 м; 0,32 м і 0,25 м) і числа зубів змінного колеса транспортера бульб ($z = 28, 39, 56$). При швидкості руху транспортера з 0,4 до 1,8 м/с відбувається збільшення пропусків (%), таку ж залежність мають швидкість руху транспортера (з зубчастим колесом $z = 56, \lambda = 2,08$; з зубчастим колесом $z = 39, \lambda = 2,67$; з зубчастим колесом $z = 28, \lambda = 3, 33$), але при цьому при збільшенні числа зубів приводного колеса транспортера призводить до збільшення числа пропусків, а зменшення значення кроку посадки до зменшення пропусків при розкладці бульб.

На рисунку 3.8 представлена залежність швидкості руху транспортера і пропусків в порівнянні з теоретичної залежністю. Так при використанні ложечок з радіусом 35 мм, 40 мм і 45 мм отримаємо швидкість руху транспортера 0,545 м/с; 0,585 м/с і 0,62 м/с відповідно.

Як видно з отриманих залежностей, збільшення зубчастого колеса призводить до збільшення пропусків при розкладці бульб картоплі, а збільшення кроку посадки картоплі до зменшення пропусків.

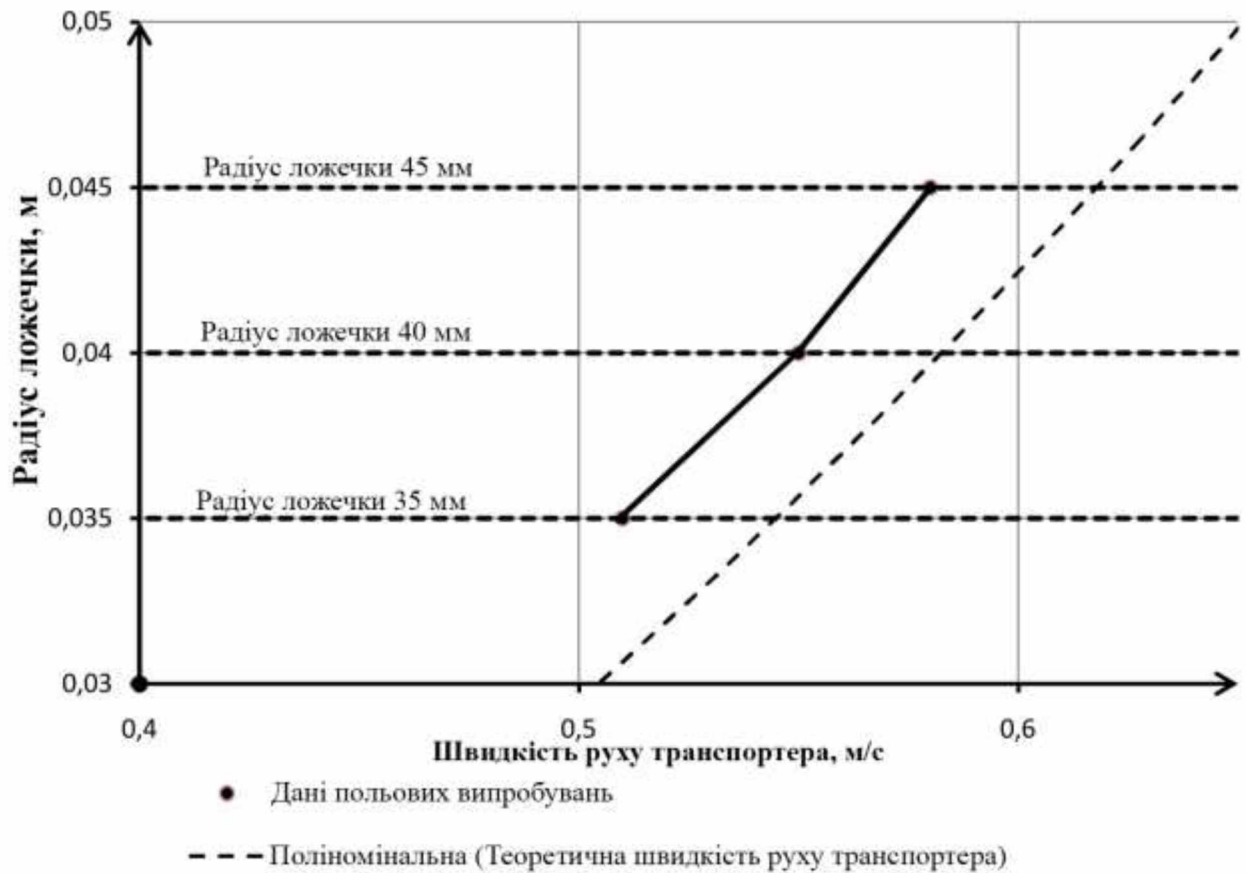


Рисунок 3.8 – Залежність швидкості руху транспортера і радіусу ложечки

З дослідження видно, що при швидкості руху транспортера з 0,4 до 1,8 м/с відбувається збільшення пропусків (%), таку ж залежність мають швидкість руху транспортера (з зубчастим колесом $z = 56$, $\lambda = 2,08$; з зубчастим колесом $z = 39$, $\lambda = 2,67$; з зубчастим колесом $z = 28$, $\lambda = 3,33$), але при цьому при збільшенні числа зубів приводного колеса транспортера призводить до збільшення числа пропусків, а зменшення значення кроку посадки до зменшення пропусків при розкладці бульб.

Висновки

1. Отримано теоретичні залежності, що дозволяють визначити вплив конструкторсько-режимних параметрів на технологічний процес запропонованого живильного апарата картоплесаджалки.

2. Дослідження технологічного процесу подачі пророщених бульб проводилися по травмуванню та пропускам бульб при їх захопленні елеваторним транспортером і подачі на насінневе ложе. Аналіз залежності показав, що з підвищенням швидкості руху картоплесаджалки до 6,2 м/с травмування бульб зростає з 15 до 31%. При цьому із загальної кількості обстежених бульб були ушкодження одного, двох і рідше трьох паростків.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБОК

4.1. Екологічна експертиза

Екологічна паспортизація ремонтно-обслуговуючих підприємств є одним з ефективних перспективних засобів охорони навколишнього природного середовища. Екологічний паспорт підприємства належить до його основної проєктно-технічної документації. Поряд з технологічним регламентом він повинний бути на кожному підприємстві. У цьому документі наведені дані, що характеризують взаємовідносини підприємства з довкіллям.

У першій частині паспорта наводяться загальні відомості про виробництво: назва підприємства та продукції, що виробляється, район розташування, його потужність, займана площа, кількість працюючих та основні витратні величини споживаної сировини, води, енергії, палива, пари, повітря тощо, а також відомості про споживану сировину, джерела водо- і теплопостачання, короткий опис технологічних схем виробництва основної продукції, технології очищення газо- димових викидів в атмосферне повітря та стічних вод, оборотність, зберігання, транспортування та вилучення твердих відходів (назва, кількість, хімічний склад та деякі основні властивості, технологія відновлення або виготовлення), утримання приміщень і споруд, плани дій в аварійних умовах, небезпечні матеріали, відомості про кращі альтернативні технології, що застосовуються на інших підприємствах країни чи світової практики і завдають меншої шкоди довкіллю.

Характеризується також санітарно-захисна зона підприємства (площа зони, прилеглі об'єкти, її оформлення).

У другій частині паспорта відображені заплановані природоохоронні заходи із зазначенням конкретних термінів, виконавців, обсягів і витрат, питомих і загальних газо-димових викидів в атмосферне повітря і скидів стічних вод та відходів виробництва до і після впровадження кожного заходу.

Екологічні паспорти дають змогу зробити аналіз екологічного середовища в регіоні, порівняти техніко- і еколого-економічні дані з даними інших підприємств, що характеризуються природоохоронними заходами.

Одночасно можна оцінити й ефективність застосованої технології, повноту використання матеріалів й палива, ефективність технології очищення стічних вод і газо-димових викидів.

Можна також зробити еколого-економічну оцінку збитків взагалі і завданих природі зокрема, ефективність використання палива та енергії.

Оскільки об'єкти підприємства є джерелами забруднення атмосфери і навколишнього середовища, то проводять аналіз забезпеченості технічними засобами контролю за станом навколишнього середовища, викидами забруднюючих речовин в атмосферу і дають оцінку виконання екологічних заходів, приводять дані про використання і охорону земельних і водних ресурсів, описують методи контролю за шкідливими викидами, заходи щодо їх зменшення.

Екологічні порушення (злочини) караються відповідно до вимог Кримінального кодексу України. Вимоги закону передбачають встановлення чіткого причинного зв'язку між зробленим порушенням і погіршенням навколишнього середовища.

До екологічних злочинів відносять: забруднення навколишнього природного середовища (води, повітря, ґрунту); порушення правил обороту небезпечних матеріалів і відходів.

Забруднення, виснаження поверхневих чи підземних вод, джерел питної води або зміна її природних властивостей можуть завдати шкоди сільському господарству. Оцінка завданого збитку здійснюється з

урахуванням реальної вартості затрат на відновлювальні роботи та ліквідацію наслідків.

Порушення правил викиду забруднювальних речовин в атмосферу, експлуатації очисних споруд чи інших об'єктів спричиняють забруднення або зміну природних властивостей повітря, що може завдати істотної шкоди здоров'ю людини.

Шкідливий плив на ґрунти чинить забруднення їх відходами господарської діяльності, що може бути небезпечним для здоров'я людей, забруднювати сільськогосподарську продукцію і водойми.

Порушення правил охорони навколишнього середовища полягає у використанні непередбачених правилами методик, відмови від виконання відповідних робіт або в бездіяльності при необхідних обов'язках. Це може бути, зокрема, ігнорування інформації, відмова від проведення екологічної експертизи та будівництва очисних споруд, порушення правил будівництва, експлуатації і ліквідації побудованих споруд тощо.

За скоєні екологічні злочини порушники несуть правову відповідальність. Екологічне законодавство передбачає три рівні покарання: порушення; порушення, що завдали значних збитків; порушення, що спричинили смерть людей (тяжкі наслідки).

Залежно від величини заподіяних збитків це можуть бути штрафи, заборона обіймати певні посади на встановлений термін, виправні роботи та позбавлення волі на визначений законом термін.

Система екологічного менеджменту в країні визначається і регламентується Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища» Згідно з цим законом, метою державного управління в галузі охорони довкілля є реалізація законодавства, контроль за дотриманням вимог екологічної безпеки, забезпечення проведення ефективних заходів щодо охорони навколишнього природного середовища. Отже, державний екологічний менеджмент включає чотири основні функції:

- здійснення природоохоронного законодавства;
- контроль за екологічною безпекою;
- забезпечення проведення природоохоронних заходів;
- досягнення узгодженості дій державних і громадських органів.

Ринково орієнтована економіка охоплює такі групи функцій екологічного менеджменту: реструктуризація виробництва, приватизація, створення конкурентного середовища і ринкового ціноутворення.

На рівні підприємства до загальних функцій управління належить:

- формування екологічної політики;
- визначення екологічних цілей та завдань відповідно до екологічної політики;
- розроблення стратегічного плану реалізації екологічної політики;
- розроблення та реалізація програми екологічного управління;
- формування екологічної свідомості та мотивування;
- ведення документації екологічного менеджменту;
- оперативне управління, аналіз та вдосконалення.

Виконання системо утворювальних функцій екологічної політики, визначення екологічних цілей і завдань, розроблення та реалізація екологічної програми здійснюється за допомогою екологічної експертизи. Екологічна експертиза – це науково-практична діяльність спеціально уповноважених державних органів, еколо- експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці перед проєктних, проєктних та інших матеріалів чи об'єктів, дія яких впливає або може негативно впливати на стан довкілля та здоров'я людей.

Основними завданнями екологічної експертизи є визначення ступеня екологічного ризику й безпеки суб'єкта господарської діяльності; встановлення відповідності вимогам екологічного законодавства; оцінка

впливу різних об'єктів на довкілля, здоров'я людей та можливих негативних екологічних наслідків.

Основними принципами екологічної експертизи є:

- гарантування безпечного життя довкілля;
- наукова обґрунтованість життя довкілля;
- державне регулювання та законність.

Державну екологічну експертизу об'єктів загальнодержавного і міжобласного значення проводить управління екологічної системи України, об'єктів місцевого значення – відділи екологічної експертизи обласних управлінь екологічної безпеки.

Законом «Про екологічну експертизу», прийнятим Верховною Радою України у 1995 р., передбачено державне регулювання і управління в галузі екологічної експертизи, статус експерта, обов'язки замовників експертизи, порядок проведення експертизи, її фінансування, відповідальність за порушення та міжнародне співробітництво [26].

Висновки громадської експертизи направляють в органи, що здійснюють державну екологічну експертизу, центральні й місцеві влади, замовникам проєкту.

4.2. Охорона праці

Охорона праці в нашій країні охоплює заходи по подальшому полегшенні умов праці на основі механізації важких і шкідливих виробничих процесів, широкому впровадженню сучасних засобів охорони праці, усуненню причин, що породжують травматизм і професійні захворювання робітників. Вона тісно пов'язана з умовами праці.

Охорона праці в умовах сільського виробництва – важливе завдання, вирішення якого забезпечить нормальні умови праці працівниками сільського господарства. Це заходи по подальшому поліпшенню і

оздоровленню умов праці, широкому впровадженню сучасних засобів безпеки, усуненню причин, що породжують травматизм, створенню на виробництві необхідних гігієнічних і санітарно-побутових умов.

Кожна людина і, безперечно, людина з вищою освітою повинна усвідомлювати важливість питань уникнення ризиків у житті та праці.

Україна в освітньому плані приєдналася до Європейської програми навчання з ризиків FORM-OSE. Безпека життя та праці сьогодні формується як меганаука, без якої людство приречене на значні втрати.

Умови праці – це складне об’єктивне суспільне явище, що формується в процесі трудової діяльності під впливом взаємопов’язаних факторів соціально-економічного характеру, які впливають на здоров’я, працездатність людини, на її відношення до праці та ступінь задоволення від неї, на ефективність праці та інші економічні результати виробництва. Вони характеризуються оціночними показниками мікроклімату, наявністю в робочій зоні шкідливих та небезпечних виробничих факторів, психофізичним та естетичними елементами діяльності працівників господарства.

Охорона життя та здоров’я громадян у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних та нешкідливих умов праці є одним з найважливіших державних завдань. Успішне вирішення цього завдання значною мірою залежить від належної підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці.

З часу виникнення людської цивілізації кожна людина дбала про власну безпеку та безпеку своїх близьких так само, як і людству доводилось дбати про безпеку свого існування. Людська цивілізація досягає все більшої могутності, а проблема безпеки її існування стає все більш гострою. Актуальність проблеми охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в світі значно зросла на початку третього тисячоліття. Сьогодні ця проблема стала пріоритетною для світової цивілізації.

Основними технічними засобами охорони праці в цьому випадку є захисні пристрої.

Для запобігання захоплення, удару робочими механізмами всі види передач різних верстатів і установок, які використовуються при відновленні гільз і нанесенні покриттів повинні мати огорожувальні пристрої - кожухи, щити, екрани, козирки, планки, бар'єри (суцільні та сітчасті).

Крім того застосовують: блокувальні пристрої (механічні, електронні, електричні, пневматичні, гідравлічні), пристрої, до яких відносяться системи захисту від ураження електричним струмом, пристрої сигналізації.

Для безпеки експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок необхідно забезпечити захисне заземлення.

При виявленні нагріву тертьових деталей, появі гару або диму верстат потрібно негайно зупинити і приступити до гасіння пожежі наявними засобами, викликати пожежну команду. Двигун, що загорівся, або електропроводку необхідно гасити сухим піском або вогнегасником (вуглекислотним або порошковим). При значному поширенні пожежі, коли його не можна ліквідувати наявними на ділянці засобами, робітники будуть евакуюватися через заздалегідь передбачену необхідну кількість дверей.

Робота з шкідливими речовинами створює небезпеку отруєнь, опіків та професійних захворювань. Вдихання шкідливих речовин призводить до ураження верхніх дихальних шляхів і загальнотоксичного впливу. Попадання кислот і лугів на шкіру може викликати подразнення або опік. Тому необхідно працювати в спеціальній захисній формі.

Поряд з хімічними небезпечними і шкідливими факторами технологічний процес характеризується і фізичними факторами: шумом, вібрацією, запиленістю та ін.

Щоб захистити працюючих від запиленості, шуму і вібрації потрібно встановити в приміщенні вентиляцію, кондиționери, звукоізолюючі кожухи, екрани, стіни, перетинки, які виготовляють із щільного матеріалу.

Також для працівників повинні проводитись всі потрібні інструктажі і навчання з охорони праці, повинен бути журнал з проведення інструктажів, з відповідними замітками.

Всяке порушення аналітичної цілості організму або його функцій внаслідок дії на людину, дії будь-якого небезпечного фактора визначається як травма.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця, конструктивні недоліки конкретного вузла чи машини;
- спонукають працюючого допускати помилки у процесі роботи, низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці;
- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону в наслідок відсутності відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці, та інші.

У розділі охорони праці представлений аналіз загальних питань охорони праці, розглянуто основні шкідливі фактори, що виникають в під час технологічного процесу та їх вплив на організм людини, запропоновано заходи для забезпечення нормальних умов праці:

- 1) для забезпечення безпеки обладнання запропоновані захисні і огорожувальні пристрої;
- 2) для виключення ураження електричним струмом необхідно застосування заземлюючих пристроїв;
- 3) для захисту від небезпечних хімічних речовин – використання спеціального захисного одягу;
- 4) для зменшення запиленості – використання вентиляції, для зменшення шуму і вібрацій – звукоізолюючі засоби.

4.3. Техніко-економічне обґрунтування розробки

Оцінку економічної ефективності проводимо за такими основними показниками:

- економія сукупних витрат грошових коштів на одиницю напрацювання;
- економія прямих експлуатаційних витрат грошових коштів на одиницю напрацювання;
- термін окупності додаткових капіталовкладень.

При розрахунках витрат на виконання технологічного процесу нової машини і розрахунках базової машини, прийнятої за еталон, нормативи беруться однаковими.

Для розрахунку економічної ефективності від застосування розробленого технологічного процесу визначимо вартість виготовлення експериментальної картоплесадильної машини.

Обчислення складових експлуатаційних витрат і питомого капітального вкладення проводимо за наступною відомою методикою:

витрати праці, люд.-год./га,

$$Z_T = \frac{n_M}{W_q} + \frac{n_P}{W_q} \quad (4.1)$$

де n_M , n_P – відповідно кількість механізаторів і обслуговуючого персоналу;

W_q – продуктивність посадочного агрегату за 1 годину експлуатаційного часу, га/год.

Витрати на заробітну плату з нарахуваннями, грн/га:

$$C_z = \frac{\delta_z C_{qm}}{W_q} n_M + \frac{\delta_z C_{qp}}{W_q} n_P \quad (4.2)$$

де δ_3 – коефіцієнт, що враховує нарахування на заробітну плату;

$C_{чм}$, $C_{чп}$ – відповідно годинна ставка механізатора і обслуговуючого робітника, грн./год.

Витрати на паливно-мастильні матеріали, грн./га:

$$C_z = 10^{-3} \cdot \Pi_z q_z, \quad (4.3)$$

де Π_z – комплексна ціна 1т палива, грн/т;

q_z – питома витрата палива, кг/га.

Амортизаційні відрахування, грн/га:

$$A = \frac{B_k a_k}{T_k W_q \cdot 100} + \frac{B_T a_T}{T_T W_q \cdot 100}, \quad (4.4)$$

де B_k , B_T – відповідно балансова вартість комбайна і агрегатованого трактора, грн.;

a_k , a_T – відповідно норми амортизаційних відрахувань (%) по комбайну і агрегатованого трактора;

T_k , T_T – відповідно річне завантаження комбайна і агрегатованого трактора, год.

Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн./га:

$$P = \frac{B_k r_k}{T_k W_q \cdot 100} + \frac{B_T r_T}{T_T W_q \cdot 100} \quad (4.5)$$

де r_k , r_m – відповідно норми відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування (%) комбайна і агрегатованого трактора.

Експлуатаційні витрати на 1га, грн./га:

$$C = C_3 + C_2 + A + P + \Pi_p. \quad (4.6)$$

Питомі капітальні вкладення, грн./га

$$K = \frac{B_\kappa}{T_\kappa W_\kappa} + \frac{B_T}{T_T W_T}. \quad (4.7)$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_p = [(C_\delta + E_n K_\delta) - (C_n + E_n K_n)] A_n, \quad (4.8)$$

де C_δ , C_n – експлуатаційні витрати на 1 га зібраної площі, грн./га;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

K_δ , K_n – питомі капітальні вкладення при базовому і новому варіантах, грн./га;

A_n – річне завантаження картоплесадильної машини, га.

Результати розрахунку абсолютних економічних показників технологічних процесів посадки картоплі серійною картоплесаджалкою САЯ-4 і експериментальною картоплесадильною машиною наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати розрахунку абсолютних економічних показників технологічних процесів посадки картоплі серійною картоплесаджалкою САЯ-4 і експериментальною картоплесадильною машиною

Параметри	САЯ-4	Експериментальна
Продуктивність, га/год.	0,63	0,59
Витрати праці, люд.-год./га	3,18	3,39
Заробітна плата працівникам, грн./га	427,96	456,9
Амортизаційні відрахування, грн./га	798,51	1290,15
Витрати на ремонт, грн./га	765,79	1179,34
Витрати на ПММ, грн./га	442,98	473
Накладні витрати, грн./га	128,97	169,98
Прямі експлуатаційні витрати, грн./га	2708,21	3569,44
Річна економія експлуатаційних витрати, грн./га	861,23	
Прибуток, що враховує зміну кількості та якості продукції, грн./га		26244
Річна економія сукупних витрат, грн.		253827,7
Строк окупності, роки		0,38

Так як застосування експериментальної картоплесадильної машини в значній мірі впливає на якість виконання технологічного процесу посадки (травмування бульби картоплі), то сукупні експлуатаційні витрати будуть складатися з прямих експлуатаційних витрат і витрат, що враховують зміну кількості і якості кінцевої продукції в умовах сільгосппідприємства.

Висновки

Проведена екологічна експертиза свідчить, що запропонована експериментальна картоплесадильна машина, що зменшує травмування бульб та забезпечує делікатне викладення насіннєвого матеріалу в борозну є безпечним для навколишнього середовища.

Виконано аналізу умов виникнення і розвитку травм і аварій, для їх усунення запропоновані наступні заходи: встановлення захисних щитків, блокуючих приладів, заземлення при роботі з металообробними верстатами, використання спецодягу для приготування технологічних розчинів, проведення регулярних інструктажів з техніки безпеки.

Аналіз результатів розрахунку абсолютних економічних показників показує, що продуктивність експериментальної картоплесадильної машини в порівняних умовах менше на 0,4 га/год, а витрати праці вище на 0,21 люд.-год/га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз існуючих картоплесаджалок та їх живильних апаратів показав, що вони мало придатні для посадки пророщених бульб картоплі. У зв'язку з чим була вдосконалена конструкторсько-технологічна схема живильника картоплесаджалки.

2. Отримано теоретичні залежності, що дозволяють визначити вплив конструкторсько-режимних параметрів на технологічний процес запропонованого живильного апарата картоплесаджалки.

3. Дослідження технологічного процесу подачі пророщених бульб проводилися по травмуванню та пропускам бульб при їх захопленні елеваторним транспортером і подачі на насінневе ложе. Аналіз залежності показав, що з підвищенням швидкості руху картоплесаджалки до 6,2 м/с травмуванні бульб зростає з 15 до 31%. При цьому із загальної кількості обстежених бульб були пошкодження одного, двох і рідше трьох паростків.

4. Аналіз результатів розрахунку абсолютних економічних показників показує, що продуктивність експериментальної картоплесадильної машини в порівняних умовах менше на 0,4 га/год, а витрати праці вище на 0,21 люд.-год/га.