

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

на тему: **„ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ДО КАРТОПЛЕ-
САДЖАЛКИ ДЛЯ ПРОТРУЮВАННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ПІД
ЧАС САДІННЯ”**

Виконав: студент 6 курсу групи Аін-71з
спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Сенчук Сергій Олегович
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Семен Я.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензенти: к.т.н., доц. Миронюк О.С.
(прізвище та ініціали)

(прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

Завдання

Дослідження параметрів пристрою до картоплесаджалки для протруювання бульб картоплі під час садіння. Сенчук Сергій Олегович. –Дипломна робота. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. Олександра Семковича. –Дубляни, Львівський НУП, 2024.

57 с. текст. част., 17 рис., 3 табл., 27 джерел.

Проаналізовано сучасний стан способів і засобів для садіння картоплі та захисту її бульб від шкідників і хвороб. Обґрунтовано необхідність обладнання картоплесаджалки пристроєм для нанесення на поверхню бульбу отрутохімікату під час її садіння.

Розроблена гіпотеза щодо роботоздатності системи нанесення отрутохімікату одночасно із садінням картоплі й виконані аналітичні дослідження нанесення отрутохімікату на поверхню бульб. Отримані залежності для визначення основних конструктивно-технологічних параметрів запроєктованої конструкції пристрою для нанесення отрутохімікату та сошника картоплесаджалки.

Наведено методики та результати експериментальних досліджень з визначення швидкості переміщення бульб картоплі поверхнею похилого лотка картоплесаджалки та якості нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі під час садіння.

Розроблена карта умов праці на агрегаті для садіння картоплі з одночасним нанесенням протруйника на її поверхню та логіко-імітаційна модель процесу виникнення травм під час використання картоплесаджалки.

Виконане економічне обґрунтування використання картоплесаджалки, обладнаної системою для нанесення протруйника на поверхню бульб під час садіння.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 6 |
| 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ | 9 |
| 1.1 Аналіз способів і засобів для садіння картоплі | 9 |
| 1.2 Аналіз способів для обробки бульб картоплі протруйниками..... | 14 |
| 1.3 Аналіз засобів для обробки бульб картоплі протруйниками..... | 15 |
| 1.3.1 Протруювачі..... | 15 |
| 1.3.2 Картоплесаджалки..... | 17 |
| Висновки..... | 20 |
| 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАНЕСЕННЯ ОТРУТОХІМІКАТУ НА БУЛЬБИ КАРТОПЛІ ПІД ЧАС ЇЇ САДІННЯ | 21 |
| 2.1 Обґрунтування структурної схеми картоплесаджалки з пристроєм для протруювання картоплі..... | 21 |
| 2.2 Дослідження розмірних параметрів бульб картоплі..... | 23 |
| 2.3 Аналітичні дослідження процесу протруювання..... | 24 |
| Висновки..... | 30 |
| 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ | 31 |
| 3.1 Мета і програма експериментальних досліджень..... | 31 |
| 3.2 Передумови проведення дослідів..... | 31 |
| 3.3 Методика дослідження процесу нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі..... | 32 |
| 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ | 36 |
| 4.1 Швидкість переміщення бульб картоплі похили лотком сошника картоплесаджалки..... | 36 |
| 4.2 Якість нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі..... | 37 |
| Висновки..... | 40 |
| 5 ОХОРОНА ПРАЦІ | 41 |
| 5.1 Складання карти умов праці під час садіння картоплі | |

| | |
|---|-----------|
| з одночасним її протруюванням..... | 41 |
| 5.2 Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм..... | 44 |
| 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ | |
| КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ З СИСТЕМОЮ | |
| ПРОТРУЮВАННЯ БУЛЬБ..... | 49 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... | 53 |
| СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ..... | 55 |

ВСТУП

Садіння картоплі – дуже важлива технологічна операція, головним завданням якої є оптимальний розподіл бульб у ґрунті на заданій глибині і відстані між ними. Важливими чинниками для своєчасного проростання бульб є достатня температура, наявність у ґрунті вологи, поживних речовин та кисню [3, 20].

Картоплю слід вирощувати в науково-обґрунтовних сівозмінах, оскільки притаманні їй хвороби можуть накопичуватися в ґрунті і шкодити майбутньому врожаю. Перед садінням картоплю слід прогріти та протруїти. Але прогріта картопля пускає вічка і під час протруєння вони можуть відриватися, що негативно впливає на формування врожаю. Крім того, така картопля стає джерелом небезпеки для оточуючих під час її навантаження транспортування до місця садіння, перевантаження в саджалку. Самі ж агрегати також потребують належної уваги, особливо під час садіння та по закінченню робіт, оскільки їх необхідно додатково мити й дезінфікувати, обрізаючи окремо від іншої техніки [3, 7, 20].

Саме тому доцільно застосовувати технології, які передбачають протруєння бульб картоплі безпосередньо під час її садіння картоплесаджалкою. Це дозволить убезпечити картоплю від шкідників, хвороб та бактерій та обробити смугу ґрунту в межах рядка засобами системної дії, що убезпечить картоплю від багатьох збудників хвороб та шкідників.

Актуальність теми. В загальному процесі виробництва картоплі одне з провідних місць займає технологічна операція садіння. Вона покликана забезпечити рівномірний розподіл технологічного матеріалу за зоною живлення кожної бульби. Але мало кинути бульби в ґрунт, треба убезпечити їх від збудників хвороб, грибків, бактерій та шкідників. Цього можна досягти, якщо одночасно із садінням проводити обробку посадкового матеріалу протруйниками. Саме тому суміщення операцій садіння і протруєння бульб картоплі є актуальним завданням, вирішення якого дозволить підвищити якість садіння картоплі в цілому.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дослідження з даної проблематики проводились згідно з тематичним планом науково-дослідної роботи кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. Олександра Семковича Львівського НУП.

Мета досліджень: підвищення ефективності процесу садіння протруєної картоплі з обґрунтування параметрів пристрою для нанесення отрутохімікату на поверхню її бульб.

Задачі дослідження:

1. Провести огляд патентно-інформаційних джерел з питань розробки засобів для садіння картоплі та передпосадкової обробки бульб картоплі протруйниками;
2. Провести теоретичні дослідження системи „розпилювач – бульба – сошник”;
3. Обґрунтувати конструктивно-технологічні параметри пристрою до картоплесаджалки для протруєння картоплі під час садіння;
4. Експериментально дослідити параметри пристрою до картоплесаджалки для протруєння картоплі під час садіння;
5. Розробити карту умов праці під час садіння картоплі;
6. Визначити економічну ефективність використання картоплесаджалки з пристроєм для протруєння картоплі під час садіння.

Об'єктом дослідження – процес нанесення протруйника на бульби картоплі під час її механізованого садіння.

Предмет дослідження – закономірність нанесення протруйника на бульби картоплі під час її садіння картоплесаджалкою.

Особистий внесок здобувача. Основні результати дипломної роботи отримано самостійно, а саме:

- здійснено патентно-інформаційний пошук існуючих конструкцій картоплесаджалок та пристроїв для протруєння картоплі;
- обґрунтовано тип та основні параметри пристрою для нанесення протруйника на бульби картоплі під час її садіння;

- проведено обробку і аналіз результатів експериментальних досліджень та економічну оцінку садіння картоплі з одночасним її протруєнням.

Апробація результатів роботи. Основні положення магістерської дипломної роботи заслуховувались і обговорювались на щорічних студентських наукових конференціях Львівського НУП (2023–2024 р.р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 2 статті у матеріалах і тезах наукових конференцій.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз способів і засобів для садіння картоплі

Картоплю садять гребеневим, безгребеневим та напівгребеневим способами, враховуючи шрунтово-кліматичні умови господарювання [3, 6, 8, 20].

Переважають застосовують гребеневий спосіб садіння, який дозволяє здійснювати догляд за посадками до появи сходів, уникаючи таким чином ущільнення ґрунту в гребенях, де знаходяться бульби. Гребенева поверхня краще прогривається раною весною, коли середньодобова температура навколишнього середовища не перевищує $+ 10^{\circ}\text{C}$, менше ущільнюється опадами. В середині гребеня поліпшується газообмін, що сприяє доступу повітря до бульб і вони дають дружні сходи. За такого способу висота гребенів становить 10-12 см, що є оптимальним з погляду на подальший обробіток ґрунту сітчастими боронами та міжрядний обробіток з підживленням посадок мінеральними добривами.

За цього способу садіння важливо забезпечити оптимальну густоту насаджень картоплі, яка в умовах Лісостепу на період збирання повинна становити 45-50 тис. кущів на промислових полях та 50-55 тис. кущів на насінницьких полях у розрахунку на 1га. Тому під час садіння потрібно збільшувати норму на 10-14 % через можливі втрати рослин під час догляду за посадками та неповну схожість. Розміщувати бульби необхідно на глибині 6-8 см [3, 20].

Під час вирощування картоплі у зоні Полісся, особливо на перезволожених чи торф'яних ґрунтах практикують попереднє нарізання гребенів, які формують за 6-10 днів перед початком садіння. Такі умови сприяють кращому прогріванню поверхні гребеня і вивільненню з нього зайвої вологи. Безпосередньо під час садіння картоплесаджалки сошниками розкривають гребінь, укладають на його дно картоплю та загортають її ґрунтом, утворюючи новий гребінь.

Безгребеневий спосіб садіння картоплі характеризується відсутністю гребенів після проходу картоплесаджалки. Такий спосіб переважно застосову-

ють у районах підвищеної посухості (південні області України). При цьому норми садіння картоплі можуть бути збільшені до 70-75 тис. шт./га, а ширина міжряддя зменшена до 0,6 м.

Серед відомих прогресивних способів садіння картоплі, які переважно застосовують у країнах Європи застосовують спосіб за якого картоплесаджалки переобладнують на схему садіння 110+30 см в попередньо нарізані гребені [20].

У цьому випадку плужними корпусами гвинтового типу утворюється масивна грядка, ширина якої становить не менше 90см. Бульби укладають на попередньо оброблену за допомогою дискового знаряддя поверхню ґрунтового середовища, що містить мульчу, органічні й мінеральні добрива. Потім ґрунтові пласти, товщиною 8-10см піднімаються плужними корпусами з гвинтовою поверхнею, які перекидають його і накривають бульби, причому плуг рухається у двох протилежних напрямках утворюючи гребінь, який згодом осипається, утворюючи масивну грядку трапецієподібної форми з основою біля 90см.

Напівгребневий спосіб є проміжним між гребневим та безгребневим. Він характеризується утворення невеликих гребенів під час садіння, які можуть самоосипатися майже до повного вирівнювання ґрунту.

Для садіння картоплі застосовують одно-, дво- та навіть восьмирядні картоплесаджалки. Переважного використання набули дво- і чотирирядкові саджалки.

Напівначіпна чотирирядна картоплесаджалка КСМ-4 застосовується для безгребневого або гребневого садіння непророщеної картоплі з міжряддям 70 см . під час садіння картоплесаджалка одночасно вносить мінеральні добрива окремо від бульб.

Картоплесаджалка має на раму 2 (рисунок 1.1) з причепом 1, яка опирається на опорні 6 і ходові 11 колеса, основний 7 та завантажувальний 9 бункери, сошники 14, туковисівні 3 й садильні 4 апарати з живильними ковшами 8 [4, 6, 19].

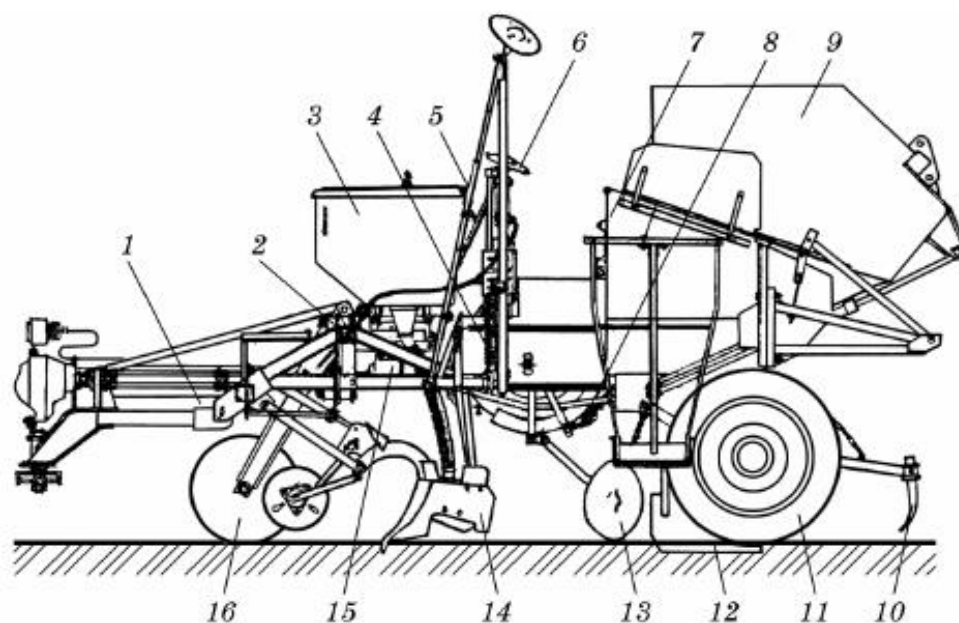


Рисунок 1.1 – Картоплесаджалка КСМ-4:

1 – пристрій причіпний, 2 – рама, 3 – апарати туковисівні, 4 – апарат садильний, 5 і 6 – маркери, 7 – бункер основний, 8 – ківш живильний, 9 – бункер завантажувальний, 10 – розпушувач, 11 – колесо ходове, 12 – стабілізатор, 13 – загортач дисковий, 14 – сошник, 15 – механізм приводу, 16 – колесо опорне.

Усі робочі органи (садильні, туковисівні апарати, живильники, струшувачі та інші робочі органи) приводяться в дію від ВВП енергетичного засобу через механізм приводу 15.

Перед садінням картоплю завантажують у бункер, а туковисівні апарати заповнюють мінеральними добривами.

Під час садіння бульби картоплі рівномірним потоком скеровуються із бункера до живильного апарату, яким вона скеровується до диска, який, обертаючись, захоплює відкритими ложечками бульби, а його притискна лапка утримує їх до переміщення у зону над сошником. В цій зоні бульби картоплі звільняються від висівного апарату і падають через насіннепровід в утворену сошником 14 борозенку та загортаються дисковими загортачами 13, утворюючи гребінь відповідного профілю.

Картоплесаджалка начіпна Л-202 призначена для садіння пророщених і непророщених бульб картоплі рядковим напівгребневим способом. Вона має

основну раму 9 (рисунок 1.2), два опорно-привідні колеса 7, садильний апарат 1, бункер 3, живильні ковші 5, сошники 8, дискові загортачі 6. Садильні апарати ланцюгово-ложечкового типу з вертикальним розміщенням [13].

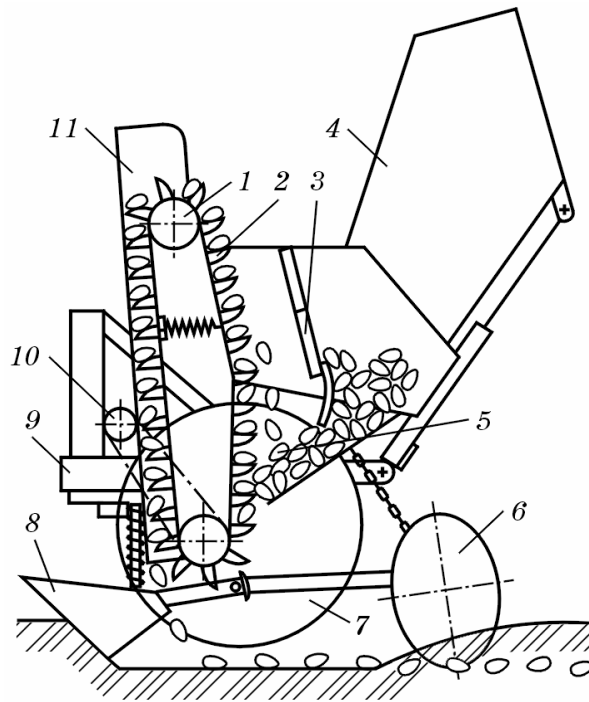


Рисунок 1.2 – Картоплесаджалка Л-202:

1 –апарат садильний, 2 – ложечка, 3 – бункер, 4 – заслінка, 5 –ківш живильний, 6 –загортач дисковий, 7 –колесо опорно-привідне, 8 – сошник, 9 – рама, 10 – механізм приводу, 11 – кожух.

Під час переміщення ланцюга вверх ложечки 2 захоплюють бульби картоплі й переміщуються вверх до кожуха 11, а далі – вниз, до сошника 8 й укладаються в борозну, наперед утворену сошником, після чого бульби загортаються дисковими загортачами 6.

Подібну конструкцію має саджалка КСН-2 Л (рисунок 1.3). Вона має раму, на якій змонтовано бункер пірамідальної форми, два ланцюгово-ложкових саджальних апарати, сошники, підгортачі, опорно-привідні колеса та приводні механізми [7].

Привід садильних апаратів здійснюється від опорно-привідних коліс через ведучу зірочку, змонтовану на осі опорно-привідних коліс, які складається із окремих секторів з металевими шприхами, закріпленими на маточині колеса.

У конструкціях багатьох картоплесаджалок закордонних фірм (Junior Sperial F, Junior Sperial P, (Cramer), VL 20V, VL 20, RB та ін.) широко використовуються пасово-ложечкові садильні апарати. Їх перевагою є можливість садити пророщені бульби картоплі [7].



a

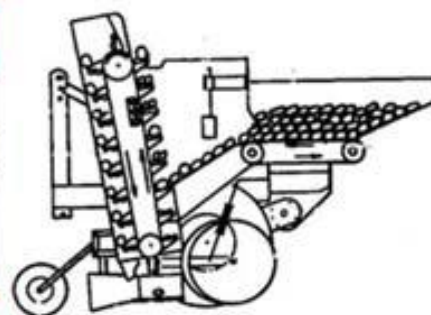
б

Рисунок 1.3 – Картоплесаджалка з ланцюгово-ложечковим садильним апаратом: *a* – картоплесаджалка КСН-2Л, *б* – ланцюгово-ложечковий садильний апарат.

Картоплесаджалка GL-34К фірми Grimme (рисунок 1.4) має бункер, оснащений рухомим дном у вигляді стрічкового транспортера, що подає бульби в бункер-живильник, а звідси вони захоплюються ложечками садильного апарата, який скеровує їх в борозенку, утворену сошниками [7, 12].



a



б

Рисунок 1.4 – Картоплесаджалка GL-34К для садіння пророщених бульб: *a* – картоплесаджалка (загальний вигляд), *б* – конструктивна схема картоплесаджалки.

Для садіння пророщених бульб картоплі нідерландська фірма Miedema пропонує саджалки Struckural 20 (рисунок 1.5), Struckural 40 з пасовим садильним апаратом, обладнана стрічковим подавальним транспортером, містить пасове ложе, клапани й систему контролю та автоматичного керування [7].



а

б

Рисунок 1.5 – Картоплесаджалка типу Structural 20:
а – загальний вигляд, *б* – конструктивно-технологічна схема картоплесаджалки.

Пасове ложе складається з окремих пасів (ременів) й виготовлене у формі жолоба. Самі паси переміщуються у взаємно-протилежних напрямках, причому крайні паси переміщуються в напрямку до м'якого пластикового ролика, який скидає бульби картоплі в борозенку, а середні паси рухаються у зворотному напрямку і формують ряд бульб на полі.

1.2 Аналіз способів для обробки бульб картоплі протруйниками

Перед садінням бульби картоплі слід обробити отрутохімікатами. Існують різні способи нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі, які можна згрупувати в залежності від виду самого протруйника, виділивши чотири основні їх види:

- обробка картоплі перед садінням сухими порошкоподібними протруйниками, що не змінює вологості самих бульб, але відзначається значна нерівномірність нанесення протруйника на їх поверхню;

– обробка бульб картоплі рідкими протруйниками, шляхом занурення картоплі у робочі розчини, що дозволяє проводити одночасно й термічне знезаражування посадкового матеріалу;

– пропускання бульб картоплі через еластичні валики, які просякнуті протруйниками – вказане протруювання проводять на стаціонарі за допомогою протруювачів „Гуматокс-С” [4, 6, 19];

– обробка рідкими протруйниками бульб, які попередньо укладені на дно борозенки, або під час їх внутрішньо машинного переміщення безпосередньо при садінні.

1.3 Аналіз засобів для обробки бульб картоплі протруйниками

1.3.1 Протруювачі

Протруювач «Гуматокс-С» призначений для знезаражування бульб картоплі перед їх садінням розчином отрутохімікату. Це пересувна в межах протруювального майданчика машина, яка містить раму з опорними колесами, на якій змонтовано завантажувальний пристрій у вигляді приймального бункера 1 (рисунок 1.6) та конвеєра 2, яким бульби картоплі подають у камеру протруювання, камеру протруювання 3, в якій змонтовано дерев'яні валики 4 й 5, поверхні яких обтягнуті поролоном, що постійно змочується робочою рідиною через розпилювачі 6, вивантажувальний конвеєр 7 і бак 12 для отрутохімікату [4, 6, 19].

Під час протруювання спочатку заливають у бак робочу рідину, встановлюють тиск у гідравлічній системі й налаштовують хвилинну витрату робочої рідини через розпилювачі 6. Далі завантажують в бункер 1 бульби картоплі, з якого вони надходять на конвеєр 2, а далі – у камеру протруювання 3. Бульби потрапляють на зволожений отрутохімікатом поролон верхнього валика 4, а далі напрямним щитком 14 скеровуються у зазор між верхнім 4 і нижнім 5 валиками, які обертаються й падають на вивантажувальний конвеєр 7.

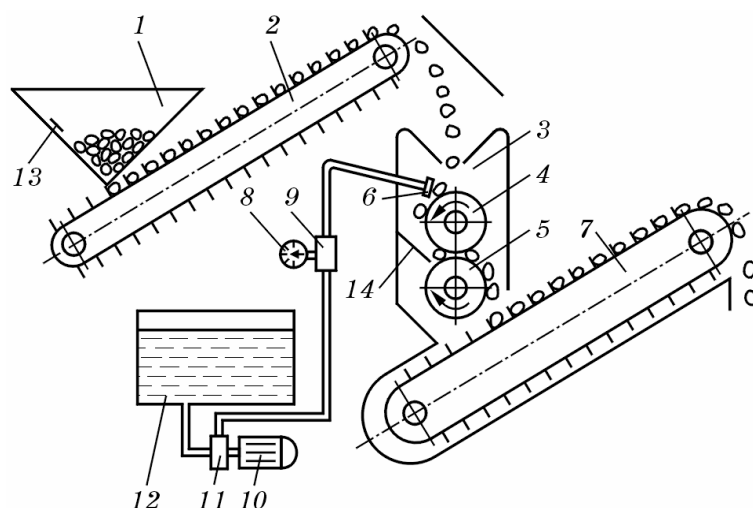


Рисунок 1.6 – Технологічна схема протруювача «Гуматокс-С»:

1 – приймальний бункер; 2 – конвеєр подавання бульб; 3 – камера протруювання; 4 і 5 – валики, обтягнуті поролоном; 6 – розпилювачі рідини; 7 – вивантажувальний конвеєр; 8 – манометр; 9 – регулятор тиску; 10 – електродвигун; 11 – насос; 12 – бак для робочої рідини; 13 – датчик рівня картоплі; 14 – напрямний щиток.

Норми витрат протруйників для обробітки бульб картоплі під час їх протруювання машиною „Гуматокс-С” різняться в залежності від виду препарату та хвороб, з якими вони борються (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1– Норми витрати препаратів під час обробки бульб картоплі протруювачем „Гуматокс – С”

| Препарати у вигляді змочувального порошку | Норма витрати, кг/т | Номер розпилювача | Строк обробки, днів до садіння | Хвороби |
|---|---------------------|-------------------|--------------------------------|--|
| Дитан-М-45, 80%-ний | 2,0 – 2,5 | 4 – 9 | 1 – 15 | Ризоктонізин, фітофтороз, парша, мокра гниль |
| Купрозан, 80%-ний | 0,25 – 0,5 | 2 – 4 | 1 – 15 | |
| Купроцин, 1,7%-ний | 0,5 – 1,0 | 2 – 4 | 1 – 15 | |
| Полікарбацин, 75%-ний | 2,6 – 2,7 | 4 – 9 | 1 – 15 | |
| Цинеб, 80%-ний | 0,5 – 1,0 | 2 – 4 | 1 – 15 | Фітофтороз |

Як видно з таблиці для обробки бульб картоплі застосовують доволі значну кількість препаратів, які убезпечують її від більшості хвороб, притаманним родині пасльонових.

Обробляти бульби картоплі доцільно у терміни від одного до 15 днів до початку садіння. Норма витрати робочої рідини залежить від типу розпилювального наконечника, причому чим вищий його номер, тим більшою є витрата робочої рідини.

1.3.2 Картоплесаджалки

Передовими технологіями вирощування картоплі передбачається використання картоплесаджалок, які за один прохід агрегату протруюють бульби й укладають їх у приготовлену борозенку. Серед них широкого поширення набули: саджалка СН-4Б-1 з пристосуванням для обробки бульб отрутохімікатами в межах машини, саджалка СН-4Б з пристосуванням для обробки бульб у її сошниках.

Модернізована картоплесаджалка САЯ-4 для садіння яровизованих бульб картоплі має раму 1 (рисунок 1.7), на якій змонтовано бункер 7 з обмежувачем 8 та транспортером 9 у нижній його частині, задні опорні колеса 2, сошники 5, опорний каток 3, борознозакриваючі диски 6, копіювальне колесо 4, ківш-живильник 10 та дворядний ложково-транспортерний садильний апарат.

Ложечки 17 виготовлені попарно із загальним днищем, в якому виконані отвори для стікання отрутохімікату назад у ківш-живильник 10.

На рамі 1 модернізованої машини додатково змонтована ємність 19 для робочої рідини. Порожнина ємності з'єднана з ковшем-живильником 10 за допомогою засувки 20 й гнучкого трубопроводу 21.

Перед початком роботи у бункер 7 картоплесаджалки завантажують бульби картоплі, а ківш-живильник 10 заповнюють робочою рідиною з ємності 19, яка подається з нього гнучким трубопроводом 21.

Під час садіння бульби картоплі з бункера 7 переміщуються рівномірним шаром транспортером 9 в попередньо заповнений отрутохімікатом ківш-живильник 10, занурюються в отрутохімікат, а далі бульби спливають та плавають, одночасно проходячи обробку по всій своїй поверхні.

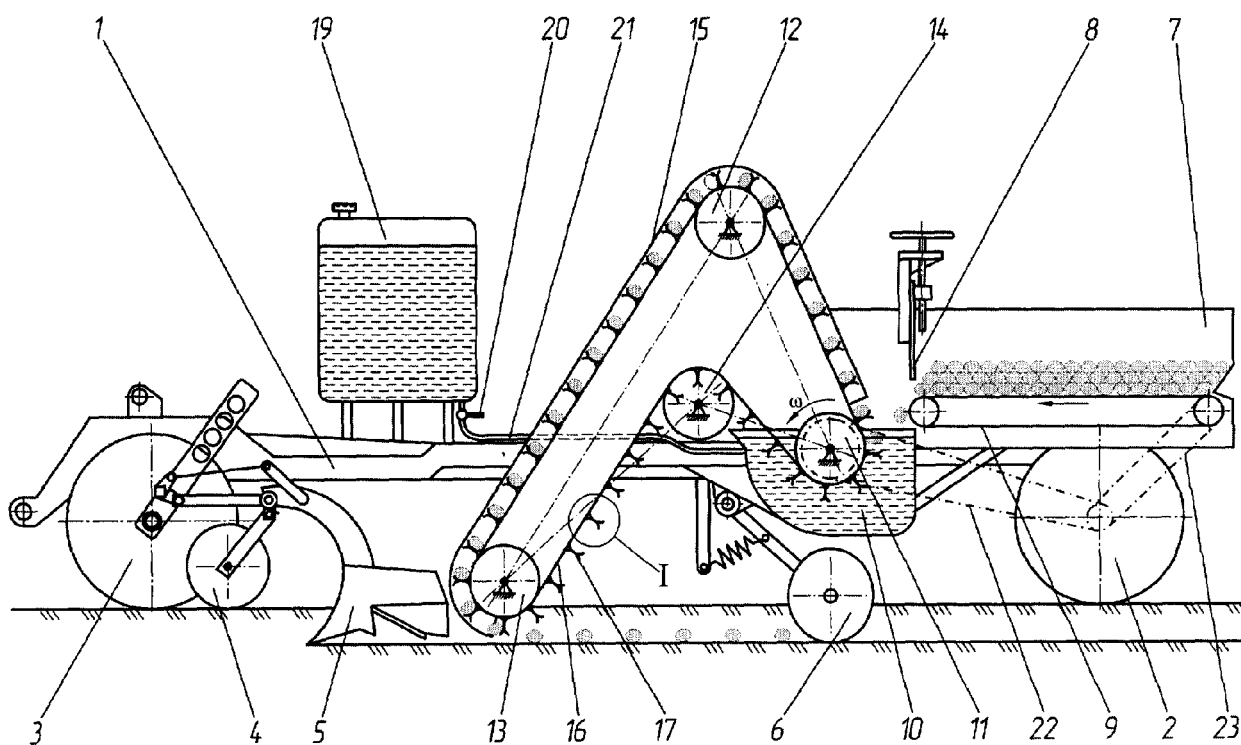


Рисунок 1.7 – Картоплесаджалка для садіння пророщених бульб картоплі з одночасним їх протруєнням.

Одночасно ложечки 17 дворядного ложково-транспортного садильного апарату захоплюють окремі бульби картоплі, які плавають на поверхні отрутохімікату в ковші-живильнику. При цьому зайва рідина з захоплених в ложечку 17 бульб стікає назад у ківш-живильник 10 через спеціальні отвори, які є в ложечці та через бокові поверхні транспортера.

Захоплені ложечками 17 бульби переміщуються транспортером в зону скидання і під дією сили тяжіння вони укладаються рівномірним потоком на дно наперед утвореної сошником 5 посадкової борозенки. Диски 6, що рухаються позаду сошників 5 загортають бульби й утворюють гребінь відповідної форми та профілю.

Для садіння великих, невідкаліброваних, пророщених або не пророщених бульб картоплі з одночасною їх обробкою протруйниками провідні європейські компанії Agronomic (Франція) та Miedema (Нідерланди) виготовляють картоплесаджалки типу Structural з пасовими або стрічково-шиповими садильними апаратами, які відрізняються майже повною відсутністю травмування бульб

картоплі під час захоплення, внутрішньо машинного транспортування й укладання в наперед утворену борозенку.

Аналогічні за принципом роботи й конструктивними особливостями є картоплесаджалки GB 215, GL-42T, GL-44T (рисунок 1.8) фірми Grimme, які також обладнані садильним апаратом пасового типу[7].

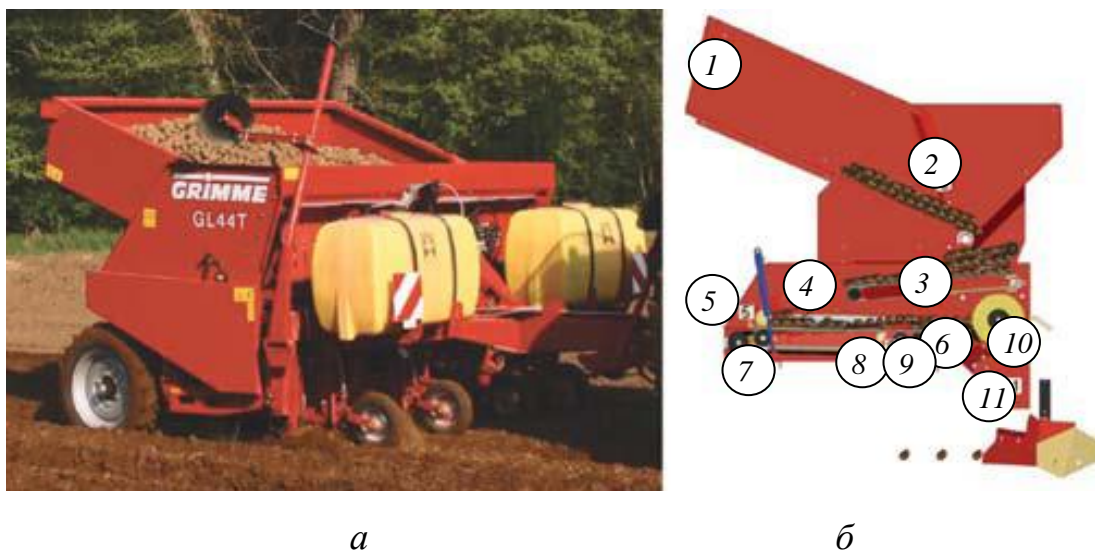


Рисунок 1.8– Картоплесаджалка GL-44T з пасовим садильним апаратом:
а – загальний вигляд, *б* – схема пасового садильного апарата.

Під час технологічного процесу роботи картоплесаджалки бульби картоплі регульованим потоком завдяки обмежувальній заслінці 2 з бункера 1 потрапляють на подавальні транспортери 3, обладнані кутовим датчиком 4, який контролює рівномірність подачі (кількість) бульб на пасовий механізм 6 садильного апарата, зменшуючи або збільшуючи швидкість руху полотна подавального транспортера 3.

Пасовими транспортерами бульби картоплі скеровуються до роликів 10, покритих товстим шаром поролону, які подають їх в наперед утворену сошником борозенку. Одночасно робоча рідина з баків, змонтованих у передній частині саджалки постійно подається на поверхню поролону, змочуючи його, а заодно наносячи отрутохімікат на поверхню бульб картоплі.

На пасових транспортерах бульби картоплі розміщуються тонким шаром в один рядок завдяки наявності в конструкції саджалки вібраційного струшувача 8, який забезпечує рівномірне розміщення бульб на пасах транспортера й

запобігає їх накопиченню. Зайві бульби картоплі самостійно скочуються на ребристий транспортер 7 та подаються назад до підвідного ролика 5, яким вони скеровують бульби на пасовий механізм.

Таким чином, суміщення операцій садінням картоплі із одночасним її протруювання є доцільним і доволі ефективним технологічним процесом.

Висновки

1. Найбільшою перспективністю відзначається гребеневий спосіб садіння картоплі, за якого спостерігається доволі висока продуктивність та якість виконання технологічного процесу.

2. Рівномірність і якість розподілу в ґрунті посадкового матеріалу під час механізованого садіння залежить від адаптації робочих органів картоплесаджалок до ґрунтово-кліматичних умов, стану й структури ґрунту, мікрорельєфу місцевості та самих бульб картоплі.

3. Одним із способів підвищення ефективності роботи картоплесаджалок є обладнання їх пристроями, котрі б одночасно із садінням бульб здійснювали їх протруєння.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАНЕСЕННЯ ОТРУТОХІМІКАТУ НА БУЛЬБИ КАРТОПЛІ ПІД ЧАС ЇЇ САДІННЯ

2.1 Обґрунтування структурної схеми картоплесаджалки з пристроєм для протруювання картоплі

Однією з найпоширеніших машин для садіння картоплі є саджалка КСМ-4, яка одночасно із укладанням бульб в борозенки вносить в них гранульовані мінеральні добрива, розподіляючи їх нарізно від бульб картоплі.

Для переобладнання її в машину для одночасного садіння й протруєння бульб картоплі доцільно обладнати саджалку додатковим пристроєм для зберігання, подачі й нанесення отрутохімікату на бульби під час їх переміщення з садильного апарату 7 (рисунок 2.1) до сошника з наступним укладанням їх в борозенку.

Для зберігання рідкого отрутохімікату на енергетичному засобі й рівномірній безперебійній подачі його до розпилювачів 9, які змонтовані у живильному ковші 8 та у насіннепроводах, розміщених між садильним апаратом і сошником картоплесаджалки використано ємність (бак) 1, змонтований на універсально-просапному тракторі класу 1,4. Універсальність цього обладнання полягає в тому, що його можна використовувати також для підживлення посадок картоплі та інших сільськогосподарських культур рідкими комплексними добривами (КАС), що розширює його технологічні можливості та підвищує його ефективність в цілому [8].

Обладнання має свою систему подачі отрутохімікату, яку забезпечує шестеренчастий (відцентровий) насос 4 (див. рисунок 2.1). Він створює напір у напірній магістралі 5 обладнання та подає рідкий отрутохімікат до розпилювачів 9. Для приводу насоса використовують ланцюгову передачу 13, ведена зірочка 12 якої закріплена на одному з валів проміжного блока 15. Одночасно робочі органи картоплесаджалки приводяться в дію від валу відбору потужності енергетичного засобу через карданну передачу [21].

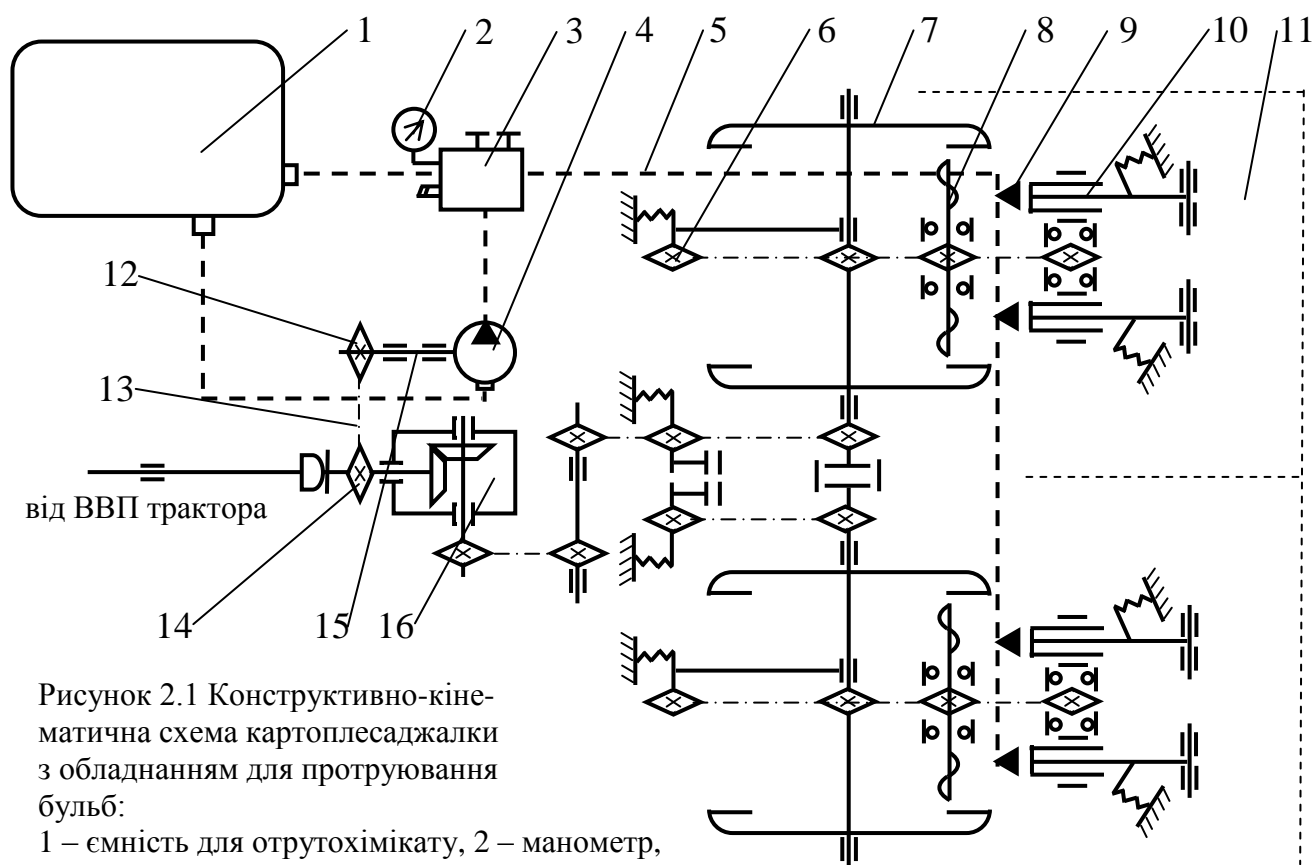


Рисунок 2.1 Конструктивно-кінематична схема картоплесаджалки з обладнанням для протруювання бульб:

1 – ємність для отрутохімікату, 2 – манометр,
 3 – електро-гідророзподільник-регулятор, 4 – насос,
 5 – гідрокомунікація, 6 – зірочка натяжна, 7 – апарат садильний, 8 – ківш живильний, 9 – розпилювач, 10 – струшувач, 11 – бункер для картоплі, 12 – зірочка ведена, 13 – передача ланцюгова, 14 – зірочка ведуча, 15 – проміжний блок, 16 – редуктор центральний.

Протруювання картоплі відбувається безпосередньо під час руху картоплесаджалки з включеним валом відбору потужності енергетичного засобу. При цьому рідкий препарат (отрутохімікат) із ємності 1 додаткового обладнання самопливом потрапляє до насоса 4, яким скеровується комунікацією 5 до блоку керування з регулятором тиску 3, від якого із заданим тиском, контрольованим манометром 2, рідкий отрутохімікат подається до щілинних розпилювачів 9, змонтованих над стінками живильних ковшів 8 картоплесаджалки, а також до розпилювачів у насіннепроводах, якими бульби картоплі скеровуються в розкрити сошником борозенку й покриває бульби рідиною. Бульби падають у борозенку, а зайва рідина з блоку керування 3 скеровується у ємність 1 обладнання.

Для запропонованого обладнання пропонуються щілинні розпилювачі РШ 110-0,6...РШ 110-4,0, які за орієнтовного тиску в напірній магістралі в ме-

жах 0,4-0,6 МПа формують розширений віялоподібний плоский факел з кутом 120° . При цьому вони подрібнюють робочу рідину в межах 195-535 мкм. Плоский факел дрібнорозпиленого отрутохімікату наноситься на шар бульб картоплі в момент, коли вони, перекочуючись похилою поверхнею, проходять зону дії струшувачів 10 й скеровуються в живильний ківш 8. Перекочування бульб картоплі, особливо круглої форми, сприяє рівномірному покриванню їх поверхонь отрутохімікатом.

2.2 Дослідження розмірних параметрів бульб картоплі

Згідно агротехнічних вимог для садіння картоплі вибирають бульби масою 50-80 г. Вони можуть мати різноманітні форми – круглі, видовжені, овальні тощо [25]. Садильні апарати картоплесаджалок здатні захоплювати бульби різних форм, але найкраще цьому піддаються бульби круглої форми (кулі).

Визначати розмірні параметри, масу бульб можна як аналітично, так і простим вимірюванням (зважуванням). Слід мати на увазі, що це будуть середні показники. Для аналітичного визначення окремих розмірних параметрів, скористаємось рисунком 2.2.

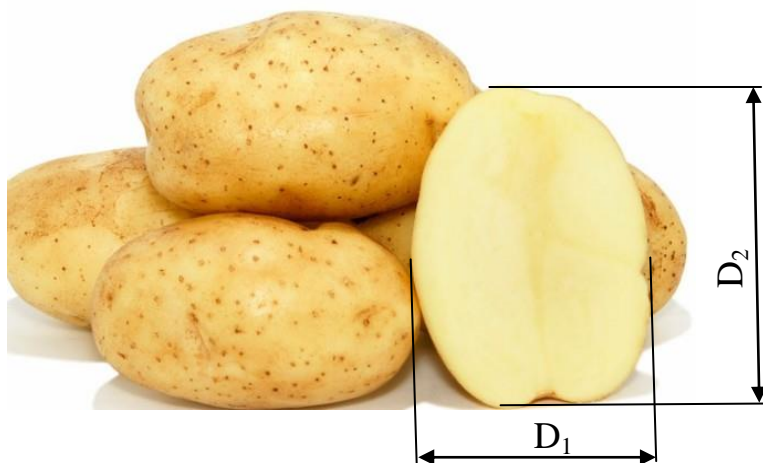


Рисунок 2.2– Схема для визначення розмірних параметрів бульб картоплі

Об'єм бульби картоплі V_c (середнє значення) можна визначити аналітично, скориставшись формулою

$$V_c = \pi \cdot D_c^3 / 6, \quad (2.1)$$

де D_c – середнє значення діаметра посадкових бульб, яке визначаємо як середнє арифметичне діаметрів бульб, заміри яких проводились у взаємно-перпендикулярних напрямках.

Знаючи об'єм бульби та її щільність (густину) можна наближено визначити її масу, скориставшись співвідношенням:

$$m = \rho \cdot V_c. \quad (2.2)$$

Для підбирання розпилювального наконечника для протруювання бульб безпосередньо в межах картоплесаджалки необхідно визначити середнє значення площі поверхні бульб S_c за формулою

$$S_c = \pi \cdot D_c^2. \quad (2.3)$$

Таким чином, аналітичними дослідженнями можна визначити основні розмірні параметри бульб картоплі, які необхідні для подальшого дослідження можливості їх внутрішньомашинної обробки отрутохімікатами за допомогою додаткового обладнання, встановленого на картоплесаджалці.

2.3 Аналітичні дослідження процесу протруювання

Норми робочої рідини, необхідної для обробки відповідної кількості бульб картоплі з розрахунку на 1 га посівної площі (на 1 т бульб) обґрунтовуємо, виходячи з кількості (маси) робочої рідини, яка може утримуватися на поверхні бульби після занурення її у воду, скориставшись такими формулами:

$$N_{ca} = B_{ca} \cdot m / 1000; \quad (2.4)$$

$$N_T = B_T \cdot m / 1000, \quad (2.5)$$

де: N_{ca} – норма витрати робочої рідини (протруйника) для обробки бульб, л/га;

B_{ca} – густина розподілу бульб картоплі під час садіння, шт/га;

N_T – норма витрати робочої рідини (протруйника) для обробки бульб, л/т;

m – маса робочої рідини, яка утримується на поверхні бульби, г,

B_T – можлива кількість бульб (залежить від маси кожної з них) в 1 тонні, шт.

Середня швидкість V_l падіння (переміщення насіннєпроводом) бульб після звільнення з ложечок садильного апарату картоплесаджалки залежить від швидкості руху садильного агрегату V_m і кутової швидкості обертання ложечково-дискового садильного апарату ω і може наближено визначатися за формулою

$$V_l = \omega \cdot b, \quad (2.6)$$

де b – крок садіння бульб картоплі у рядку, м.

Кутова швидкість обертання ложечково-дискового садильного апарату ω визначається з умови

$$\omega = \frac{V_m}{R}, \quad (2.7)$$

де V_m – швидкість руху садильного агрегату, м/с,

R – радіус диска садильного апарату, м.

За відомими частотою обертання ВВП енергетичного засобу n_t , хв^{-1} , передаточним числом i від ВВП до валу дисково-ложечкового садильного апарата й кількістю ложечок Z_d на диску можна визначити швидкість руху садильного агрегату, скориставшись формулою [1, 5, 18, 24]

$$v_m = \frac{600n_t i Z_d}{Q_c b}. \quad (2.8)$$

де Q – задана норма садіння бульб картоплі, шт/га.

Крок b садіння бульб картоплі у рядку визначають за формулою

$$l_c = \frac{50v_m}{3n_t i Z_d}. \quad (2.9)$$

Після звільнення з ложечок садильного апарату бульби вільно падають (нехтуємо тертям об стінки металевго насіннєпровода) та вдаряються об похилий лоток, змонтований у сошнику саджалки. Для визначення швидкості руху бульб картоплі в момент контакту з похилим лотком сошника скористаємось схемою, відображеною на рисунку 2.3.

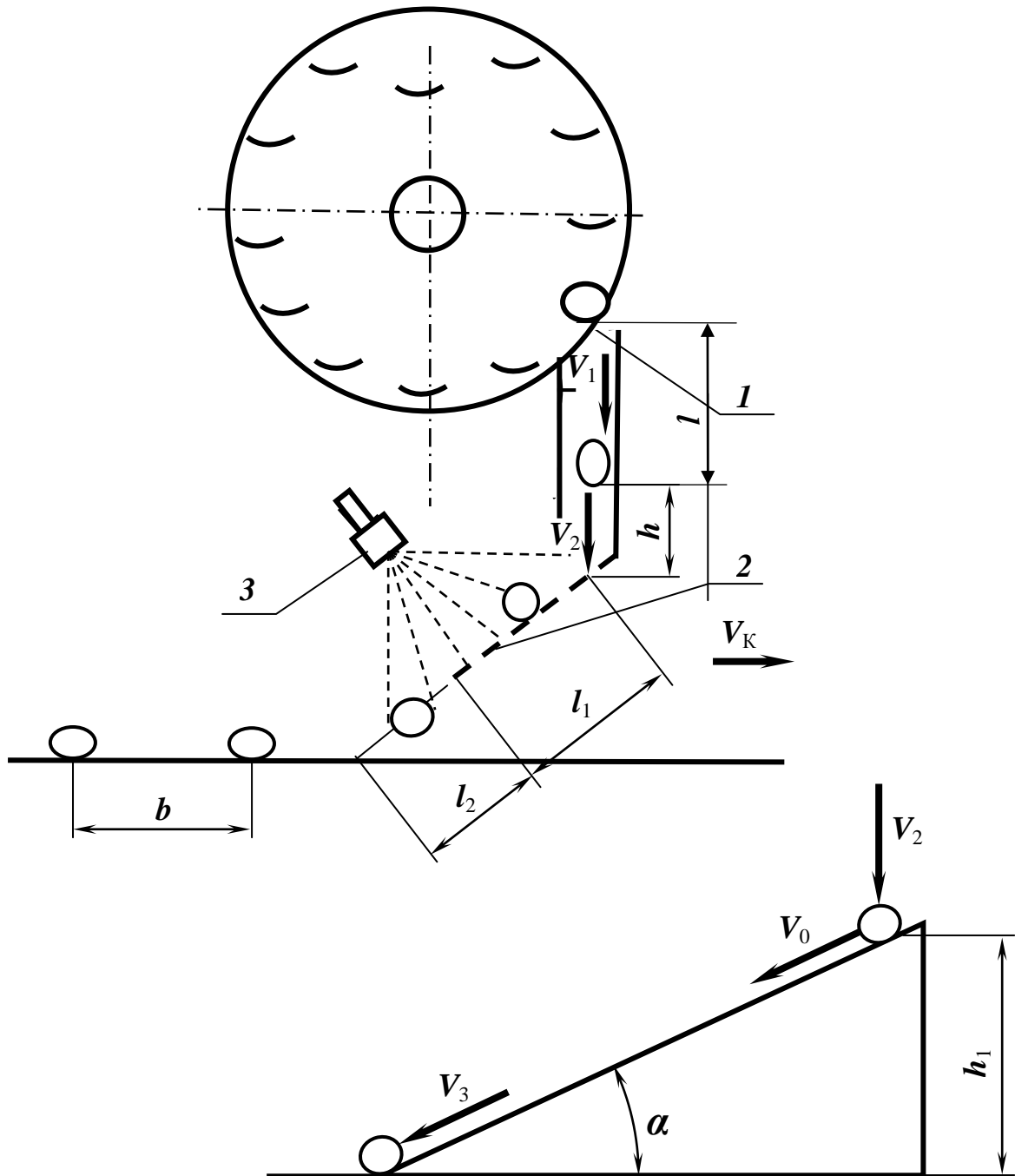


Рисунок 2.3 – Розрахунково-кінематична схема роботи пристосування для обробки бульб протруйниками під час садіння:

1 – садильний апарат; 2 – похилий лоток; 3 – розпилювач; α - кут нахилу лотка сошника до горизонтальної площини

В момент контакту бульби з похилим сітчастим лотком її швидкість руху змінюється і може наближено бути визначена із умови:

$$V_2 = V_1 + \sqrt{2g \cdot h}, \quad (2.10)$$

де h – висота становлення задньої стінки похилого лотка сошника, м.

Висоту h вибираємо з умови, що кут α нахилу лотка сошника картопле-саджалки є більшим за кут тертя кочення бульб по ньому. Тому, під час пере-міщення лотком бульба у першопочатковий момент має швидкість, яка визна-чається з умови:

$$V_0 = V_2 \cdot \cos \alpha. \quad (2.11)$$

Рухаючись похилою площиною лотка від верхньої його точки, бульби переміщуються з середньою швидкістю, яка становить

$$V_3 = \sqrt{2g \cdot L + V_0^2}, \quad (2.12)$$

де L – шлях (м) проходження бульби від верхньої точки до дна борозни, який можна наближено визначити за формулою

$$L = V_0 \cdot t + g \cdot t^2 / 2. \quad (2.13)$$

Якщо з конструктивних міркувань шлях $L = l_1 + l_2$ (див. рисунок 2.3) проходження бульби від верхньої точки до дна борозни відомий, то з рівняння (2.13) можна визначити час (тривалість) t переміщення бульби похилою пове-рхнею лотка і руху після сходження з неї до моменту торкання бульби дна бо-розни, а саме

$$t = \sqrt{V_0^2 + 2 \cdot g \cdot L} - V_0 / g, \quad (2.14)$$

де l_1 – довжина похилої площини лотка, м;

l_2 – довжина траєкторії вільного падіння бульби від лотка до дна борозни, м.

Під час переміщення похилою поверхнею лотка бульби обертаються. Якщо для середньої за розмірами бульби картоплі довжину периметра позначити через P , то кількість обертань n бульби (нехтуємо знакоперемінними навантаженнями, які можуть діяти на бульбу під руху садильного агрегату по-лем) під час скочування її поверхнею лотка довжиною l_1 (див. рисунок 2.3) та на всьому шляху L можна визначити з таких умов:

$$n_1 = \frac{l_1}{P}; \quad n_2 = \frac{L}{P}, \quad (2.15)$$

де n_1 – кількість обертань бульби під час скочування поверхнею похилого лотка;

n_2 – кількість обертань бульби під час проходження її від верхньої точки похилого лотка до дна борозни.

Бульби картоплі перебувають у зоні факела розпилення протруйника протягом часу t , тобто тоді, коли переміщуються лотком і сходять з нього (див. рисунок 2.3). Кількість робочої рідини, якою покривається поверхня бульб та поверхня ґрунту при цьому залежить не тільки від тривалості її перебування в зоні факела розпиленого протруйника, але й площі S_ϕ (рисунок 2.4) перерізу самого факела та сумарної площі перерізу бульб S_σ .

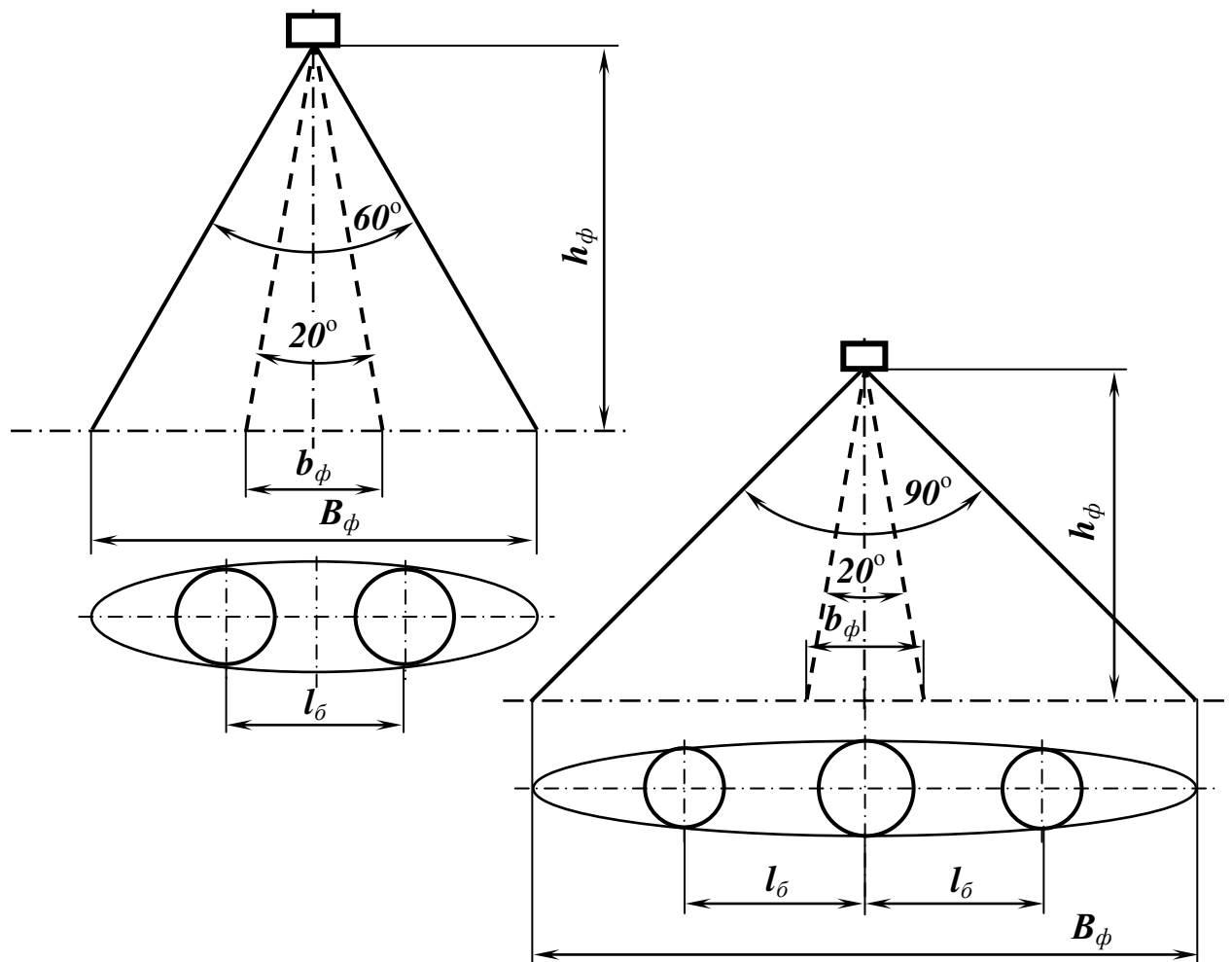


Рисунок 2.4—Схема для визначення параметрів факела розпилення протруйника

З рисунка 2.4 видно, що площа перерізу факела розпилення протруйника має еліпсоподібну форму та визначається за формулою

$$S_{\phi} = \pi \cdot B_{\phi} \cdot e_{\phi} / 4, \quad (2.16)$$

де B_{ϕ} та e_{ϕ} – розмірні параметри факела розпилення, м.

Сумарна площа S_{σ} перерізу бульб картоплі (див. рисунок 2.2) становить:

$$S_{\sigma} = \pi(D_1^2 + D_2^2) / 4. \quad (2.17)$$

Кількість рідини m , яка наноситься на площу перерізу факела розпилення протруйника S_{ϕ} за час t і продуктивності розпилювача q можна визначити за формулою

$$m = t \cdot q. \quad (2.18)$$

За коефіцієнта заповнення K площі S_{ϕ} сумарною площею перерізу бульб картоплі S_{σ}

$$K = \sum S_{\sigma} / S_{\phi}, \quad (2.19)$$

на поверхню бульб картоплі, яка знаходяться в зоні дії факела наноситься робоча рідина, кількість якої можна визначити за формулою

$$m_{\sigma} = t \cdot q \cdot K. \quad (2.20)$$

Оскільки бульби картоплі, відриваючись від ложечок садильного апарату падають на лоток і мають різну вагу навіть за попереднього калібрування, то в зоні дії факела розпилення протруйника можуть одночасно знаходитися Z бульб, на кожну з яких потрапляє така кількість отрутохімікатів:

$$m = t \cdot q \cdot K / Z. \quad (2.21)$$

Тоді розрахункова продуктивність розпилювача q протруйника становить:

$$q = Z \cdot m_{\sigma} / K \cdot t. \quad (2.22)$$

Виходячи із рекомендованої швидкості руху саджалки V_m та ширини міжряддя C визначаємо продуктивність картоплесаджалки

$$G = C \cdot V_{\kappa} \cdot n_p, \quad (2.23)$$

де n_p – кількість одночасно працюючих садильних апаратів картоплесаджалки, шт.

З врахуванням продуктивності картоплесаджалки і продуктивності одного розпилювача, встановленого на кожній садильній секції саджалки, норма витрати робочої рідини на 1 га становитиме:

$$N = q/G. \quad (2.24)$$

З врахуванням швидкості руху садильного агрегату витрата $N_{\text{га}}$ робочої рідини на один га площі становитиме:

$$N_{\text{га}} = q/V_{\kappa} \cdot C \cdot n_p. \quad (2.25)$$

Таким чином, отримані залежності (2.24) та (2.25) дозволяють визначити оптимальні параметри роботи картоплесаджалки, обладнаної пристроєм для обробки бульб протруйниками під час їх садіння.

Висновки

1. На основі теоретичних досліджень встановлено, що на ефективність протруєння картоплі під час її садіння впливовими є кут нахилу лотка сошника, його довжина, крок садіння картоплі та параметри факелу розпилення робочої рідини.

2. Аналітичними дослідженнями встановлено, що для кроків садіння картоплі в межах 0,18-0,22м оптимальною є довжина похилого лотка сошника в межах 0,25-0,35м, а для якісного нанесення протруйника інжекторним розпилювачем з діаметром вихідного отвору 1,2мм на поверхню бульб, кут нахилу лотка має змінюватися в межах 20-30град.

3. Розв'язком рівнянь (2.24) та (2.25) можна визначити оптимальні параметри роботи картоплесаджалки, обладнаної пристроєм для обробки бульб протруйниками під час їх садіння.

3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Мета і програма експериментальних досліджень

Метою проведення експериментальних досліджень було визначення конструктивно-технологічних параметрів пристрою для протруювання бульб картоплі під час їх садіння та встановлення якісних показників нанесення протруйника на поверхні бульб картоплі в часі їх переміщення похилим лотком сошника картоплесаджалки, підтвердження й доповнення теоретичних досліджень з визначення швидкості переміщення бульб похилою поверхнею лотка.

Для досягнення вказаної мети програма експериментальних досліджень передбачала наступне:

- 1). Визначення швидкості переміщення бульб картоплі поверхнею похилого лотка картоплесаджалки;
- 2). Дослідження якості нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі під час садіння.

3.2 Передумови проведення дослідів

Швидкість переміщення садильного агрегату, кутова швидкість обертання диска садильного апарату картоплесаджалки, кількість ложечок на диску, кут встановлення похилого лотка сошника до горизонту мають суттєвий вплив на процес внутрішньомашинного транспортування бульб і після їх звільнення з ложечок диска й вільного падіння на похилий лоток сошника.

Одночасно вказані параметри є впливовими на перебіг технологічного процесу нанесення протруйника на бульби картоплі під час садіння, який залежить також від параметрів системи розподілу отрутохімікату, основними елементами якої є розпилювачі, встановлені безпосередньо над поверхнею похилого лотка сошника картоплесаджалки.

Тому об'єктом досліджень була взаємодія робочої рідини з поверхнею бульб картоплі під час її переміщення похилим лотком сошника картоплесаджалки. Експерименти проводились на кафедрі агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. Олександра Семковича Львівського НУП з використанням лабораторної установки на базі картоплесаджалки СН-4Б з ложечково-дисковим садильним апаратом.

Досліди проводились згідно загальноприйнятих методик, а для визначення окремого конкретного показника і параметрів протруювання бульб картоплі під час її садіння розроблені часткові методики. Отримані експериментальні дані оброблялись методами математичної статистики й теорії ймовірності з визначення середнього арифметичного X , середніх квадратичних відхилень окремого вимірювання σ і кінцевого результату m , коефіцієнта варіації v , відносного статистичного відхилення p середнього арифметичного [18, 24].

3.3 Методика дослідження процесу нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі

Експериментальні дослідження проходили у два етапи, на першому з яких визначали швидкість переміщення бульб картоплі похилим лотком сошника, а на другому – якість нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі.

Після звільнення з ложечок садильного апарату бульба картоплі під дією сили тяжіння вільно падає в горловині сошника (насіннепроводі) до моменту контакту з похилим лотком, змонтованим у нижній частині сошника, безпосередньо над поверхнею дна утвореної ним борозенки. Теоретичними дослідженнями отримано аналітичні залежності, котрі дозволяють визначити швидкості переміщення бульб картоплі на різних етапах її падіння.

Для підтвердження вказаних досліджень передбачено виконати експерименти, в яких змінювався кут положення похилого лотка до горизонтальної площини, а бульби для кожного дослідження вибирались однакової маси (50, 60, 70 та 80г).

Експериментальні дослідження проводились з використанням лабораторної установки на базі діючої картоплесаджалки СН-4Б (рисунок 3.1, а), привід робочих органів якої здійснювався від електродвигуна. Додатково установка була обладнана системою для нанесення протруйника (рисунок 3.1, б) в часі садіння картоплі.

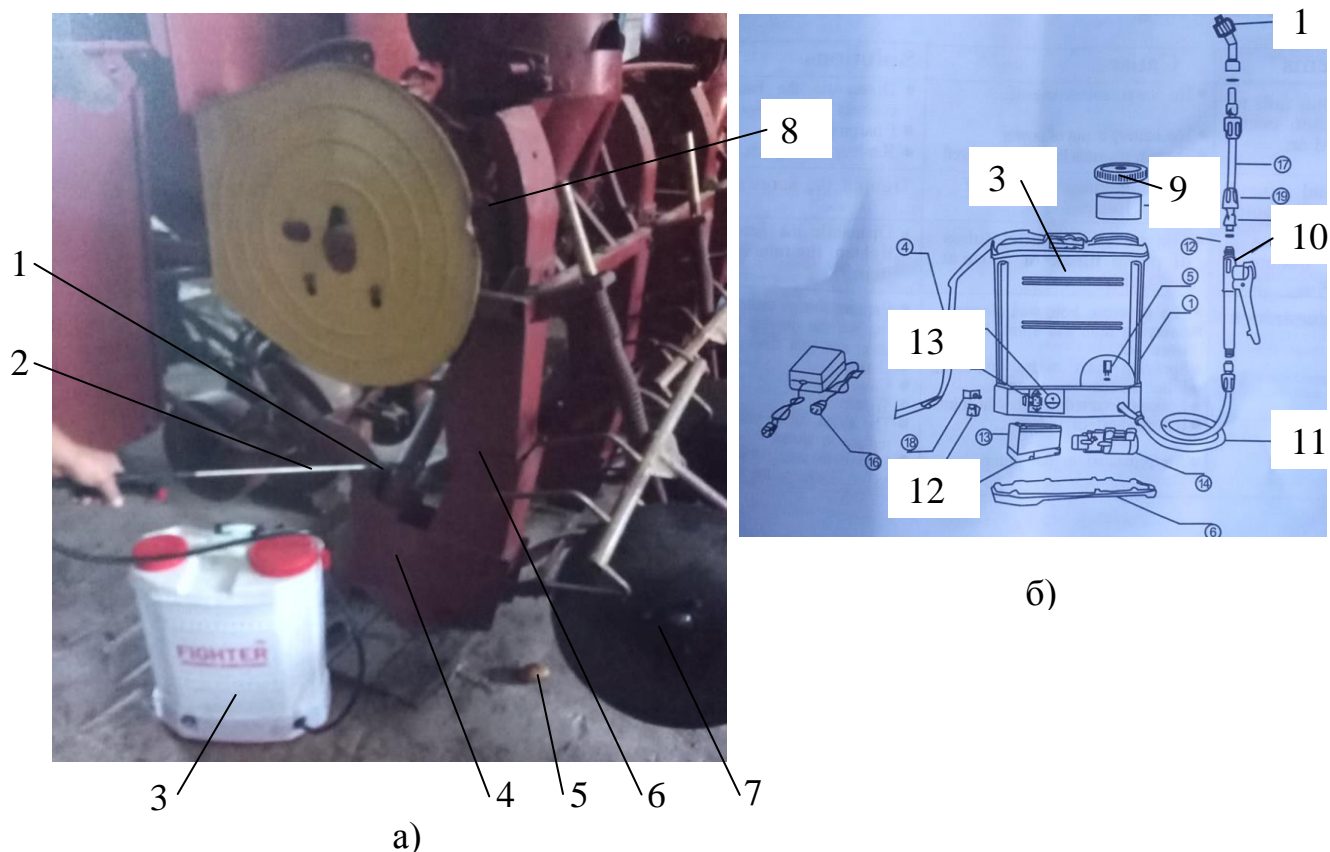


Рисунок 3.1 – Лабораторна установка для дослідження процесу нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі:

а) картоплесаджалка СН-4Б; б) система нанесення протруйника; 1 – розпилювач; 2 – штанга; 3 – бак; 4 – сошник; 5 – бульба; 6 – насіннепровід; 7 – дисковий загортач; 8 – садильний апарат; 9 – фільтр; 10 – важіль керування потоком рідини; 11 – гнучкий шланг, 12 – акумулятор; 13 – пульт керування.

Лабораторна установка містить садильний апарат 8 (див. рисунок 3.1, а) ложечково-дискового типу, насіннепровід 6 з похилим лотком середині, дводисковий загортач 7 для формування гребенів після садіння картоплі, бак 3 для зберігання протруйника, штангу 2 з розпилювачем 1 щілинного типу. Система нанесення протруйника складається з окремого бака 3 (див. рисунок 3.1, б) з

фільтром 9 у заправній горловині, важеля 10 керування потоком робочої рідини, гнучкого шлангу 11 для транспортування робочої рідини до штанги. Тиск у напірній магістралі під час нанесення протруйника регулюється пультом керування 13, а акумулятор 12 служить для приводу електродвигуна, який створює потік робочої рідини відповідного тиску.

Працює лабораторно установка так. Бульби картоплі з бункера саджалки самопливом потрапляють у живильний ківш, де захоплюються ложечками садильного апарату 8, притискаються лапками і транспортуються обертовим диском до моменту звільнення. Далі бульби падають через насіннепровід 6 і потрапляють на верхній край похилого лотка, з якого скочуються на дно майданчика. В момент переміщення бульб картоплі похилим лотком розпилювач наносить розпилений отрутохімікат на їх поверхню.

Під час визначення швидкості переміщення бульб картоплі похилим лотком сошника секундоміром фіксувався час проходження бульб від крайньої верхньої точки похилого лотка (шлях l) до моменту контакту бульби поверхні майданчика.

За результатами експериментів для шляху S_i фіксувався час t_i , за який бульби його проходили і, таким чином, розраховували середнє значення швидкості $V_{сер}$ (м/с) переміщення бульб похилим лотком сошника, скориставшись умовою:

$$V_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{\sum_{i=1}^n t_{ki}}, \quad (3.1)$$

де l_i , t_{ki} – відповідно довжина (м) і тривалість (с) переміщення бульб картоплі похилим лотком під час i -го вимірювання у досліді;

n – число вимірювань у досліді.

Досліди проводились для кутів нахилу лотка до горизонтальної площини 10, 20, 30 та 40град. Довжина похилого лотка була змінною і становила 0,35 та 0,25м. Усі експерименти проводились у трикратній повторюваності.

Одночасно з вищенаведеними експериментами проводилась друга серія дослідів з метою визначення якості нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі під час якого визначалася орієнтовна площа (пляма) поверхні $S_{\text{пн}}$ бульби картоплі, на якій не було протруйника. Якість нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі (коефіцієнт протруювання K_1) визначалася, як відношення площі поверхні бульби картоплі з протруйником $S_{\text{п}} = S_{\text{б}} - S_{\text{пн}}$ до загальної площі поверхні бульби картоплі $S_{\text{б}}$, яку приймали за кулю, тобто:

$$S_{\text{б}} = 4\pi R_c^2, \quad (3.2)$$

де R_c – середній радіус i -тої бульби в досліді, мм;

$$K_1 = S_{\text{п}} / S_{\text{б}} \quad (3.3)$$

Під час експериментів розпилювач розміщувався над похилим лотком на відстані 0,25м, що дозволяло наносити отрутохімікат на поверхню бульб картоплі під час її переміщення на всій довжині похилого лотка. Тиск в напірній магістралі вибирався в межах 0,03МПа.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Швидкість переміщення бульб картоплі похили лотком сошника картоплесаджалки

На підставі проведених експериментальних досліджень швидкості переміщення бульб картоплі похили лотком сошника картоплесаджалки до моменту її контакту з ґрунтом (поверхнею рівного майданчика) побудовано графіки (рисунок 4.1) та отримано теоретичні закономірності зміни швидкості переміщення бульб картоплі в залежності від кута нахилу похилого лотка.

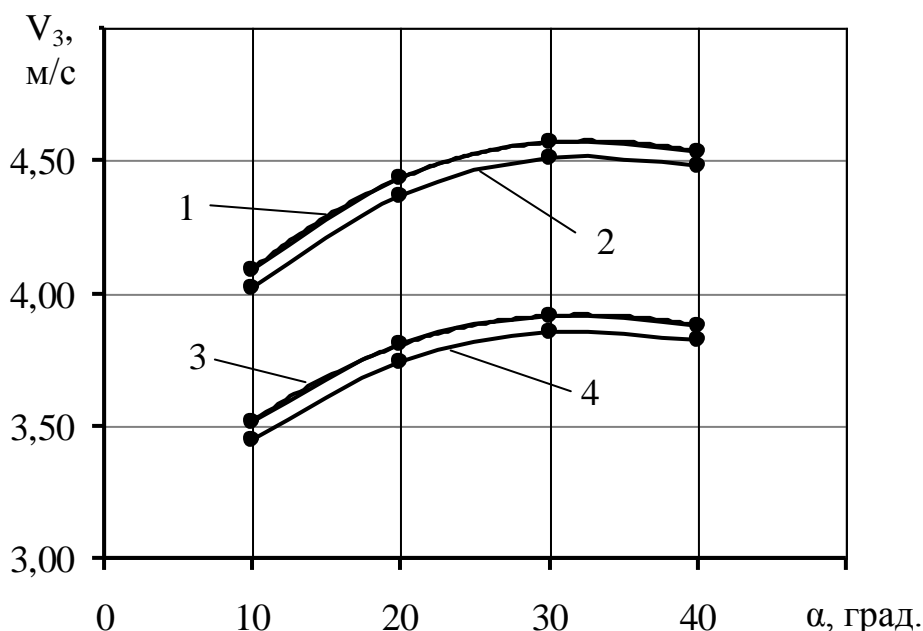


Рисунок 4.1—Закономірність швидкості V_3 (м/с) переміщення бульб картоплі в залежності від кута α (град.) нахилу лотка сошника за кроку садіння 0,22м (1, 3) та 0,18м (2, 4) за довжини лотка 0,35м (1, 2) та 0,25м (3, 4).

Як видно з наведених графіків, спостерігається однакова закономірність зміни швидкості переміщення бульб картоплі похилим лотком не залежно від кута його встановлення та довжини самого лотка. Разом з цим, за більшої довжини лотка швидкість переміщення бульб його поверхнею збільшується.

Кут нахилу лотка до горизонтальної площини є також впливовим на швидкість переміщення по ньому бульб картоплі. Як видно з графіків за кута 30град. вона досягає максимального значення, а далі потроху зменшується.

Така закономірність спостерігається під час усіх експериментів. Мінімальне значення швидкості переміщення бульб картоплі спостерігається під час взаємодії лотком, нахил якого становить 10град. Так, для цього кута і довжини лотка 0,25м й кроку садіння 0,18м мінімальне значення швидкості V_3 становить 3,47м/с, а для довжини лотка 0,35м й кроку садіння 0,22м – $V_3=4,08$ м/с.

Отримані закономірності наближено описуються поліномом третьої степені. Так для графіків 1 та 2 ця закономірність має вигляд:

$$y=0,0000001x^3-0,0015x^2+0,0739x+3,4884. \quad (4.1)$$

Аналогічно, для графіків 3 та 4 ця закономірність описується рівнянням

$$y=0,000001x^3-0,0013x^2+0,0625x+3,0094. \quad (4.2)$$

Отримані закономірності дозволяють визначати швидкість переміщення бульб картоплі похилим лотком на усіх діапазонах зміни кута нахилу лотка від 10 до 40град.

Виконаними експериментальними дослідженнями встановлено, що більших кутів нахилу лотка сошника бульби картоплі, які сходять з нього можуть далі рухатися в ґрунті, частково відбиватися від дна борозни, що негативно впливає на забезпечення однакового заданого кроку їх садіння. За малих кутів нахилу лотка сошника, через те, що садимо насінневу картоплю з різною (від 50 до 80г) масою бульб й формою поверхні, під час їх переміщення лотком швидкість окремих бульб є різною і вони падають на дно борозни також з різною відстанню між ними в рядку, не забезпечуючи належної якості садіння.

4.2 Якість нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі

Якість нанесення протруйника на поверхню бульб картоплі безпосередньо під час їх переміщення похилим лотком і у момент сходження з нього залежить від багатьох чинників. Основними з них є кут розпилу робочої рідини, швидкість переміщення бульб похилим лотком, форма поверхні й маса самих

бульб, розміри лотка й кут його нахилу до горизонтальної площини. Кожен із цих чинників має різний вплив на якість протруювання бульб, а тому ставилося завдання дослідити коефіцієнт протруювання (див. формулу 3.3) в залежності від розмірів бульб картоплі й швидкості їх переміщення похилим лотком.

На підставі проведених експериментальних досліджень якості протруювання бульб картоплі під час їх садіння побудовано графіки (рисунок 4.2), де відображено закономірності зміни коефіцієнта протруювання від середнього радіуса бульб картоплі за різних швидкостей їх переміщення похилим лотком сошника.

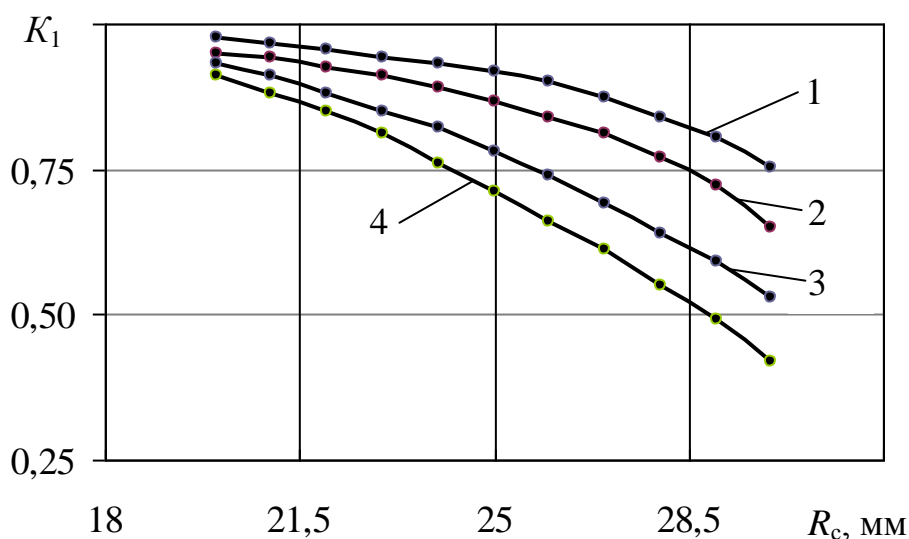


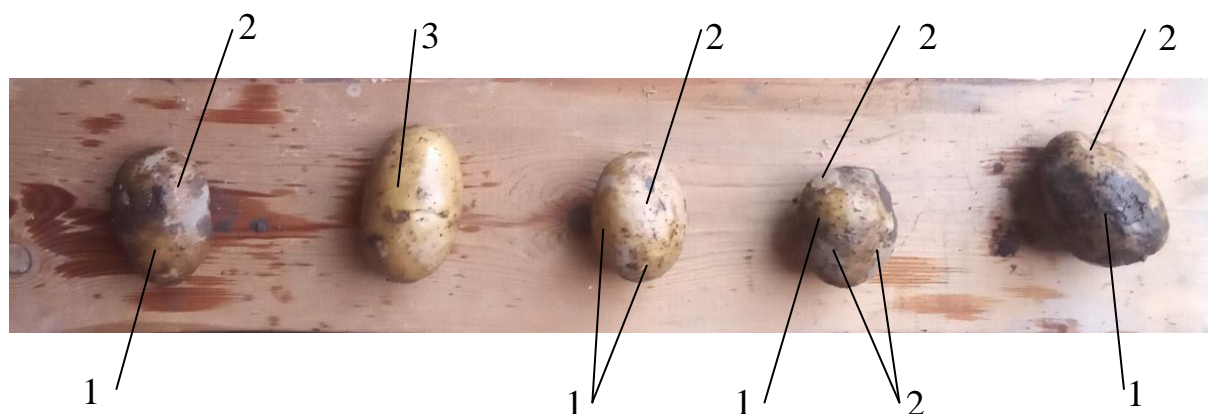
Рисунок 4.2—Закономірність зміни коефіцієнта протруювання K_1 бульб картоплі від їх середнього радіуса R_c за швидкості V_3 їх переміщення похилим лотком сошника 3,5 (1); 3,8 (2); 4,1 (3) та 4,4 (4) м/с.

Дослідження показали (див. рисунок 4.2), що із збільшення середнього радіусу бульб і за більших швидкостей їх переміщення похилим лотком сошника коефіцієнт K_1 протруювання бульб картоплі зменшується. Усі закономірності наближено описуються поліномом другого ступеня з практично однаковими коефіцієнтами регресії для подібних за розмірами і формою бульб.

З рисунка 4.2 видно, що найвищий коефіцієнт K_1 протруювання в межах 0,93-0,98 спостерігається у бульб картоплі з середнім радіусом $R_c=0,2$ м для усього діапазону швидкостей V_3 (від 3,5 до 4,4м/с) їх переміщення похилим лот-

ком сошника. Крім того, для бульб картоплі з середнім радіусом 0,3м, швидкість V_3 переміщення яких похилим лотком сошника не перевищує 3,5м/с, мінімальний коефіцієнт K_1 протруювання становить 0,75. Для бульб такого ж радіусу, але які переміщуються лотком зі швидкістю $V_3=4,4$ м/с мінімальний коефіцієнт K_1 протруювання не перевищує 0,42, що в цілому вказує на низьку якість вказаного технологічного процесу.

Таким чином, експериментально встановлено, що якість протруювання бульб картоплі залежить як від їх середнього радіусу, так і швидкості переміщення поверхнею похилого лотка сошника, що відображено на світлині 4.1 окремих дослідів.



Світлина 4.1 – Якість нанесення протруйника на бульби картоплі:

1 – зона, де нанесено протруйник; 2 – зона, де протруйник відсутній; 3 – зона інтенсивного нанесення протруйника.

Як показали експериментальні дослідження найвищою є якість протруювання бульб картоплі під час їх переміщення похилим лотком з мінімальною швидкістю V_3 , яка спостерігається для кута нахилу лотка сошника 10град. і його довжини 0,25м. При цьому крок садіння бульб картоплі у рядку буде мінімальним – 0,18м, якщо бульби будуть однакового розміру й форми, що не впливатиме на момент потрапляння їх у борозенку. Оскільки усі бульби мають різну масу й форму, щоб уникнути нерівномірності розподілу їх у рядку (тобто коли не забезпечується заданий крок садіння) потрібно встановлювати лоток під кутом 25 град., а його довжину вибирати в межах 0,3м.

Висновки

1. Експериментальними дослідженнями встановлено, що зміна швидкості переміщення бульб картоплі похилим лотком не залежить від кута його встановлення та довжини самого лотка; разом з цим, за більшої довжини лотка швидкість переміщення бульб його поверхнею збільшується.

2. Експериментами встановлено, що мінімальне значення швидкості переміщення бульб картоплі спостерігається під час взаємодії з лотком, нахил якого становить 10град; так, для цього кута і довжини лотка 0,25м й кроку садіння 0,18м мінімальне значення швидкості V_3 становить 3,47м/с, а для довжини лотка 0,35м й кроку садіння 0,22м – $V_3=4,08$ м/с.

3. Як показали експериментальні дослідження найвищою є якість протруювання бульб картоплі під час їх переміщення похили лотком з мінімальною швидкістю V_3 , яка спостерігається для кута нахилу лотка сошника 10град. і його довжини 0,25м; при цьому крок садіння бульб картоплі у рядку буде мінімальним – 0,18м, якщо бульби будуть однакового розміру й форми, що не впливатиме на момент потрапляння їх у борозенку.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Складання карти умов праці під час садіння картоплі з одночасним її протруюванням

Для сучасного сільськогосподарського виробництва характерним є вплив на організм людини різних технічних, біологічних та інших факторів [2, 10, 17]. З метою прогнозування цих факторів необхідно провести паспортизацію робочого місця механізатора.

Метою паспортизації санітарно-технічного стану робочого місця є виявлення усіх виробничих небезпек для розробки проектів та прийняття інженерно-технічних і організаційних рішень, спрямованих на створення безпечних і нешкідливих умов праці [2]. Відповідно до типової ієрархічної структури сільськогосподарського виробництва (цех, дільниця, робоча зона бригади, робоче місце) одиничним елементом виробництва є робоче місце. На ньому проявляються всі небезпечні і шкідливі фактори, які діють на працюючого і визначають ефективність його виробничої діяльності. Базовим елементом паспортизації є карта умов праці, в якій представлені фактори безпеки по трьох напрямках факторів безпеки: трудовому, санітарно-гігієнічному та технічному.

Карта умов праці передбачає виявлення на робочому місці шкідливих і небезпечних виробничих факторів та причин їх виникнення; дослідження санітарно-гігієнічних факторів виробничого середовища, важкості й напруженості трудового процесу, комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці на відповідність їх вимогам стандартів, норм і правил; обґрунтування віднесення робочого місця до відповідної категорії з шкідливими умовами праці, підтвердження (встановлення) права працівників на пільгове пенсійне забезпечення та інші пільги залежно від умов праці.

Карта умов праці на робочому місці становить основу санітарно-технічного паспорту виробничої дільниці (бригади, майстерні, ферми тощо).

Паспорт господарства складається з паспортів діляниць і містить додаткову характеристику засобів загальногосподарського користування, об'єкти колективного захисту. Кожний головний спеціаліст господарства організовує обстеження умов праці і стан технічної безпеки і підпорядковані їй йому галузі. Значно зменшити об'єми робіт при паспортизації можна шляхом групування типових робочих місць.

За гігієнічною класифікацією праці та іншими джерелами визначається перелік факторів умов праці на робочому місці, для яких з нормативних документів встановлюються гранично допустимий рівень або гранично допустиму концентрацію (ГДР, ГДК), які заносять в графи 1 (таблиця 5.1), 2 та 3.

Складаємо карту умов праці робочого місця механізатора під час садіння картоплі з одночасним її протруєнням картоплесаджалкою, обладнаною системою для нанесення отрутохімікатів, виконавши розрахунки окремих коефіцієнтів за наступними формулами.

Коефіцієнт нормозабезпеченості визначаємо за формулою

$$K_n = 1 \pm \frac{A_e - A_n}{A_n}, \quad (5.1)$$

де A_e – фактичне значення умов праці;

A_n – гранично допустимий рівень або концентрація.

Коефіцієнт небезпечності від дії фактора можна визначити з виразу:

$$K_{\text{дф}} = K_n \cdot T_{\text{дф}}, \quad (5.2)$$

де $T_{\text{дф}}$ – час дії фактора у частках тривалості зміни.

Коефіцієнт небезпечності від усіх факторів становить:

$$K = \frac{K_{\text{дф}}}{n}, \quad (5.3)$$

де n – кількість факторів умов праці.

Під час складання умов праці на робочому місці механізатора використовуємо дані нормативних документів:

- ДСТУ 12.1.003-83 – Шум. Санітарно-гігієнічні вимоги;
- ДСТУ 12.1.005-86 – Повітря робочої зони. Санітарно-гігієнічні вимоги;

На підставі аналізу даних табл. 5.1 можна зробити висновок, що фактичне значення умов праці механізатора під час садіння картоплі картоплесаджалкою з системою протруювання картоплі дещо перевищують граничні показники, регламентовані відповідними нормативними документами. Особливо шкідливими є вібраційні фактори, пов'язані з технологічним процесом приводу робочих органів картоплесаджалки від ВВП трактора та взаємодії робочих органів картоплесаджалки з ґрунтовим середовищем, під час якого на остов енергетичного засобу, а відповідно і механізаторам можуть передаватися вібраційні коливання.

Шкідливими є також пари нафтопродуктів (дизельного палива, оливи гідросистеми та гідроприводу) і отрутохімікатів, які схильні випаровуватися під час роботи з підвищеною температурою навколишнього середовища. Для запобігання шкідливої дії вказаних небезпек механізатору необхідно щогодини робити технологічні перерви на 5–10хв., вимкнувши при цьому двигун та покинувши кабінку трактора.

5.2 Оцінка рівня безпеки виникнення аварій і травм

Методикою оцінки рівня безпеки робочих місць, машин, робочих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію (показника) рівня безпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварій, травм або катастроф залежно від досліджуваного явища.

Для того щоб оцінку рівня небезпек певного об'єкта чи явища запровадити на виробництві, необхідний простий і доступний метод обчислення значень ймовірності будь-кого випадкового явища [9]. Основні принципи цього методу полягають у тому, що на основі обстеження робочого місця чи окремої машини виявляють виробничі небезпеки, можливі аварії або травмонезбезпечні ситуації. При оцінці ситуацій визначають події, які можуть стати головними.

Після вибору головної події розпочинають побудову моделі. Використовуючи оператори „і” та „або”, виконують набір ситуації, які можуть призвести

до тієї події, яка вибрана як головна. Після визначення відповідних аварійних, травмонебезпечних або катастрофічних ситуацій та їх кількості, визначають інші події, що входять до кожної такої ситуації, логічним аналізом із використанням операторів „і”, „або”. Процес побудови моделі триває поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі.

Повністю побудована модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною.

Ймовірність базових подій визначають за даними виробництва. Для визначення ймовірності ми повинні встановити наскільки (%) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50 або 30%, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю ймовірність становить 1, якщо контроль ідеальний, відповідна ймовірність дорівнює 0.

1. Нехай дві базові події з ймовірностями P_1 і P_2 за допомогою оператора „і” входять у наступну третю подію. Тоді ймовірність виникнення цієї події P_3 можна визначити за формулою

$$P_3 = P_1 \cdot P_2.$$

2. За допомогою оператора „і” три події з ймовірностями P_1 , P_2 і P_3 формують четверту подію P_4 , яку обчислюють

$$P_4 = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3.$$

3. Оператор „і” об’єднує n подій з ймовірностями $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$. Тоді ймовірність вихідної події P буде

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot \dots \cdot P_n.$$

4. Дві базові події з ймовірностями P_1 і P_2 за допомогою оператора „або” входять до третьої події. Тоді ймовірність P_3 буде

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2.$$

5. Оператор „або” об’єднує три базові події з ймовірностями P_1 , P_2 і P_3 , які за допомогою цього оператора входять у наступну подію з ймовірністю P_4 . Тоді ймовірність цієї події можна визначити за формулою

$$P_4 = P_1 + P_2 + P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_1 \cdot P_3 - P_2 \cdot P_3 + P_1 \cdot P_2 \cdot P_3.$$

6. Якщо в оператора „або” входять чотири і більше випадкових базових подій з відомими значеннями ймовірностей, то для спрощення обчислень їх згруповують по дві або по три події і застосовують наведені формули. Після визначення ймовірностей вихідних подій кожної з таких груп, їх знову необхідно згрупувати і провести аналогічні обчислення аж поки не залишиться дві або три події, над якими необхідно провести ті ж операції. Так, поступово обчислюють ймовірність вихідних подій кожного окремого розгалуження, наближаємось до головної події й встановлюємо ймовірність її виникнення.

Значення ймовірності головних подій, що досліджуються, нажаль, не можна порівняти з нормативними значеннями певного ступеня ризику для певної людино-машинної системи, бо таких даних просто не існує. Але значення ймовірностей тієї чи іншої події, обчислені при дослідженні конкретної моделі, дає уяву про високу, середню і незначну небезпеку.

Для проведення обчислень ймовірності травми використаємо логіко-імітаційну модель процесу її формування

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2 = 0,2.$$

$$P_6 = P_4 + P_5 - P_4 \cdot P_5 = 0,2.$$

$$P_7 = P_3 + P_6 - P_3 \cdot P_6 + P_3 \cdot P_6 = 0,32.$$

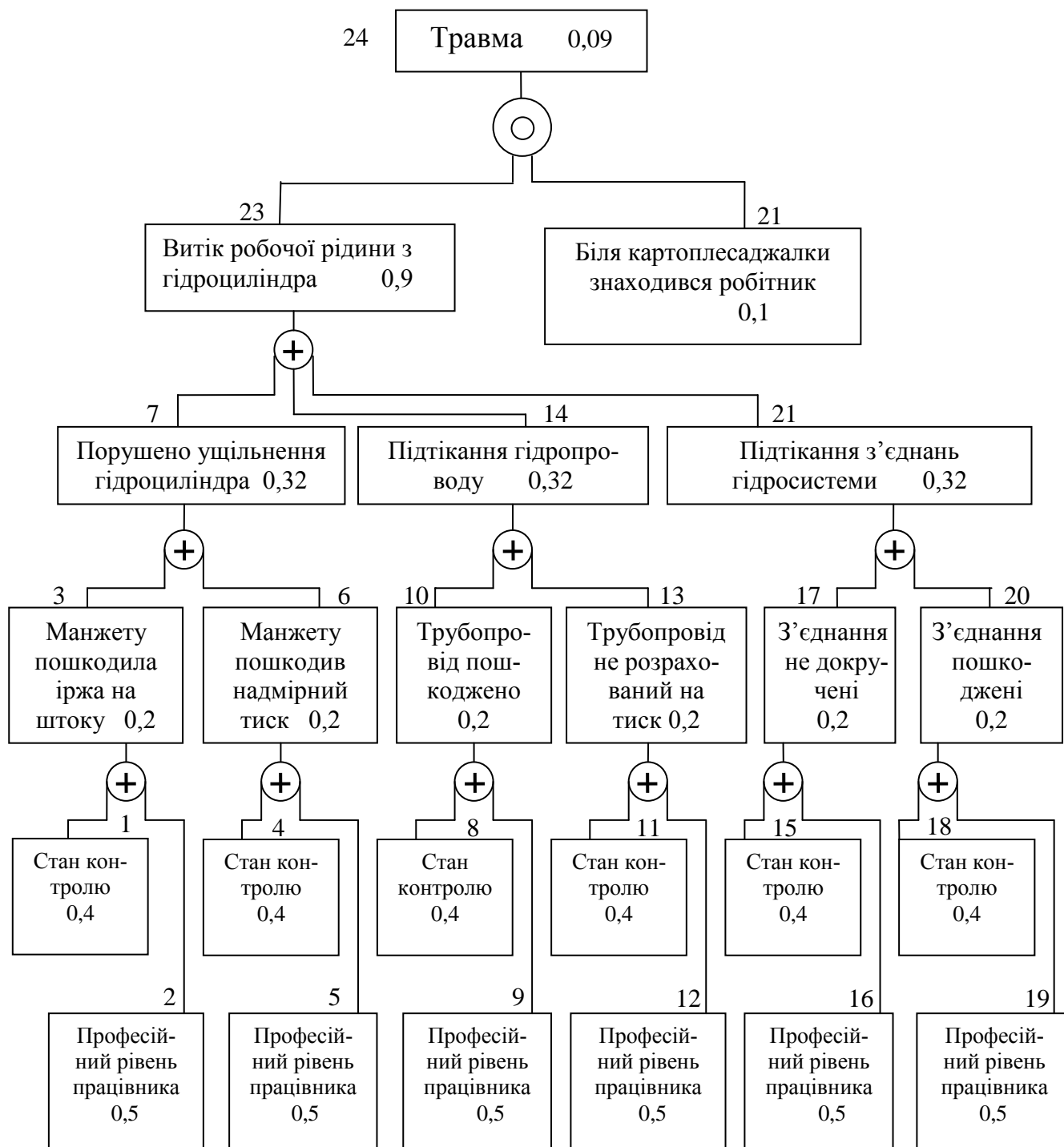
$$P_{10} = P_8 + P_9 - P_8 \cdot P_9 = 0,2.$$

$$P_{13} = P_{11} + P_{12} - P_{11} \cdot P_{12} = 0,2.$$

$$P_{14} = P_{10} + P_{13} - P_{10} \cdot P_{13} + P_{10} \cdot P_{13} = 0,32.$$

$$P_{17} = P_{15} + P_{16} - P_{15} \cdot P_{16} = 0,2.$$

$$P_{20} = P_{18} + P_{19} - P_{18} \cdot P_{19} = 0,2.$$



Оператори:

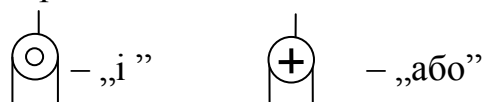


Рисунок 5.1 Схема логіко-імітаційної моделі процесу виникнення травм під час завантаження картоплесаджалки бульбами картоплі:

1, 2, 3 – номери подій; 0,3; 0,4 – ймовірність подій.

$$P_{21} = P_{17} + P_{20} - P_{17} \cdot P_{20} + P_{17} \cdot P_{20} = 0,32.$$

$$P_{23} = P_7 + P_{14} + P_{21} - P_7 \cdot P_{14} \cdot P_{21} = 0,9.$$

$$P_{24} = P_{23} \cdot P_{22} = 0,09.$$

Таким чином, під час завантаження бункера картоплесаджалки бульбами картоплі з використанням роздільно-агрегатної системи енергетичного засобу і системи гідропроводів та гідроциліндрів піднімання (опускання) бункера вимагає дотримання вимог безпеки, через можливе виникнення травм та аварій. Перш за все, проводячи вказану операцію, необхідно слідкувати за діями допоміжного працівника, який повинен знаходитися в зоні видимості механізатора, особливо в момент під'їзду автомобіля і перевантаження картоплі в бункер картоплесаджалки. Використання елементів роздільно-агрегатної гідравлічної системи трактора та картоплесаджалки під час завантаження бункера картоплею за наявності тих недоліків з охорони праці, які відображені у базових подіях на 100 таких місць, можна очікувати 9,0 травм. Якщо зазначені недоліки негайно усунути (підвищити професійний рівень робітників, поліпшити контроль та замінити пошкоджені елементи гідроприводу), то можна побачити на моделі, шляхом повторного розрахунку, що рівень небезпеки буде наближатися до нуля, а рівень безпеки до одиниці.

Слід мати на увазі, що на даному робочому місці можуть бути й інші недоліки, які призведуть до травми з інших причин.

Використання логіко-імітаційних моделей для дослідження аварій і травм та обґрунтування заходів з охорони праці, дають можливість знизити ймовірність виникнення аварійних та травмонебезпечних ситуацій. Якщо необхідно оцінити рівень небезпеки робочого місця, слід уважно вивчити і побудувати логічні моделі можливих небезпечних ситуацій, які враховують усі стани обладнання та самого робочого місця, а також поведінку механізатора і розрахувати ймовірність виникнення можливих травм.

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ З СИСТЕМОЮ ПРОТРУЮВАННЯ БУЛЬБ

Основним критерієм економічної ефективності від покращання технічних і технологічних параметрів машини є економічний ефект [22, 23, 27]. Його визначають як різницю між отриманими показниками використання удосконаленої картоплесаджалки і їх чинними значеннями на даний момент для базової моделі.

Базовий варіант технології садіння картоплі полягає у протруюванні бульб стаціонарним протруювачем ПСК-20 та її садіння картоплесаджалкою КСМ-4. В удосконаленому варіанті протруювання проводиться за допомогою пристосування, змонтованого на картоплесаджалці КСМ-4.

Дослідження економічної ефективності використання картоплесаджалки проводилось на основі методики розрахунку ефективності спеціалізованої сільськогосподарської техніки [15, 27].

Прямі питомі експлуатаційні затрати визначаються за формулою

$$I = Z_n + A + R + \Pi + Z_{зб}, \quad (6.1)$$

де Z_n – сума заробітної плати механізаторів і допоміжних працівників, грн./га;

A – амортизаційні відрахування, грн./га;

R – відрахування на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

Π – вартість паливно-мастильних матеріалів (електроенергії), грн./га;

$Z_{зб}$ – відрахування на зберігання, грн./га.

Відрахування на зарплату визначаються з виразу

$$Z_n = \sum (n_i \tau_i k_i) / W_{зм}, \quad (6.2)$$

де n_i – чисельність i -го виробничого персоналу, чол.;

τ_i – годинна тарифна ставка працівників, грн./год;

k_i – коефіцієнт, що враховує всі види доплат і нарахувань;

$W_{зм}$ – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Амортизаційні відрахування всіх складових агрегату визначаються з виразу:

$$A = \Sigma (B_i a_i / (W_{зм} T_{ф.р.і})), \quad (6.3)$$

де B_i – балансова вартість i -ої складової агрегату та допоміжного обладнання, грн.;

a_i – коефіцієнт відрахувань на реновацію;

$T_{ф.р.і}$ – тривалість фактичного річного використання складових МТА, год.

Відрахування на ремонт і технічне обслуговування визначаються за формулою

$$R = \Sigma (B_i (p_i + \kappa_i) / (W_{зм} T_{н.р.і})), \quad (6.4)$$

де p_i – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування i -ої складової агрегату;

κ_i – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт трактора або складних самохідних машин;

$T_{н.р.і}$ – нормативне річне завантаження i -ої складової агрегату, год.

Вартість паливно-мастильних матеріалів визначається з виразу

$$\Pi = GЦ / W_{зм}, \quad (6.5)$$

де G – витрата паливно-мастильних матеріалів, кг/год;

$Ц$ – комплексна вартість нафтопродуктів, грн./кг.

Витрати на зберігання машин визначаються виходячи із затрат на їх консервацію та підготовку до використання й приймаються в межах 6,5 % від витрат на ремонти і технічне обслуговування, тобто

$$З_{зб} = 0,065 R. \quad (6.6)$$

Капітальні вкладення на одиницю напрацювання становлять:

$$K = \Sigma (B_i / (W_{зм} T_{н.р.і})). \quad (6.7)$$

Затрати праці на виконання виробничого процесу

$$З_{зб} = \Pi_o / W_{зм}, \quad (6.8)$$

де Π_o – чисельність обслуговуючого персоналу, чол.

Зведені затрати знаходяться за формулою:

$$Z = \Pi + E \Sigma (B_i / (W_{зм} T_{н.р.і})), \quad (6.9)$$

де E – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини E_m визначається за формулою:

$$E_m = (Z_{\delta} - Z_n)B_p, \quad (6.10)$$

де Z_{δ} , Z_n – зведені затрати на одиницю напрацювань для базової та модернізованої машини, грн./га.;

B_p – річне напрацювання модернізованої машини, га.

Річну економію (перевитрату) прямих і зведених затрат, робочої сили та капіталовкладень виражають через ступінь зміни C у відсотках:

$$C = 100(Z_{p\delta} - Z_{pn})/Z_{p\delta}, \quad (6.11)$$

де $Z_{p\delta}$, Z_{pn} – річні затрати (праці, капітальних вкладень, прямих та зведених витрат) відповідно для базової та модернізованої машин.

Вихідні дані для проведення досліджень економічних показників вибирались на основі найсприятливіших умов використання запропонованої конструкції картоплесаджалки. Ціна техніки вибиралась на основі рекламної інформації заводів-виготовлювачів станом на 01.09.2024р.; годинні тарифні ставки обслуговуючого персоналу визначались з умови отримання середньої заробітної плати в межах 16000 грн. Виконані розрахунки представлено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1–Економічна ефективність використання агрегатів для протруювання і садіння картоплі за різних технологій протруювання

| Показники | базова технологія | удосконалена технологія |
|-------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| | ПСК-20+КСМ-4 | КСМ-4+система протруювання |
| 1 | 2 | 3 |
| Прямі затрати, грн./га на: | | |
| - оплату праці | 16,98 | 18,65 |
| - електроенергію/ПММ | 900,0 | 1,52 |
| - ТО, поточний і капітальний ремонт | 14,67 | 1,66 |
| - реновацію | 8,33 | 1,38 |
| - інші прямі затрати | 1,95 | 1,40 |
| - всього прямих затрат | 950,93 | 22,23 |

Продовження табл. 6.1

| 1 | 2 | 3 |
|---|--------|---------|
| Капітальні вкладення, грн./га | 66,67 | 16,68 |
| Зведені затрати, грн./га | 950,93 | 20,94 |
| Річний економічний ефект від експлуатації модернізованої машини, грн. | - | 1330,36 |
| Затрати праці, люд. год/га | - | 1,12 |
| Річна економія праці, люд. год | - | 0,28 |
| Зменшення (%): | - | |
| - затрат праці | | 24,98 |
| - прямих затрат | | 94,90 |
| - зведених затрат | | 95,24 |
| - капітальних вкладень | | 14,98 |
| Термін окупності, років | - | 3,56 |

Отримані результати експериментальних досліджень і проведених за формулами (6.1) – (6.11) розрахунків (див. табл. 6.1) свідчать про доцільність використання запропонованої конструкції пристрою для протруювання бульб картоплі під час її садіння картоплесаджалкою. Річний економічний ефект від використання запропонованої технології садіння становить 1330,36 грн.

Завдяки збільшенню змінної продуктивності спостерігається зменшення на одиницю напрацювання: затрат праці – на 24,98%; прямих затрат – на 94,90%; зведених затрат – 95,24%. Термін окупності додаткових капіталовкладень становить 3,56 років.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Найбільшою перспективністю відзначається гребеневий спосіб садіння картоплі, за якого спостерігається доволі висока продуктивність та якість виконання технологічного процесу.
2. Рівномірність і якість розподілу в ґрунті посадкового матеріалу під час механізованого садіння залежить від адаптації робочих органів картоплесаджалок до ґрунтово-кліматичних умов, стану й структури ґрунту, мікрорельєфу місцевості та самих бульб картоплі.
3. Одним із способів підвищення ефективності роботи картоплесаджалок є обладнання їх пристроями, котрі б одночасно із садінням бульб здійснювали їх протруєння.
4. На основі теоретичних досліджень встановлено, що на ефективність протруєння картоплі під час її садіння впливовими є кут нахилу лотка сошника, його довжина, крок садіння картоплі та параметри факелу розпилення робочої рідини.
5. Аналітичними дослідженнями встановлено, що для кроків садіння картоплі в межах 0,18-0,22м оптимальною є довжина похилого лотка сошника в межах 0,25-0,35м, а для якісного нанесення протруйника інжекторним розпилювачем з діаметром вихідного отвору 1,2мм на поверхню бульб, кут нахилу лотка має змінюватися в межах 20-30град.
6. Розв'язком рівнянь (2.24) та (2.25) можна визначити оптимальні параметри роботи картоплесаджалки, обладнаної пристроєм для обробки бульб протруйниками під час їх садіння.
7. Експериментальними дослідженнями встановлено, що зміна швидкості переміщення бульб картоплі похилим лотком не залежить від кута його встановлення та довжини самого лотка; разом з цим, за більшої довжини лотка швидкість переміщення бульб його поверхнею збільшується.
8. Експериментами встановлено, що мінімальне значення швидкості переміщення бульб картоплі спостерігається під час взаємодії з лотком, нахил

якого становить 10град; так, для цього кута і довжини лотка 0,25м й кроку садіння 0,18м мінімальне значення швидкості V_3 становить 3,47м/с, а для довжини лотка 0,35м й кроку садіння 0,22м – $V_3=4,08$ м/с.

9. Як показали експериментальні дослідження найвищою є якість протруювання бульб картоплі під час їх переміщення похили лотком з мінімальною швидкістю V_3 , яка спостерігається для кута нахилу лотка сошника 10град. і його довжини 0,25м; при цьому крок садіння бульб картоплі у рядку буде мінімальним – 0,18м, якщо бульби будуть однакового розміру й форми, що не впливатиме на момент потрапляння їх у борозенку.
10. Річний економічний ефект від використання запропонованої технології садіння становить 1330,36 грн. Завдяки збільшенню змінної продуктивності спостерігається зменшення на одиницю напрацювання: затрат праці – на 24,98%; прямих затрат – на 94,90%; зведених затрат – 95,24%. Термін окупності додаткових капіталовкладень становить 3,56 років.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Василенко П.М. Основи аналітичних методів землеробської механіки. Київ.: Видавництво НАУ, 1998. 29 с.
2. Бужанська М.В. Безпека життєдіяльності та охорона праці: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2022. 280 с.
3. Вітенко В.А. Картопля. Київ: Урожай, 1990. 123 с.
4. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Агроосвіта, 2015. 679 с.
5. Войтюк Д.Г., В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / за ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
6. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. Київ. Вища освіта, 2004. 544 с.
7. Думич В. Аналіз конструкцій машин для садіння картоплі. *Техніка і технології АПК*. №12. 2012. С. 10-13.
8. Думич В., Залужний В. Підвищення якості садіння картоплі прогресивними робочими органами картоплесаджалок. *Вісник ЛНАУ: Агроінже нерні дослідження*. №13. Т. 2. Львів, 2009. – С. 86-89.
9. Деревянко Д.А., Малиновський А.С., Тіщенко Л.М., Спірін А.М., Герук С.М. Безпека праці механізаторів сільськогосподарських підприємств: навч. посіб. Житомир., 2011. 458 с.
10. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум з охорони праці: навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 352 с.
11. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин (у трьох томах). Харків: ОКО, 2001 (4).
12. Картоплесаджалка GRIMME GL 34 K. URL: <http://agrarada.com.ua/kartoplesadzhalka-grimme-gl-34-k>. (дата звернення 07.11.2024).
13. Картоплесаджалка Л-202. URL: <https://agropro.biz/product/kartoplesadzhalka-l-202>. (дата звернення 07.11.2024)

14. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф. та ін. Основи охорони праці. Київ. Основа, 2000. 416 с.
15. Павловський В.М., Нагірний Ю.П., Мельник І.І. Проектування технологічних систем рослинництва. Навчальний посібник. Тернопіль. «Збруч», 2003. 256с.
16. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. -2-ге вид., стереотип. Київ. Техніка, 2004. 512 с: іл.
17. Пістун І.П., Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П. Охорона праці (гігієна та виробнича санітарія). Львів: Тріада плюс, 2015. 224 с.
18. Рибарук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини: Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. Львів: ЛДАУ. 1998. 264 с.
19. Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т1. Київ. Агроосвіта, 2012. 584 с.; іл.
20. Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т2. Київ. Агроосвіта, 2012. 432 с.; іл.
21. Семен Я.В., Ріпка І.І., Гурський К.В. Пристрій до картоплесаджалки для протруювання картоплі. *6-а міжнародна науково-практична конференція "Основни проблеми на съвременната наука". Том 21. Селско стопанство. Химия и химические технологии. Екология. География и геология.* Софія. „Бял ГРАД-БД” ООД. 2010. С. 3-6.
22. Сидорчук О.В. Інженерний менеджмент в АПК. Львів: Львів. держ. агр. ун-т, 2005. 87с.
23. Сосновська О.О., Ярошенко П.П., Іванюта М.В. Техніко-економічне обґрунтування господарських рішень у рослинництві. Навчальний посібник. Київ. Центр навчальної літератури. 2006. 384 с.
24. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навчальний посібник. Київ: НМК ВО, 1992. 320с.
25. Царенко О.М. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських

матеріалів: навч. посібник. К.: Аграрна освіта, 2000.

26. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів: навч. посіб. / В.І. Шваб'юк. –К.: Знання, 2009 –380 с.
27. Шевчук Р.С., Крупич О.М. Економічна оцінка спеціалізованої сільськогосподарської техніки. Метод. Рекомендації. Львів. ДАУ. Львів, 1994. 24 с.