

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

НУБІП України

УДК 631.356:413

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко-технологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
Сільськогосподарських машин
та системотехніки
ім. акад. П.М. Василенка

НУБІП України

_____ В. Братішко
(підпис)

_____ Гуменюк Ю.О.
(підпис) (ПБ)

“ ” 2023 р. “ ” 2023 р.

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Обґрунтування процесу збирання цукрових буряків з
дослідженням дообрізка гнучки коренелодів»

НУБІП України

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

НУБІП України

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, професор

В.В. Братішко

НУБІП України

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:

Д. с. - г. н., професор

Теслюк В.В.

НУБІП України

Виконав

Должок В.М.

НУБІП України

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

УДК 631.356:413

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
Сільськогосподарських машин та
системотехніки

ім акад. П.М. Василенка

к.т.н., доцент _____ Гуменюк Ю.О.

“ ____ ” _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Долук Володимиру Миколайовичу

Спеціальність 208 «Агроінженерія»
Освітня програма: «Агроінженерія»
Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Обґрунтування процесу збирання цукрових буряків з дослідженням дообрізчика гички коренеплодів»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022 р. № 1943 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 1 листопада 2023 р.

Вихідні дані до магістерської роботи: Виробнича діяльність базового підприємства, технологічна та технічна документації, стан механізованих процесів виробництва і збирання коренеплодів, результати досліджень, наукова і довідникова література.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Стан питання, мета та задачі досліджень.
2. Теоретичне обґрунтування параметрів робочого органу.
3. Методика проведення експериментальних досліджень.
4. Результати експериментальних досліджень.
5. Економічне обґрунтування.

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2023 р.

Керівник магістерської роботи

Теслюк В.В.

Завдання прийняв до виконання

Долук В.М.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Магістерська робота на тему: “Обґрунтування процесу збирання цукрових буряків з дослідженням дообрізчика гички коренеплодів”

Магістерська робота складається із вступу, 5 розділів розрахунково-пояснювальної записки, висновків, списку використаних джерел з 41 назви і 13 листів презентаційного матеріалу. Основний зміст магістерської роботи викладений на 81 сторінці машинописного тексту, містить 22 рисунки і 5 таблиць.

Магістерська робота присвячена вдосконаленню технологічного процесу видалення залишків гички з головок коренеплодів.

У першому розділі наведено аналіз технологічних процесів і робочих органів для видалення залишків гички з головок коренеплодів і наведено обґрунтування вибору робочого органу.

У другому розділі обґрунтовано основні параметри дообрізчика на основі теоретичного аналізу динамічного процесу взаємодії ножа та копіра дообрізчика з коренеплодами.

У третьому розділі наведено методику проведення експериментальних досліджень та їх результати.

У четвертому наведено розрахунки економічної ефективності розробки.

Використання розробленого дообрізчика залишків гички на головках коренеплодів дозволить знизити затрати праці за рахунок підвищення ступеня дообрізки залишків гички.

Одержані результати можуть бути використані спеціалістами СКБ для подальшого удосконалення коренезбиральних машин.

Ключові слова: Гичка коренеплодів, рядок, пасивний ніж, головка коренеплоду, коренеплоди, пошкодження, технологічний процес, копір, ефективність.

НУБІП України

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ, МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ	9
1.1. Машина для збирання цукрових буряків	9
1.2. Аналіз роботи бурякозбиральної машини КБС-6	20
1.3. Огляд гичковидальючих пристроїв	24
1.4. Постановка питання, мета та задачі досліджень	35
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ	38
2.1. Дослідження сили різання коренеплодів пасивним ножом дообрізчика... ..	39
2.2. Дослідження умови невивалювання коренеплодів копиром дообрізчика	50
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	57
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	61
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	66
5.1. Розрахунок показників економічної ефективності	66
5.2. Розрахунок річного економічного ефекту	73
ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75

НУБІП України

НУБІП України

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКРОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

НУБІП України

ДСТУ - Державний стандарт України

ТУ У - технічні умови (нормативний документ України)

ВВП - вал відбору потужності.

ККД - коефіцієнт корисної дії.

ПФЕ - повний факторний експеримент.

ДФЕ - дробовий факторний експеримент.

САПР - системи автоматизованого проектування.

НУБІП України

ЄСКД - єдина система конструкторської документації.

БМ-6А, МГР-6 - гнчкозбиральна машина

РКК-6-02, РКМ-6-05, КВ-6, КС-6Б, КС-6Б-10 - самохідна коренезбиральна

машина

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

У наш час істотно змінилися механіко-технологічні принципи і технічні рішення, що застосовуються при конструюванні бурякозбиральних машин. У результаті істотно підвищилася якість виконання технологічного процесу, зросла продуктивність праці на збиральних роботах.

Разом з тим досягнутий рівень агротехнічних (повнота збору врожаю – 92...98 %, прийнятне обрізання коріння – 85–96 %, забрудненість вороку гичкою – 2...8 %, землю – 5...30 %) і техніко-експлуатаційних показників (продуктивність, надійність технологічного процесу, енергоємність збирального комплексу тощо) бурякозбиральних машин не в повній мірі відповідає вимогам корінного підвищення продуктивності праці, повного виключення ручних робіт на доведенні зібраного врожаю до встановлених кондицій, скорочення термінів збирання і втрат при зберіганні і переробці сировини.

Особливо великі труднощі виникають при зміщенні термінів збирання буряка, тоді через підвищення вологості ґрунту знижується технологічна і технічна надійність збиральних машин, зменшується їх продуктивність. У посушливі роки різко зростають втрати коренеплодів внаслідок їх обриву в ґрунті, гіршає очищення гички буряків від грудок землі.

Оскільки ефективність бурякозбиральних машин зумовлюється сукупністю ряду агротехнічних, техніко-експлуатаційних і економічних показників, то для знаходження оптимальних параметрів машин за екстремальними значеннями цих показників необхідно здійснити синтез машин і їх комплексів, тобто виконати такі розрахунки, які дозволять врахувати об'єктивні взаємозв'язки між прийнятими механіко-технологічними принципами збору врожаю, технічними рішеннями, що застосовуються, факторами зовнішнього середовища і існуючими критеріями ефективності.

Велика різноманітність конструктивних та компоувальних схем гичковидальючих механізмів бурякозбиральних машин, від гичкозрізувальних апаратів до очисників головок коренеплодів, зв'язана як з технологіями збирання

так і з технологічними вимогами до якості гички і коренеплодів після збирання. Зважаючи на це, вибір перспективних компоновальних схем та розробка нових конструкцій гичковидальючих механізмів, як і бурякозбиральної техніки взагалі, повинні, базуючись на світовому досвіді, враховувати особливості вітчизняних агротехнічних, техніко-економічних, екологічних та інших виробничих вимог.

Для виконання магістерської роботи за базову конструкцію взятий бункерний комбайн КБС-6, який в подальшому буде вдосконалюватися.

Мета дослідження:

- підвищення технологічної ефективності збирання коренеплодів шляхом розробки та обґрунтування параметрів пасивного дообрізчика залишків гички.

Задані дослідження:

1. На основі аналізу роботи дообрізчиків гички на корені розробити конструктивно-технологічну схему удосконаленого робочого органу.

2. Визначити основні конструктивно-кінематичні параметри робочого органу на основі аналізу силової взаємодії ножа та копіра з коренеплодами.

3. Експериментально визначити пошкодження коренеплодів залежно від їх швидкості ударної взаємодії з різними поверхнями.

4. Визначити економічну ефективність використання робочого органу.

Об'єкт дослідження:

- технологічний процес дообрізування залишків гички, робочі органи дообрізчика, цукрові буряки.

Предмет дослідження:

- конструктивно-кінематичні параметри копача, пошкодження коренеплодів.

РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ, МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

НУБІП України

1.1 Машини для збирання цукрових буряків

Враховуючи особливості транспортування коренеплодів цукрових буряків на бурякоприймальні пункти цукрових заводів, використовують три найпоширеніші способи збирання: потоковий, перевалковий та потоково-перевалковий.

При поточковому способі збирання коренеплоди від бурякозбиральних машин доставляють безпосередньо на бурякоприймальні пункти.

При перевалковому способі коренеплоди від бурякозбиральних машин доставляють у польові кагати для тимчасового зберігання та дальшого доочищення з навантаженням буряконавантажувачами в транспортні засоби для перевезення на бурякоприймальні пункти.

При потоково-перевалковому способі збирання поєднують поточковий та перевалковий способи. Залежно від обраного способу збирання цукрових буряків і конструкції бурякозбиральних машин можна здійснювати одно-, дво- і трифазне збирання.

Однофазне збирання цукрових буряків здійснюють прямим комбайнуванням однією машиною - бурякозбиральним комбайном. Бурякозбиральні комбайни за кількістю одночасно зібраних рядків поділяють на 1-, 2-, 3- та 6-рядні. За наявністю бункера їх поділяють на бункерні й безбункерні. За способом агрегування з енергетичним засобом бурякозбиральні комбайни поділяють на самохідні, монтовані, навісні та причіпні.

Самохідний бурякозбиральний комбайн - це спеціальний або універсальний енергетичний засіб, на якому встановлено, змонтовано, напівнавішено, навішено, причеплено виконавчі механізми, які за один прохід машини по полю здійснюють усі технологічні операції зі збирання гички та коренеплодів цукрових буряків (рис. 1.1.)

НУБІП України

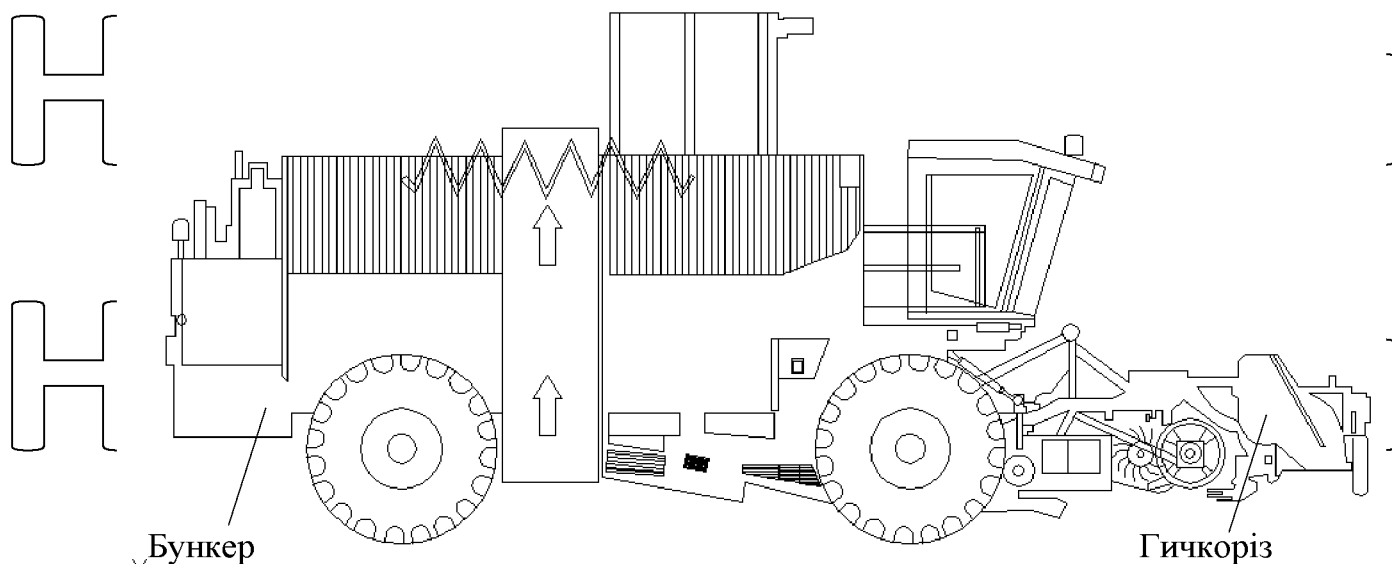


Рис. 1.1. Компонувальна схема самохідного комбайна

Гичкорізи бурякозбиральних комбайнів можуть обладнуватися різними апаратами копінного, роторного, турбоітного, шабельного, шнекового та

стрічкового типів. У конструкціях бурякозбиральних комбайнів найбільшого

поширення набули різальні апарати роторного типу. Такий апарат - це вал

(порожниста труба), на якому шарнірно прикріплено Г-подібні ножі. На цьому ж

валу можуть бути закріплені щітки та била для доочищення головок

коренеплодів. Гичку цукрових буряків використовують як корм для тварин або

органічне добриво. Залежно від використання гички, гичкозбиральні модулі

комбайнів мають різні конструктивні особливості. У разі використання гички на

корм бурякозбиральні комбайни обладнують стрічковими або прутковими

навантажувальними транспортерами. Нині здебільшого використовують стріч-

кові транспортери. Вони менш металомісткі та енергоємні, ніж пруткові. У разі

використання гички як органічного добрива її розкидають по полю.

Для цього використовують різні конструкції розкидачів. У разі розки-

дання гички по полю у вологих умовах роботи або під час атмосферних опадів

зафіксовано ускладнення руху автотранспорту, який відвозить коренеплоди. У

вітряну погоду під час розкидання гички її соки забруднюють лобове скло

автотранспорту. За таких умов роботи практикують відмикання розкидача і

гичку укладають у валок. Без дальшого перерозподілу гички з валків по всій

зібраній площі поживні речовини в ґрунті розподіляються неоднаково. Це впливає на рівномірність розвитку та продуктивність нової культури в сівозміні. Крім того, під час розкидання гички по полю на забур'яненних ділянках бур'ян штучно розсівається. Для найефективнішого використання гички цукрових буряків її слід збирати на корм або переробляти на органічні добрива в спеціальних місцях (гноссховищах).

Для поліпшення очищення головок коренеплодів від решток гички в конструкціях гичкозбиральних агрегатів використовують пасивні та активні дообрізувачі. Найчастіше використовують пасивні дообрізувачі з фіксованою або автоматичною системою регулювання висоти дообрізування.

Бурякозбиральні комбайни оснащують пасивними або активними викопувальними робочими органами. Пасивні викопувальні органи - це такі знаряддя та пристосування, які в динаміці стало виконують технологічний процес і не потребують приводу. До пасивних робочих органів належать: безприводні дискові, полозково-дискові, лемішні та полозково-ножеві копачі. Активні викопувальні органи - це такі знаряддя та пристосування, які в динаміці стало виконують технологічний процес і мають примусовий привод. До активних робочих органів належать: бральні, приводні дискові, ротаційно-вилчасті, лемішно-коливальні копачі.

Очисні робочі органи, які в бурякозбиральних комбайнах встановлюють безпосередньо за копачами, за конструкцією поділяються на турбінні, кулачково-бітерні, вальце-шнекові та прутково-транспортні. Кулачково-бітерні, вальце-шнекові та прутково-транспортні типи очисників можуть між собою поєднуватися в різні конструкційні комбінації. Для додаткового очищення коренеплодів від землі та рослинних решток під час їх транспортування у бункер або технологічний транспорт у конструкціях бурякозбиральних комбайнів здебільшого використовують пруткові транспортери. Як тягові ланки використовують ребристі гумові стрічки або роликотранспортери.

Загальні компоновальні схеми самохідних бурякозбиральних комбайнів відпрацьовані у двох типових варіантах: із заднім і переднім розміщенням двигуна і відповідним зміщенням бункера. Заднє розміщення

двигуна характерне для неуніверсальних, суто збиральних машин, а передне - для універсальних шарнірно-блочних, що будуються за модульним принципом і мають можливість ширше використовувати енергомодуль.

Усі комбайни оснащені бункерами для нагромадження зібраних коренеплодів. Місткість бункерів від 4,0 до 40,0 м³. Бункери невеликої місткості (до 4,5 м³) розміщено ззаду комбайнів, середньої (12,5...25,0 м³) та великої (40 м³) - між переднім і заднім мостами. Комбайни з великою місткістю бункерів оснащені трьома мостами. Завдяки оснащенню бункерів високопродуктивними вивантажувальними транспортерами, досягається швидке вивантаження коренеплодів навіть із бункерів великої місткості. Тривалість вивантаження бункера складає не більше 1 хв.

Більшість самохідних комбайнів 6-рядні, але є й 3-рядні. Маса 6-рядних самохідних комбайнів становить 15100...25200 кг, 3-рядних – 9500...12900 кг.

Потужність двигунів, установлених на 6-рядних самохідних комбайнах становить 200...480 к.с., на трирядних – 180...260 к.с.

Для полегшення обслуговування самохідні комбайни оснащені автоматизованими системами водіння по рядках і регулювання глибини ходу викопувальних органів, системами автоматичного контролю технологічних і технічних параметрів, системами централізованого автоматичного змашування всіх вузлів, бортовими комп'ютерами, зручними постами керування, комфортабельними кабінами з кондиціонерами та опаленням, потужним електроосвітленням.

Деякі моделі комбайнів передбачають можливість бічного зміщення мостів для запобігання проходженню коліс по одному сліду та зменшення ущільнення ґрунту. Передбачено також можливість поворотів передніх і задніх коліс у різні боки (для зменшення радіуса повороту) та в один бік (для забезпечення бічного зміщення всієї машини - система "крабового" ходу). Застосовуються також повороти задніх коліс під певним кутом до напрямку руху та їх автоматична

фіксація в повернутому положенні - для запобігання знесенню машини під час роботи на поперечних схилах. Завдяки фронтальному розміщенню гнучкозбирального й викопувального модулів, що автоматично спрямовуються по рядках,



KLEINE SF-10



Bangelli



Holmer Terra Dos



GRIMME Maxtron 620



Vervaet Bee Eater



GRIMME Maxtron 620



Ropa Euro-Tiger



Agrifac WKM Hexa 12

Рис. 1.2. Зарубіжні самохідні бурякозбиральні комбайни

і спеціальних технологічних люфтів активних демішино-копиральних копачів ($\pm 20 \dots 30$ мм), створюються умови для спрощення й поліпшення виконання

технологічного процесу в цілому. Велика протяжність очисного тракту (10...12 м) із зміною напрямків руху та створенням турбінними очисниками значних інерційних зусиль забезпечують належне очищення коренеплодів від землі, рослинних решток і навіть часткове обминання необрізаної гички у технологічному потоці. Наявність бункерів місткістю 12,5...25 м³ дає змогу формувати

великі польові кагати на одному кінці поля. Із збільшенням місткості бункера до 40 м³ коефіцієнт робочих ходів і продуктивність комбайна зростають на 15...20 %.

Завдяки оснащенню комбайнів із великою місткістю бункерів тримостовими ходовими системами з гідростатичним приводом та широкопрофільними шинами (завширшки близько 1,1 м), машини восени мають високу прохідність, а активні лемішно-коливальні копачі, потужні шнекові та турбінні очисники працюють і у вологих умовах, і на важких суглинках. Поширення самохідних потужних 6-рядних бункерних комбайнів сприяє їх висока

технологічна й технічна готовність працювати навіть за несприятливих пізньоосінніх перезволожений умов, а також бажання вилучити з роботи дорогий технологічний транспорт і мати на збиранні цукрових буряків лиш одного машиніста. Самохідні бурякозбиральні комбайни (рис. 1.2, 1.3) виробляють

фірми: Franz Kleine, Holmer, Stoll, ROPA (Німеччина), Matrot, Moreau (Франція), TIM (Данія), AGRIFAC, RECAM, VREDO (Нідерланди), P. Varigelli&C, Italo

svizzera (Італія) та інші. В Україні найвідоміші такі самохідні бурякозбиральні комбайни: SF-10 фірми Franz Kleine (Німеччина), M-41MH фірми Matrot (Франція), GR-4000, LECTRA-4005 фірми Moreau (Франція), R26.45K та

R26.50K фірми ROPA (Німеччина), KRBS фірми Holmer (Німеччина), SR-1800 і SR-2500 фірми TIM (Данія).

Зарубіжні бурякозбиральні комбайни дорогі, їх використання ефективніше в господарствах з високою урожайністю (понад 50 т/га) та великою площею посіву (сезонний наробіток на комбайн має бути 600...800 га). Україні, яка вирощує

цукрові буряки на площі 800 тисяч гектарів, доцільно виробляти власний самохідний бурякозбиральний комбайн, який би відповідав таким вимогам. Бурякозбиральні комбайни призначено для збирання гички чи розкидання її по

полю та збирання коренеплодів із одночасним навантаженням у транспортний засіб або для нагромадження їх у бункері з подальшим перевантаженням у транспортний засіб.

Бурякозбиральні комбайни обов'язково оснащують автоматичною системою керування напрямком руху машини міжряддями, системою автоматичного контролю за технологічним процесом робочих органів, обліком часу роботи, зібраної площі та за іншою інформацією із її збереженням і можливістю перенесення в комп'ютерну мережу.

Робоча швидкість бурякозбиральних комбайнів має бути не меншою за 6,0 км/год., транспортна - близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу не менше 0,54 га для 2-рядних, не менше 0,81 - для 3-рядних і не менше 1,62 - для 6-рядних комбайнів. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу не менше 0,98, коефіцієнт використання змінного часу не менше 0,75.

Бурякозбиральні комбайни повинні забезпечувати 98,5 % збору коренеплодів. У купі зібраних коренеплодів домішок має бути не більше 8,0 %, у тому числі рослинних решток не більше 20 %. Пошкоджених коренеплодів може бути не більше 10,0 %, у тому числі сильнопошкоджених не більше 5,0 %.

Питомі витрати палива мають становити для 2-рядних не більше 24,0 кг/га, для 3- та 6-рядних не більше 30,0 кг/га. Напрацювання на відмову має бути не менше 50 годин основного часу, коефіцієнт готовності за оперативним часом не менше 0,95. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов не більше 0,08 люд•год/год. Середньозмінний оперативний час технічного обслуговування (ТО) не більше 0,40 год. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО не більше 0,09 люд•год/год. Питома конструкційна маса на виконанні технологічної операції для 2-рядних комбайнів не більше 4400 кг/м, для 3-рядних не більше 5100 і для 6-рядних не більше 6500 кг/м. Питома матеріаломісткість для 2-рядних не більше 9700 кг/га, для 3-рядних не більше 11000 і для 6-рядних не більше 14400 кг/га. Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки не більше 0,10 люд•год. Дорожній просвіт не менше 300 мм. Бурякозбиральні комбайни повинні

відповідати вимогам ДСТУ 2189-93: "Машини сільськогосподарські навісні та причіпні"

В Україні для основної зони бурякозбирання промисловістю випускається комплекс шестирядних машин роздільного збирання, який складається з причіпної гичкозбиральної машини БМ-6А, МГР-6-(0,1-0,4) (рис. 1.3) і



а)



б)



в)



г)



д)

Рис. 1.3. Бурякозбиральні самохідні машини вітчизняного виробництва:

а, б - універсальні самохідні коренезбиральні машини МКК-6-02 та РКМ-6-05 виробництва КВП "Дніпропетровський комбайновий завод";

в, г, д - шестирядні самохідні коренезбиральні машини КБ-6, КС-6Б, КС-6Б-10 виробництва ВАТ "Тернопільський комбайновий завод"

самохідних коренезбиральних машин РКК-6-02, РКМ-6-05, КБ-6, КС-6Б, КС-6Б-10 чи їх модифікації.

Монтований бурякозбиральний комбайн - це універсальний енергетичний засіб (самохідне шасі), на якому модульно монтують гичкозбиральний та коренезбиральний агрегати, бункер (за його наявності), навантажувальний транспортер та інші пристосування й вузли. Монтовані бурякозбиральні комбайни оснащують такими самими типами робочих органів, як і самохідні.

Усі причіпні бурякозбиральні комбайни мають міцну бензову раму, на якій монтують гичкозбиральний і коренезбиральний модулі з механічними або гідравлічними системами приводів, бункер, встановлюють автономну гідросистему, систему автоматичного керування рухом рядками. Причіпні бурякозбиральні комбайни оснащують бункерами-нагромаджувачами різної місткості. Однорядні комбайни агрегують із енергозасобами, які мають двигуни потужністю 30...55 к.с., а 2- і 3-рядні із енергозасобами на 75...120 к.с.

Ширина міжрядь пуркових буряків, на яку розраховано комбайни становить 45 і 60 см. В окремих комбайнах передбачено можливість зміни ширини міжрядь у межах від 40 до 70 см. Маса комбайнів залежить від конструкції та ширини захвату. Для 1-рядних комбайнів вона становить 2400...2800 кг, 2-рядних - 3600...6300, 3-рядних - 5400...7020 кг.

Усі комбайни розраховано на автоматичне розкидання гички по полю, але окремі їх моделі передбачають оснащення транспортерами або пристроями для навантаження гички в транспортні засоби. Зрізання гички причіпними комбайнами здійснюється в дві фази. Перша фаза - зрізання гички на рівні найвище розміщених головок коренеплодів з одночасним її подрібненням і розкиданням по полю (або навантаженням у кузов транспортного засобу, що рухається поряд). Друга фаза - дообрізування головок коренеплодів. Першу фазу зрізання гички здійснюють роторні гичкорізи з горизонтальним валом і шарнірно підвішеними до нього ножами, другу фазу - дообрізувачі з пасивними гребінчастими копірами та пасивними ножами.

Для викопування коренеплодів використовують демпфуючі-коливальні

копачі, пасивні копачі “полоз-сферичний диск”, пасивні дискові копачі. На комбайнах, які оснащено дисковими копачами, застосовують диски системи “Опель”, що обертаються завдяки зчіплюванню з ґрунтом. Для цього на дисках є спеціальні ґрунтозачіпи.

Для очищення викопаних коренеплодів від землі та рослинних решток застосовують пруткові турбіни з бічними решітками. Транспортери пруткові, виготовлені на основі прогумованих пасів. Усі комбайни обладнані автоматичними системами проходження по рядках та регулювання глибини ходу копачів. Для полегшення обслуговування комбайнів застосовують електрогідравлічні системи керування. Щоб запобігти бічному зношенню під час роботи на полях із поперечними схилами, комбайни оснащують дисковими ножами-стабілізаторами та системами керування ходовими колесами. У ходових системах причіпних бурякозбиральних комбайнів застосовують колеса із широкопрофільними шинами для зменшення ущільнення ґрунту.

Більшість комбайнів оснащено автономними гідросистемами для приводу робочих органів та для керування технологічним процесом. Найбільшого сучасного поширення набули 2- та 3-рядні причіпні бурякозбиральні комбайни фірм Franz Kleine, Stoll (Німеччина) та TIM (Данія). Це 2-рядні KR2 (Franz Kleine), V202 (Stoll), RATIONAL (Becker), MISA/TE120 (AIM) та 3-рядкові V300 (Stoll), RATIONAL (Becker), MISA/TE120 (TIM). Україна на КВП “ДКЗ” (Дніпропетровськ) серійно виробляє бурякозбиральний комбайн КСП-2. Причіпні бурякозбиральні комбайни в 60-ті роки виробляли у колишній Чехословаччині - ЗVСХ (“АГРОСТРОЙ”, ЙЧИН), у ФРН - Automatic 3001/5002/5003/5500 (Franz Kleine), в Данії - KRB/S2RE, KRB/S301RE (TIM). Вимоги до якості виконання технологічного процесу монтованими та причіпними бурякозбиральними комбайнами аналогічні до самохідних.

Двофазне збирання цукрових буряків здійснюють дві окремі машини: гичкозбиральна та коренезбиральна (рис. 1.4).



Рис. 1.4 Двофазова технологія збирання цукрових буряків

Показники якості виконання технологічного процесу не повною мірою відповідають чинним вимогам НТД. Нині настала потреба мати в парку гичкозбиральних машин високопродуктивні, прості, маломатеріаломісткі та малоенергоємні гичкозбиральні й гичкозрізувальні машини, які б відповідали таким вимогам.

Гичкозбиральні машини призначено для зрізання гички з коренеплодів, доочищення головок від незрізаних решток із одночасним навантаженням їх у транспортні засоби. Гичкозрізувальні машини призначено для зрізання гички з коренеплодів, доочищення головок від незрізаних залишків, видалення гички та рослинних решток із зони рядків із дальшим розкиданням її на вільне від буряків поле.

Гичкозбиральні машини обладнують автоматичним регулюванням керування напрямком руху вздовж рядків. Гичкозбиральні та гичкозрізувальні машини можуть бути обладнані системою автоматичного контролю за виконанням технологічного процесу робочими органами, для обліку часу роботи та зібраної площі, іншої інформації з її збереженням і можливістю перенесення в комп'ютерну мережу. Робоча швидкість машин має бути не менше 6,0 км/год, а транспортна близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу не

менше 1,62 га. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу не менше 0,98, а коефіцієнт використання змінного часу не менше 0,80. Коренеплодів із нормальним зрізом має бути не менше 85%, а коренеплодів із низьким зрізом не більше 5 %. Коренеплодів із гладкою поверхнею зрізу - 90%.

Загальні втрати гички не більше 10 %, у тому числі вільною не більше 5 %. У купі має бути не менше 95 % гички, ґрунту допускається не більше 0,2 %. Кількість необрізаної гички на коренеплодах не більше 1,5 %. Вибитих із рядків коренеплодів не більше 0,1%.

Питома витрата палива не більше 9,0 кг/га для гичкозбиральних і, відповідно, 7,0 кг/га для гичкозрізувальних машин. Наробіток на відмову має становити не менше 50 год. для гичкозбиральних і не менше 60 год. для гичкозрізувальних машин. Коефіцієнт готовності за оперативним часом повинен бути не менше 0,96. Питома конструкційна маса на виконанні технологічної операції не більше 1020 кг/м і не більше 400 кг/м, відповідно. Питома матеріаломісткість не більше 2100 і 830 кг/га/год., відповідно. Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки не більше 0,10 люд.год. Дорожній просвіт не менше 300 мм. Гичкозбиральні та гичкозрізувальні машини повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189-93, мати автоматичну систему навігування на енергетичний засіб, простоту заміни робочих органів, щоб їх міг обслуговувати один тракторист. Витрати праці повинні бути не більшими 0,77 люд.год./га за нормативного річного завантаження 160 год. Термін експлуатації - 8 років.

1.2 Аналіз роботи бурякозбиральної машини КБС-6

Суттєві відмінності фізико-механічних властивостей ґрунтів, розмірно-масових характеристик коренеплодів, технологій їх збирання і переробки призвели до застосування різноманітних конструкцій робочих органів бурякозбиральних машин. Бурякозбиральний комбайн КБС-6 забезпечує ряд складних технологічних операцій: зрізання гички, доочищення головок

коренеплодів від її залишків, викопування, очищення коренеплодів від ґрунту, транспортування і завантаження їх у транспортні засоби.

Застосування способу збирання і відповідних компоновальних схем машин в основному залежить від площ посівів, а також ґрунтового кліматичних умов.

Найбільш широке застосування знайшли дві технології: пряме комбайнування (однофазний спосіб) і роздільний спосіб.

У розвинутих країнах Європи, де цукрові буряки культивуються у значному обсязі, для реалізації першої технології широко застосовуються

шестирядні самохідні бункерні комбайни. За один прохід вони виконують усі

технологічні операції від видалення гички до завантаження коренеплодів. У порівнянні з іншими способами збирання скорочується число проходів енерго-

технологічних засобів, економиться 30...40 % палива, зменшується ущільнення

ґрунту ходовими системами і в 3...4 рази знижуються затрати праці

механізаторів за одиницю виробленої продукції.

Комбайн бункерний самохідний КБС-6 (рис. 15) спроектований для забезпечення однофазної технології збирання буряків. КБС-6 складається з шасі

з об'ємним гідроприводом на ходову частину, гичкозрізувального апарату,

підбирача коренів, автомата водіння, системи автоматичної сигналізації.

Шасі коренезбиральних машин складається з несучої рами, яка опирається на мости ведучих і керованих коліс, силового агрегату, площадки водія з кабіною, а також електричною і гідравлічною системами.

Підбирач коренів складається з викопуючого пристрою, поздовжнього транспортера, кільцевого транспортера, бункера і вивантажувального транспортера.

Вузли підбирача коренів змонтовано на основній рамі — поздовжній транспортер, кільцевий транспортер, бункер, вантажний транспортер. Копачі,

шнековий очисник – на окремій рамі, яка приєднана до несучої рами шасі за

допомогою одного шарового шарніру.

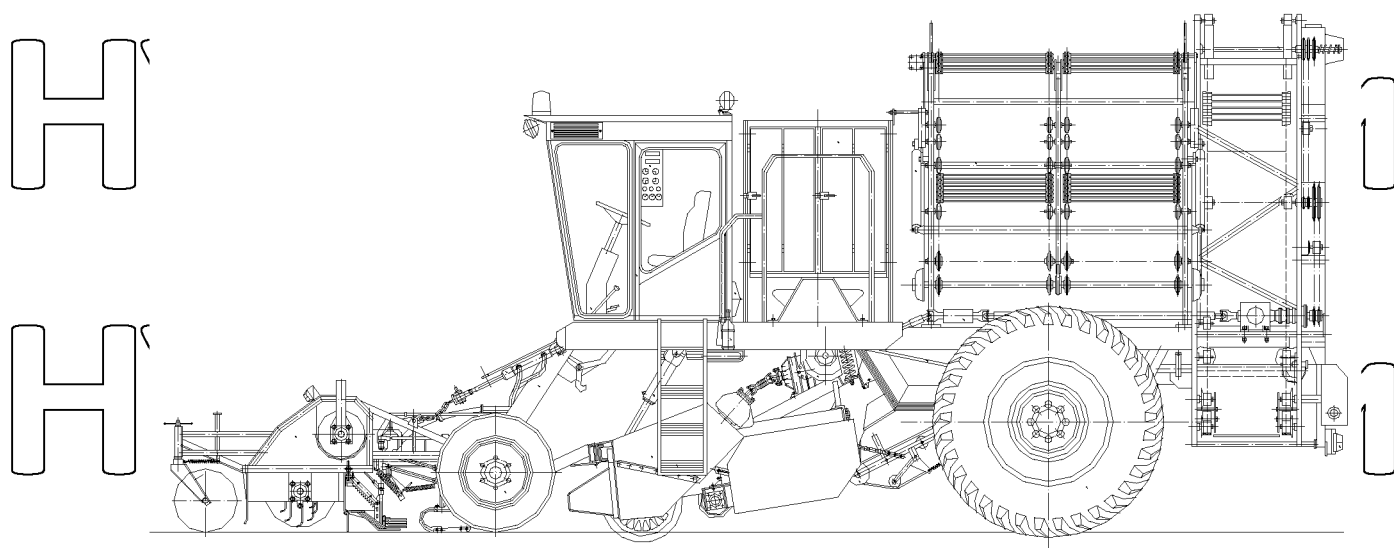


Рис. 1.5. Загальний вигляд бункерного самохідного комбайна КБС-6

В робочому положенні викопуючого пристрою, коли копачі заглиблені в ґрунт, рама опирається своїми кронштейнами на міст керованих коліс, а в транспортному – утримується гідроциліндром і фіксується механічним фіксатором.

Комбайн обладнаний автоматичною системою, що контролює роботу основних вузлів і сигналізує водію про наявність порушень в їх роботі, а також автоматом керування.

Капоти і щитки, які легко відкриваються, забезпечують безпеку в роботі з машинною і доступ до її агрегатів для обслуговування, огляду і ремонту. Комбайн обладнаний зовнішніми освітлювальними приладами, необхідними для роботи в нічний час і руху по дорогах.

Схема технологічного процесу роботи коренезбиральної машини КБС-6 показана на рис. 1.6.

Гичка з буряків зрізується гичкорізом. Він навішений на міст ведучих коліс і розміщений в передній частині комбайна. Гичка з гичкоріза попадає на цинек і виводиться на зібрану частину поля. Пасивний дообрізчик копіює головки коренеплодів і проводить дообрізку залишеної гички. За допомогою автомата керування передні колеса машини направляються точно посередині міжрядь буряка. Завдяки цьому встановленні під кутом один до одного диски копачів

витагують корені із ґрунту і за допомогою бітера перекидають їх на шнековий очисник. Під дією обертання з різною швидкістю шнеків корені очищуються від рослинних домішок і подаються на поздовжній транспортер.

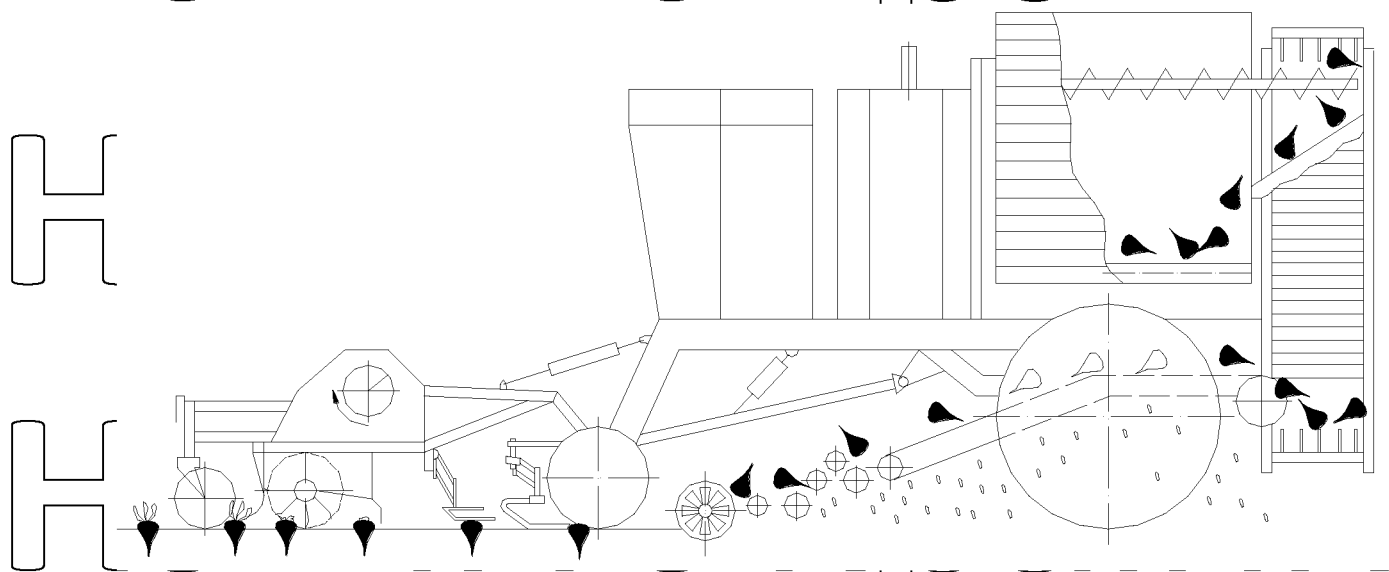


Рис. 1.6. Технологічна схема бурякозбиральної машини КС-6Б

Передавальний вал сприяє кращому заповненню міжскребкового простору транспортера і тим самим підвищенню його продуктивності. Поздовжній транспортер подає корені в кільцевий транспортер, який служить для доочистки

коренеплодів і завантаження їх в бункер. Бункер служить для накопичення

коренеплодів і являє собою рамну просторову конструкцію об'ємом 10 м^3 . Шнек,

що постійно обертається, розрівнює буряк в праву частину бункера. При

наповненні правої частини, дно бункера пересувається вліво до заповнення

бункера. Після заповнення бункера, за допомогою навантажувального

транспортера проводиться вивантаження коренеплодів в транспорт чи польовий

кагат.

Дно бункера та вивантажувальний транспортер являють собою з'єднані транспортери. Дно бункера вмикається важелем з кабіни водія. Допускається

короткочасний реверс дна бункера при завантаженні бункера до 25%.

Бурякозбиральний бункерний комбайн КБС – 6 має в наявності

гичкорізувальний апарат, що складається з гичкоріза роторного типу, шнека для виведення маси гички в сторону зібраного поля і дообрізка головок

коренеплодів. Пасивний дообрізчик головок коренів складається із шести копіюючих окремих механізмів, змонтованих на штанги, які кріпляться безпосередньо на рамі гичкоріза і мають регулювання за висотою зрізання гички.

Копії дообрізчика розміщені на паралелограмній конструкції, складаються з ножа, гребінки, стійки і регульованих тяг. За допомогою регульованих тяг

можливо змінити кут нахилу стійки копіюючого механізму дообрізчика для покращення процесу зрізання. Недоліком даної конструкції є те, що ніж жорстко кріпиться до паралелограмної конструкції. При такому закріпленні ножа

відбувається процес різання рубленням. Різання рубленням негативно відображається на стані коренеплодів, збільшує їх пошкодження і травмування,

а отже призводить до втрати цукристості і зменшення строку зберігання коренеплодів.

Задачею, в даному випадку, є проектування конструкції таким чином, щоб позбутися різання рубленням, замінивши його на різання рубленням з ковзанням.

1.3. Огляд гичковидальючих пристроїв

При всій різноманітності способів механічного видалення гички (зрізування, збивання, відривання, змигання і т.д.) найбільш поширеними є зрізування і видбивання.

Зрізування, при якому відділення гички відбувається в результаті різання лезом ножа застосовується, як для видалення основної маси гички, так і її залишків при кондиційному дообрізуванні головок коренеплодів. Причому, ножі (активні чи пасивні) виконують, як правило, різання гички без підперу, тобто без протирізальних елементів чи зустрічного руху ножів. Це зумовлено, в першу чергу, фізико-механічними властивостями цукрових буряків та технологією збирання (використання) гички.

Класифікацію гичковидальючих механізмів наведено на рис. 1.7.

Опираючись на результати пошукових досліджень, вивчення технологічних процесів зрізування гички цукрових буряків, а також схем

бурякозбиральних машин вітчизняного і зарубіжного виробництва, гичкозрізувальні пристрої можна розділити на такі, які зрізають гичку на корені, або такі що зрізають гичку в машині (машини теребильного типу).

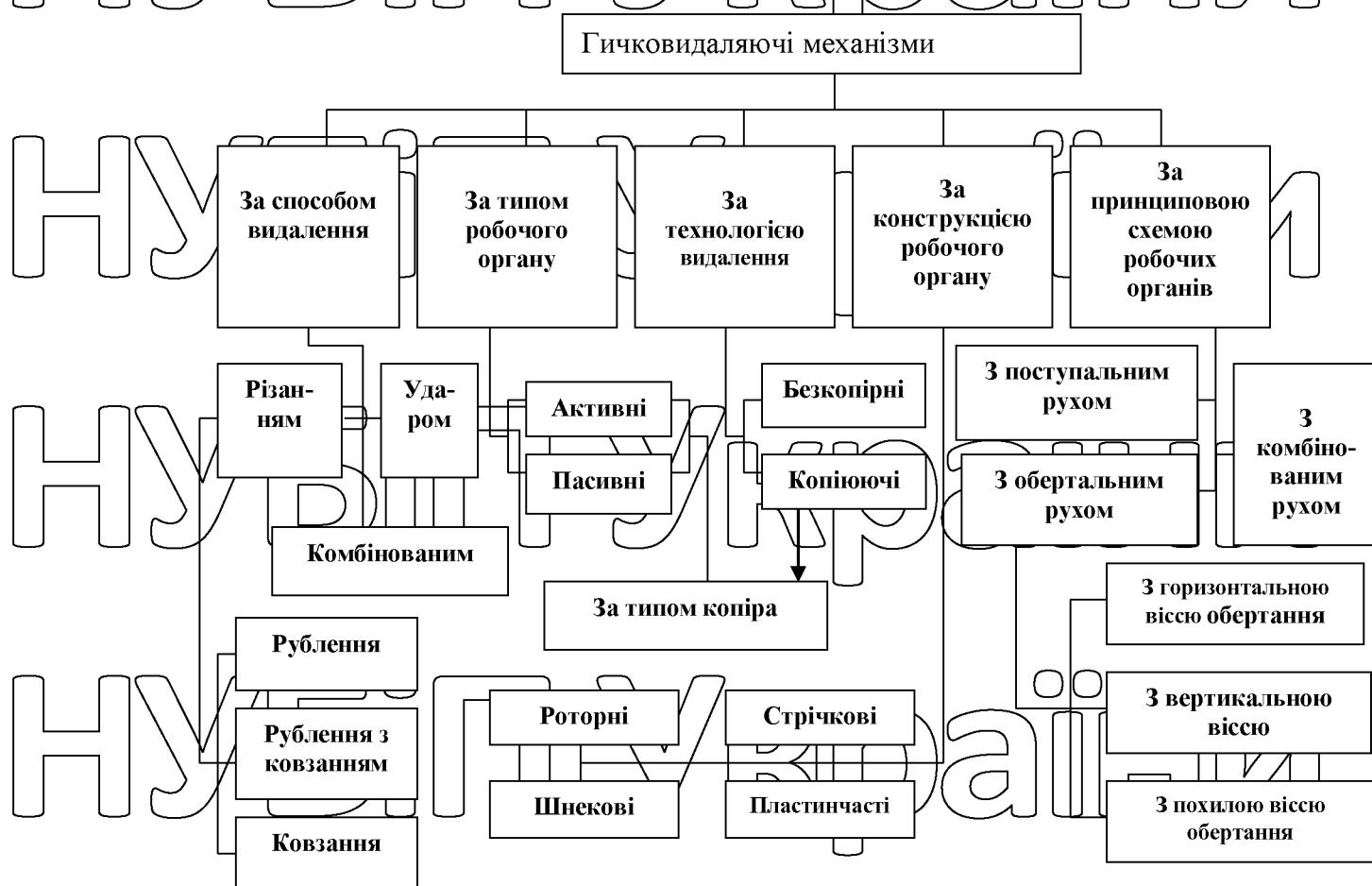


Рис. 1.7. Класифікація гичковидалючих механізмів

Гичкозрізувальні пристрої, які зрізають гичку на корені можна в свою чергу розділити на ті, які роблять зріз без копіювання і з копіюванням.

Гичкозрізувальні пристрої, які роблять зріз гички без копіювання головок коренеплідів, прості по конструктивному виконанню, технологічно надійні в роботі і дозволяють збирати дуже чисту гичку, тому що не встановлені близько до землі.

За принципом дії ріжучих елементів гичкозрізувальні пристрої можна поділити на три основних типи:

гичкозрізувальні пристрої, ріжучі елементи яких здійснюють поступальний (рис. 1.8, а) та зворотно-поступальний рух (рис. 1.8, б);

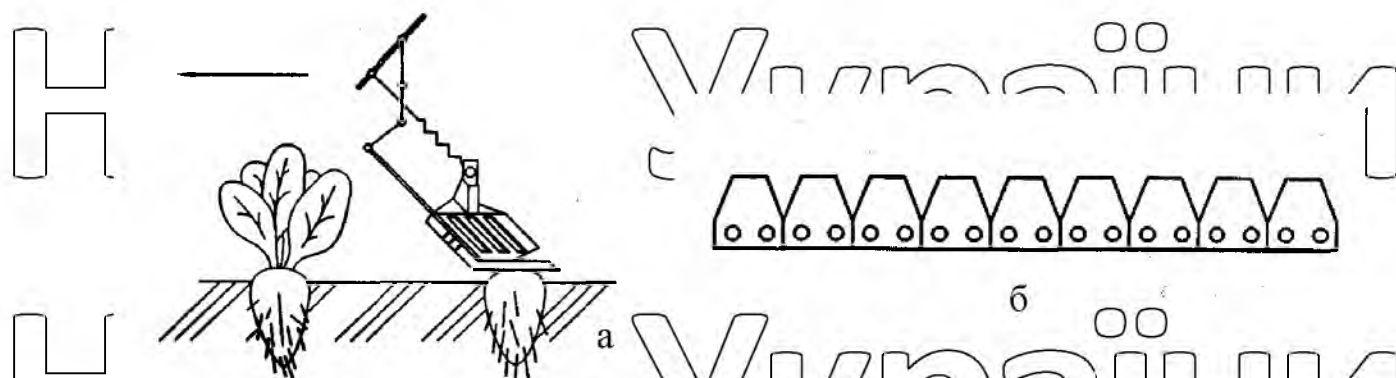


Рис. 1.8) Личкозрізувальний пристрій: а – ріжучий елемент виконує поступальний рух; б – ріжучий елемент виконує зворотно-поступальний рух

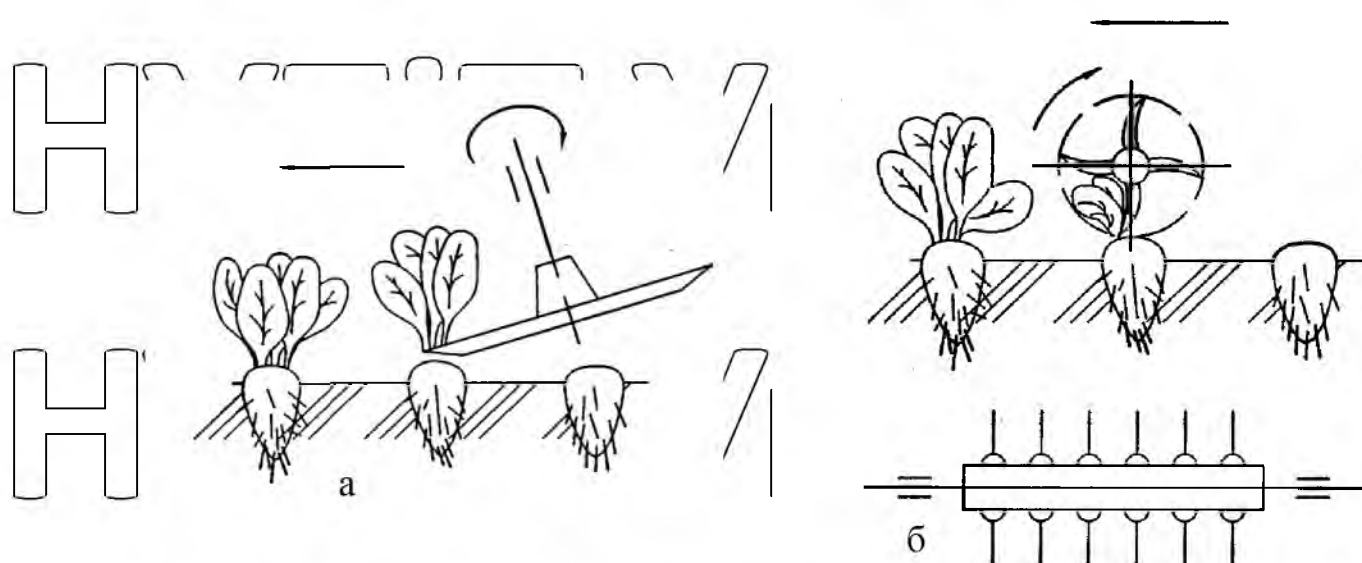


Рис. 1.9) Гичкозрізувальний пристрій: а – з активним дисковим ножом; б – псторний гичкозрізувальний пристрій

- гичкозрізувальні пристрої, ріжучі елементи яких здійснюють обертсвий рух (рис. 1.9).

Перший тип гичкозрізувальних пристроїв (рис. 1.9) хоча і відрізняється простотою конструктивного виконання, в вітчизняному виробництві поширення не одержав. Основна причина – ненадійність технологічного процесу зрізу. Так при роботі на полях з підвищеною засміченістю відбуває забивання апарату, що призводить до неякісного зрізу, вибивання коренепл...

У закордонному виробництві гичкозрізувальні апарати з пасивним ножом використовуються в якості дообрізчика головок коренів на машинах деяких фірм

(фірми „Kleine”, „Herriau”, „Stoll” та ін.).

Гичкозрізувальний пристрій (рис. 1.10), в якому ріжучий елемент виконує зворотно-поступальний рух (гичкозбиральна машина „Volvo”), зрізує гичку на певній висоті відносно поверхні ґрунту сегментними ножами. В основній масі зрізаної гички відсутні головки коренеплодів, звідси відсутність зв'язуючої крони зрізаного жмутка гички, внаслідок чого відбувається розсипання черешків під час зрізу. Все це призводить до забруднення збирання і підвищення втрат, які можуть досягати більше 30%.

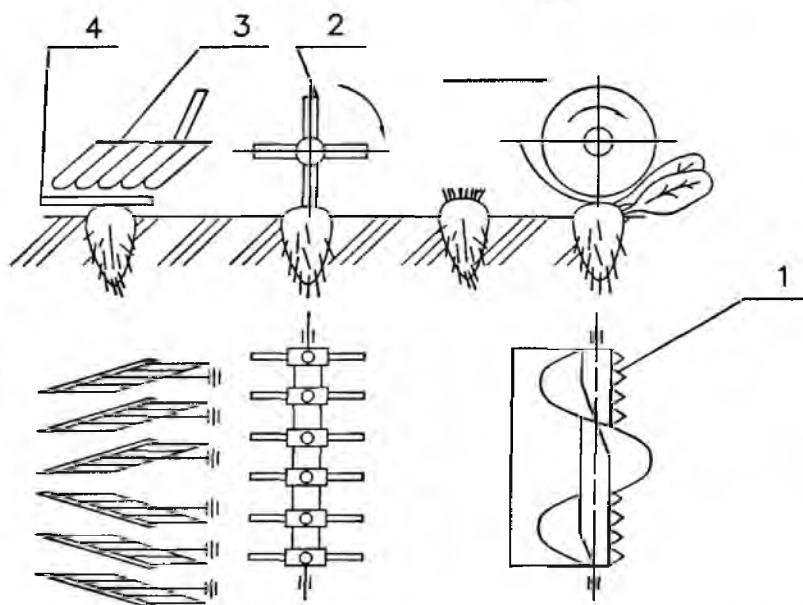


Рис. 1.10. Функціональна схема видалення гички комбайна К-500

„Volvo”: 1 – сегментний ніж; 2 – очисник головок коренеплодів;
3 – копір;

Ріжучий елемент може бути конструктивно виконаний у вигляді двох сегментних ножів, які здійснюють зустрічний зворотно-поступальний рух.

Гичкозрізувальні пристрої з ножами, які обертаються можна розділити в залежності від осі обертання ріжучих елементів на апарати:

- з горизонтальною віссю обертання (роторні);
- з вертикальною віссю обертання;
- з нахиленою віссю обертання.

Активні дискові ріжучі пристрої (рис. 1.11, а) відомі давно, але широкого розповсюдження вони набули в поєднанні з пасивним гребінчастим копіром на

початку 60-х років, в основному у вітчизняних машинах СКН-2А, БМ-6, БМ-4, БМ-6А, БМ-6Б, БС-6, МБС-6, у комбайні John Deere 223 (СІПА) та ін. [21]. Ножі цих апаратів, які з'єднуються з копіром через паралелограмну підвіску, приводяться у обертовий рух за допомогою конічного редуктора.

Конструктивно ріжуча поверхня дискового ножа виконується суцільною, сегментною або зубчастою. Слід відмітити, що на засмічених рослинністю полях ефективніше працюють ножі з сегментною і зубчастою ріжучою поверхнею, а на чистих – із суцільною.

Дискові ножі використовуються переважно в основній зоні бурякосіяння.

Вони забезпечують задовільну якість обрізування при швидкості машини до 1,9 м/с, урожайності гички до 30 т/га, рівномірному розміщенні рослин в рядках і відносно поверхні поля. Так, за результатами випробувань машини БМ-6А, масова доля нормально обрізаних коренеплодів при швидкості 1,4 м/с складає 97,7%, а площа гладкої поверхні зрізу 99,1% [21].

Але дискові ріжучі пристрої мають і недоліки:

- малий діапазон (0...100 мм) переміщення ножа по висоті, значна маса рухомих частин, складна конструкція механізму приводу, підвіски ножа і копіра;
- при місцезнаходженні коренеплодів цукрового буряка високо над рівнем землі спостерігається їх вибивання гребінчастими пасивними копірами;
- при високоврожайній гичці і підвищених швидкостях руху агрегата не забезпечується якісне обрізування гички ножами внаслідок відсутності повного копіювання гребінками копірів поверхні головок.

Роторні гичкозрізувальні пристрої (рис. 1.11, б) складаються з вала, на якому шарнірно закріплені S-подібні ножі, отримали в Західній Європі дуже широке поширення. Більшість фірм, що займаються виробництвом бурякозбиральних машин, виготовляють їх з роторними гичкозрізувачами ("Matrot" [8], "Herriau", "Stoll", "Fahse", "Kleine" та ін.) (рис. 1.12).

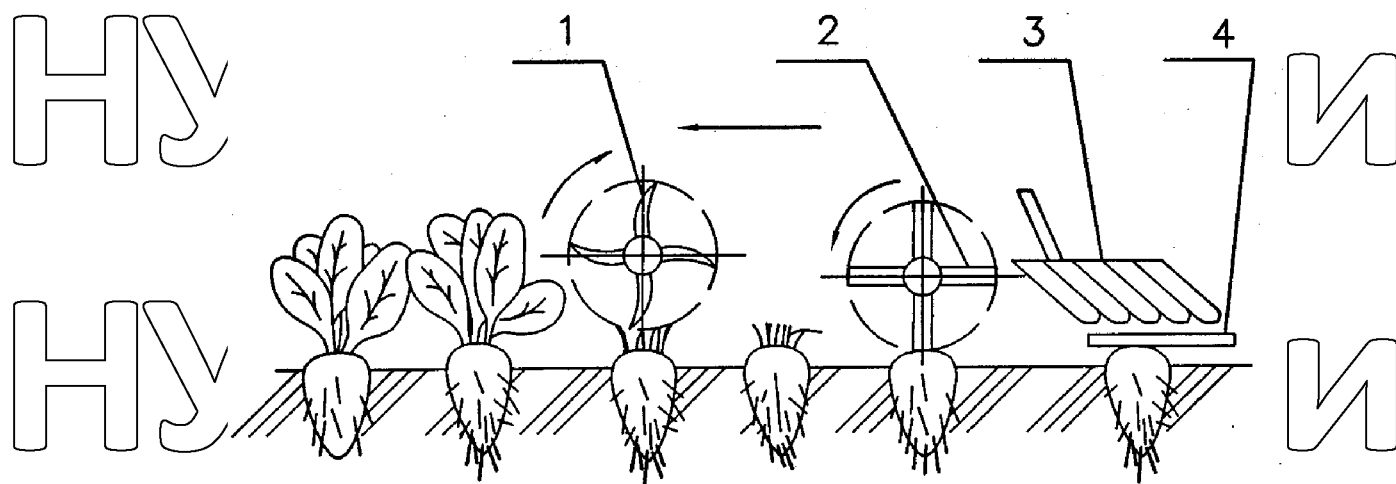


Рис. 1.11. Функціональна схема видалення гички бурякозбирального

комбайна "Herriau":

1 – вал з S-подібними ножами; 2 – очисник головок коренеплодів;
3 – копір; 4 – пасивний ніж

При роботі роторних гичкозрізувачів, гичка зрізується на одному рівні.

Звідси виступання головок буряків, нерівномірність їх в рядкові не впливає на якість роботи гичкозрізувача і вони розташовані так, що основна частина гички зрізується рівно. Решта гички з головки коренеплодів очищається очисником

головок коренеплодів. Різні моделі гичкозрізувальних пристроїв з роторними гичкозрізувачами відрізняються один від одного тільки конструкцією очисника головок коренеплодів.

Гичкозрізувальний роторний пристрій має важливу перевагу в тому, що має високу продуктивність при високій врожайності гички, а також при високій засміченості плантації. У вітчизняній практиці апарат для збирання гички цукрового буряка широкого використання не одержав внаслідок того, що гичка дуже подрібнюється і після цього стає непридатною для згодовування худобі.

В сучасних гичкозбиральних машинах найбільше розповсюдження одержали гичкозрізувальні пристрої трьох типів, які розрізняються конструкцією і компоновкою основних елементів - копіра і ножа.

Пристрої, в яких пасивний копір поєднується з активним дисковим ножом (рис. 1.12, а) застосовуються в районах з середньою врожайністю гички, низьким

розташуванням і міцним закріпленням коренів в ґрунті. Копір може бути виготовлений у вигляді гребінки, або полозка. Такі апарати працюють задовільно при швидкості машини до 1,5-1,7 м/с в широкому діапазоні погодних умов і забезпечують достатньо повний збір гички [3].

При збільшенні робочої швидкості різко погіршується технологічний процес обрізки гички, що приводить до підвищення втрат цукрової маси, яка попадає в гичку.

Апарати даної конструкції широке застосування знайшли у вітчизняному виробництві. Вони застосовувались у бурякозбиральних комбайнах СКД-2, а в даний час – на гичкозбиральних машинах – БМ-6А, БМ-6Б.

Поєднання активного каткового копіра, який обертається, з пасивним ножом (рис. 1.12, б) є типовим для апаратів таких машин як Е-732, Е-734 (Німеччина), ЗОСХ (Чехія). Вони застосовуються в районах з високою врожайністю гички (до 70 т/га), яка збирається і використовується на корм худобі. У вітчизняному машинобудуванні даний вид гичкозрізувальних апаратів розповсюдження не отримав. Це пояснюється відносно нестійкими ґрунтово-кліматичними умовами, що приводить до того, що більша частина головок коренеплодів знаходиться на рівні, або нижче рівня ґрунту. Внаслідок чого ніж швидко тупиться, а в результаті – їх неякісний зріз.

Апарати з пасивним копіром і пасивним ножом (рис. 1.12, в) застосовуються для зрізування коренів, з яких гичка попередньо видалена (машини фірм „Kleine”, „Herriau”, „Stoll”, „Moreau” та ін.).

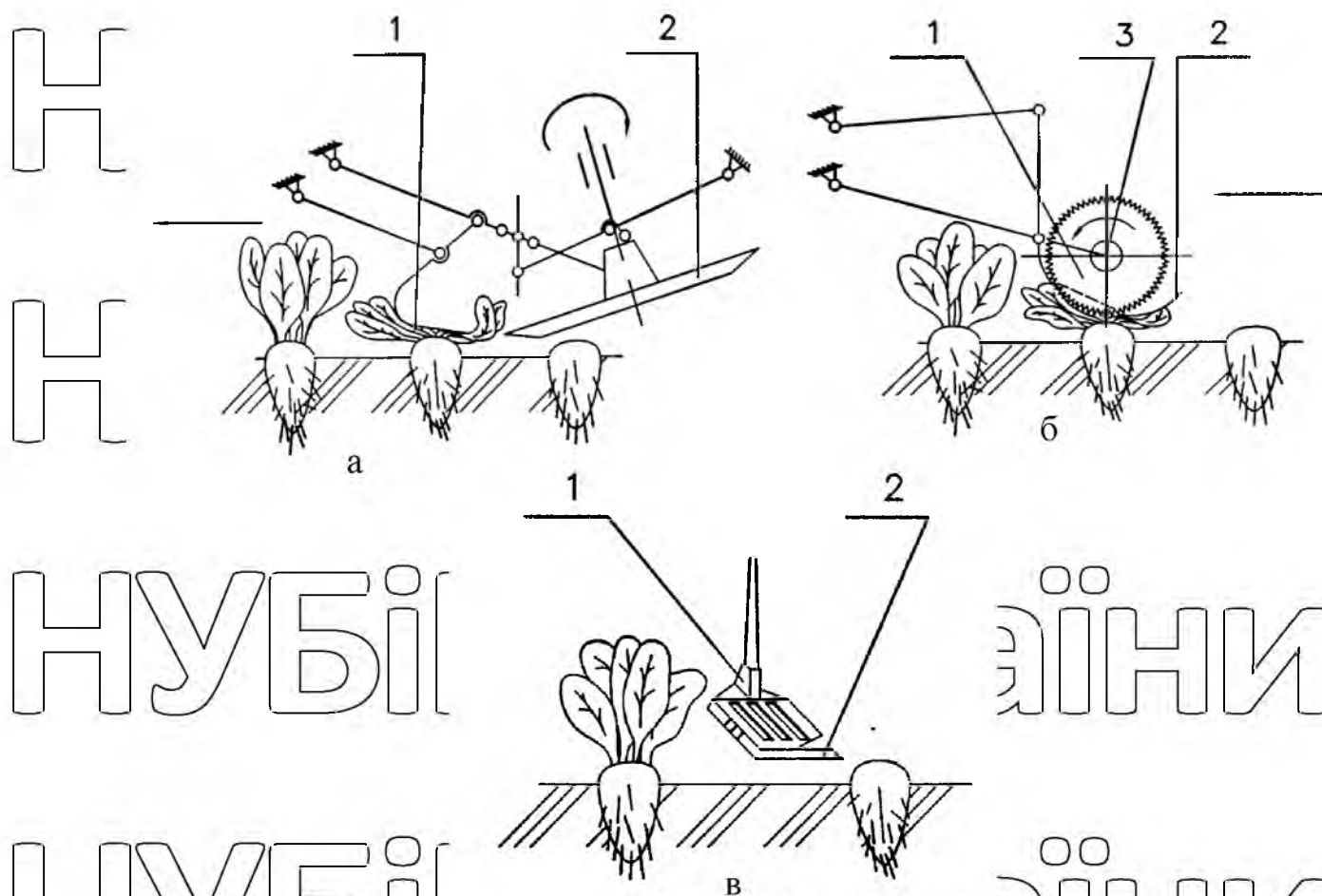


Рис. 1.12. Схема гичкозрізувального апарата:

а – пасивний копір поєднується з активним дисковим ножем;

б – поєднаний активний катковий копір з пасивним ножем;

в – пасивний копір поєднується з пасивним ножем

За кордоном широко застосовуються гичкозбиральні машини, в яких видалення гички розділене на декілька операцій. Так навісна бурякозбиральна машина KR-6 (рис. 1.13) виробництва фірми „Kleine” має гичкоріз роторного типу 1, який зрізує і видаляє на певній встановленій висоті відносно ґрунту на шнек 2 основну масу гички. Зразу за роторним гичкорізом розташований очисник головок коренеплодів 3, який видаляє решту черешків зрізаної гички.

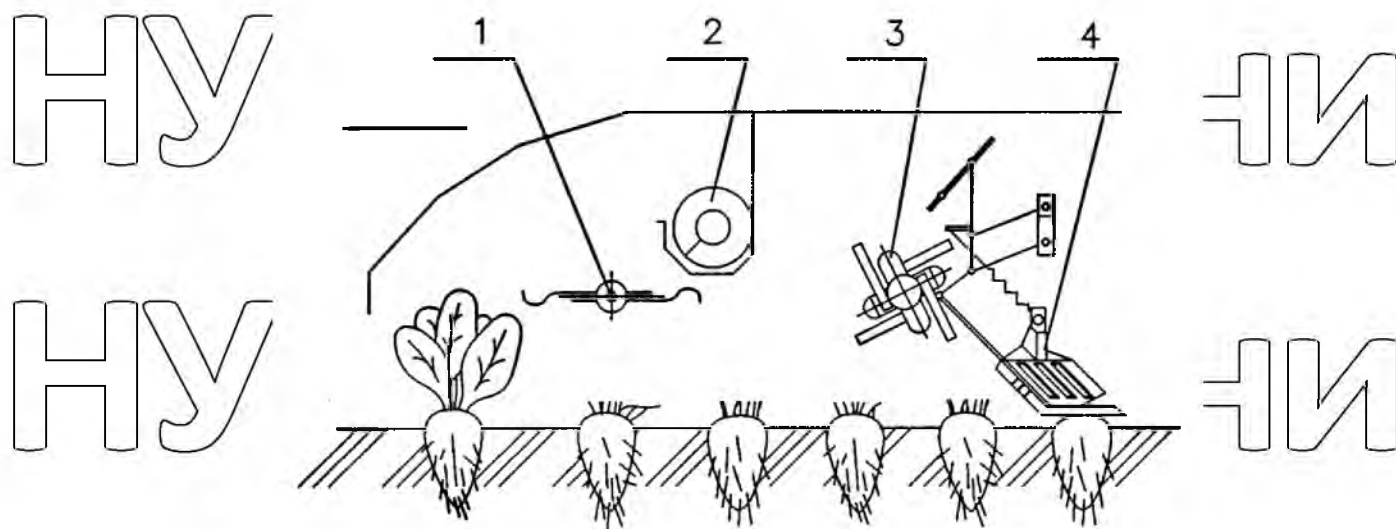


Рис. 1.13. Функціональна схема видалення гички бурякозбиральної машини KR-6 фірми "Kleins":

1 – гичкоріз роторний; 2 – шнек; 3 – очисник головок коренеплідів;
4 – дообрізувач

За очисником головок коренеплідів 3 розташований дообрізувач для точного обрізування головок коренеплідів, який виконаний в вигляді пасивного копіра пасивного ножа.

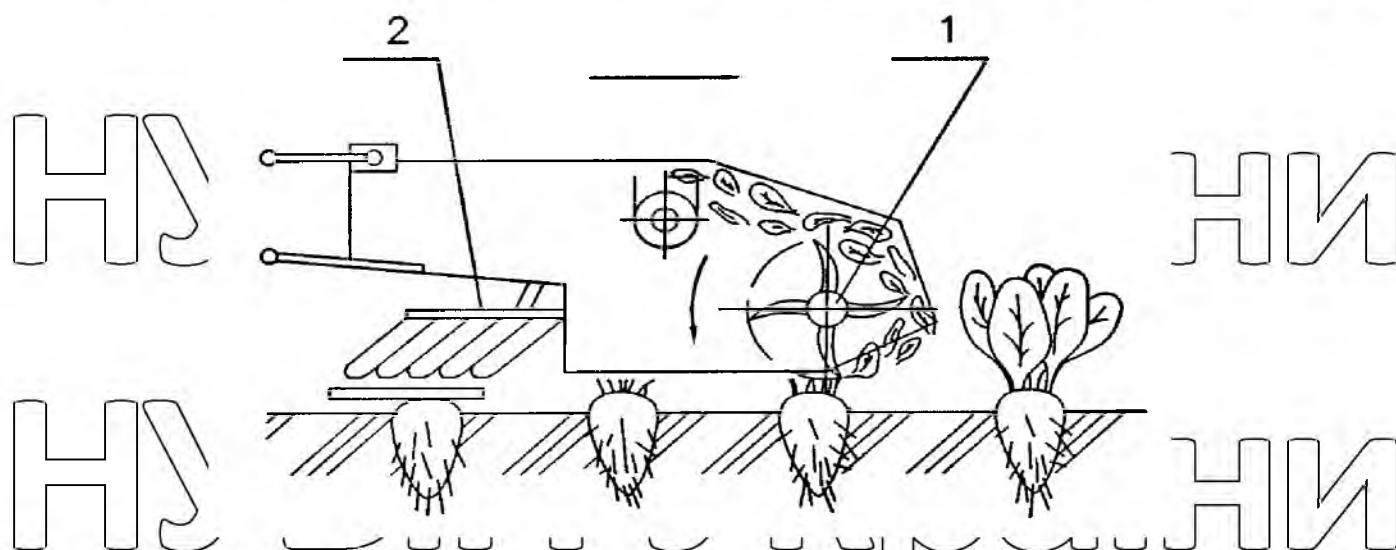


Рис. 1.14. Функціональна схема видалення гички бурякозбиральних машин фірм "Herriau", "Moreau", "Stoll":

1 – гичкоріз роторний; 2 – дообрізувач

Завдяки безступінчастому регулюванню робочої висоти роторного гичкорізу 1 досягається оптимальна висота зрізу гички у різних по величині коренів цукрового буряка. Така гичкозрізувальна система задовільно працює і на засмічених полях, маючи при цьому високу роботу швидкість.

В більшості французьких бурякозбиральних комплексів („Herriau”, „Moreau”), а також німецькому комплексу „Stoll” застосовується гичкозбиральний механізм, в якому перша операція – попереднє обрізування гички, здійснюється горизонтальним роторним гичкорізом 1 (рис. 1.14) з шарнірно підвішеними ножами, як і в бурякозбиральній машині KR-6.

Але в цій групі машин доочищення головок відбувається тільки дообрізником 2, який виконано в вигляді пасивного ножа та пасивного копіра.

Найбільше використання в машинах італійських фірм („Barigelli”, „Rimeco”, „Guaresi” та ін.) знайшов механізм для збирання гички з попередньою обрізкою основної її маси горизонтальним роторним гичкозрізувачем 1 (рис. 1.15) з шарнірно підвішеними ножами. Але в цій групі машин доочищення головок відбувається в дві стадії.

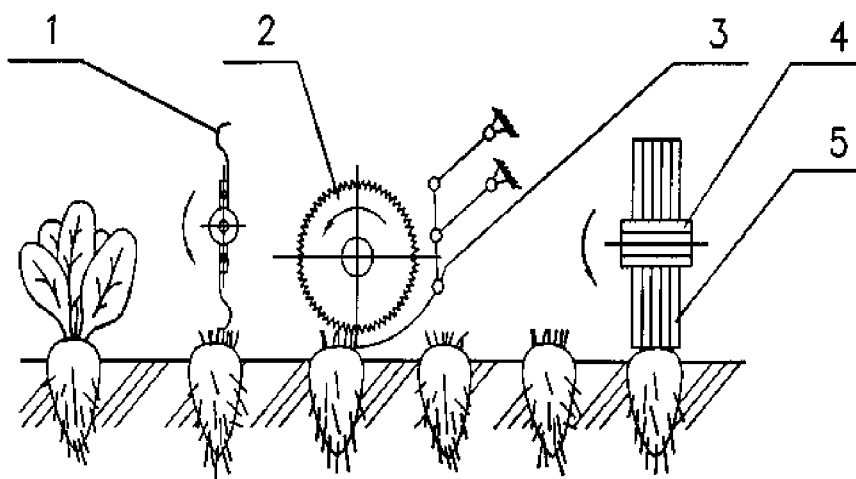


Рис. 1.15. Функціональна схема видалення гички бурякозбиральних машин фірм „Barigelli”, „Rimeco”, „Guaresi”:

1 – гичкоріз роторний; 2 – активний копір; 3 – пасивний ніж; 4 – очисник головок коренеплодів; 5 – бич

На першій стадії після роторного гичкорізу 1 встановлений дообрізник головок,

який складається з активного копіра 2 і пасивного ножа 3. Таке виконання дообрізчика дає змогу більш точно проводити зрізання залишків черешків. На другій стадії відбувається остаточне доочищення головок коренеплодів очисником головок коренеплодів 4, за допомогою еластичних бичів 5, які мають горизонтальну вісь обертання, направлену вздовж рядків і встановлених на викопуючому пристрої.

Така конструкція гичкозрізувального апарату дозволяє збирати цукрові буряки з мінімальною кількістю гички. Поруч з позитивними елементами збирання гички в декілька операцій, конструкція таких гичкозрізувальних агрегатів має і недоліки, які характеризуються складністю механічного приводу, підвищеною металоємкістю.

Заслужують уваги гичкозрізувальні пристрої, в яких суміщені в часі процеси копіювання і зрізування. Ці робочі органи знаходяться в стадії пошукових досліджень.

Відомі гичкозрізувальні пристрої (рис. 1.16) з горизонтальним валом 1 (патент Швеції № 315766, A01D, 1968), на якому встановлено два диски 2 на певній відстані відносно один одного.

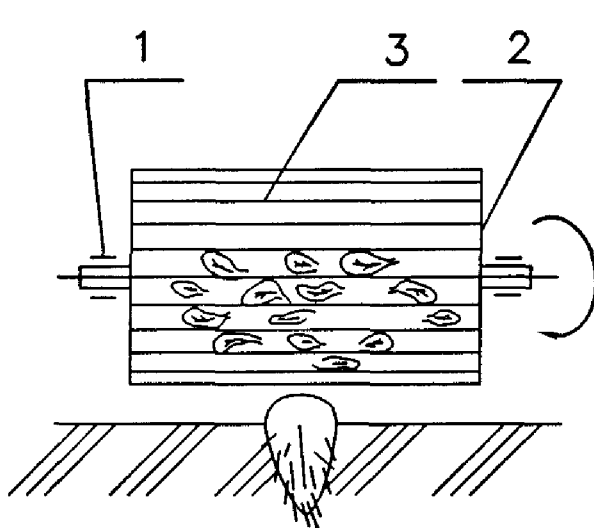


Рис. 1.16. Гичкозрізувальний пристрій, який суміщає процес копіювання і зрізу:

1 – вал; 2 – диск; 3 – дрот

По периметру диски з'єднані між собою сталевими дротами або нитками з

високоміцного матеріалу 3. Барабан, утворений з двох дисків і сталевих дротів, має можливість вільно рухатися в вертикальній площині. Під час роботи барабан обертається і перекочується по головках коренеплодів. Листя гички, що попадає в міждротовий простір, порційно зрізується і подрібнена гичка попадає у внутрішню частину барабана. Через вікна, пророблені в дисках, подрібнена гичка видаляється на ґрунт.

1.4 Постановка питання, мета та задачі досліджень

Головними тенденціями розвитку бурякозбиральних машин нового покоління і технологіями збирання у світі є масовий перехід на потужні самохідні бункерні комбайни з ефективними системами очищення, що забезпечують підвищення продуктивності, зниження трудомісткості збиральних робіт та фізичної забрудненості в сприятливих ґрунтових умовах до 8...12%.

В процесі роботи зроблено аналіз конструкцій гичкозрізувальних пристроїв гичкозбиральних машин різних країн світу. На основі проведеного аналізу гичкозрізувальних пристроїв України, Німеччини, США, Італії, Франції та інших найбільших бурякосіючих країн світу запропоновано вдосконалити гичкозрізувальний пристрій, встановивши ніж на вісі обертання і підпружинити пружиною, а його хід обмежити упорами, що забезпечує різання з ковзанням і за рахунок цього покращується якість зрізування головок коренеплодів цукрових буряків на корені.

Конструктивна схема такого гичкозрізувального пристрою зображена на рис. 1.17.

Гичкозрізувальний пристрій складається з рами 1, на якій за допомогою паралелограмної підвіски 2 змонтовані гребінчастий копір 3 і ніж 4, що встановлений на вісі 5, а рухи його обмежені упорами 6. До паралелограмної підвіски 2 пластинкою 7 прикріплена пружина 8, відігнуті кінці якої з'єднані з ножем 4.

При русі гичкозрізувального пристрою по рядках цукрових буряків, з

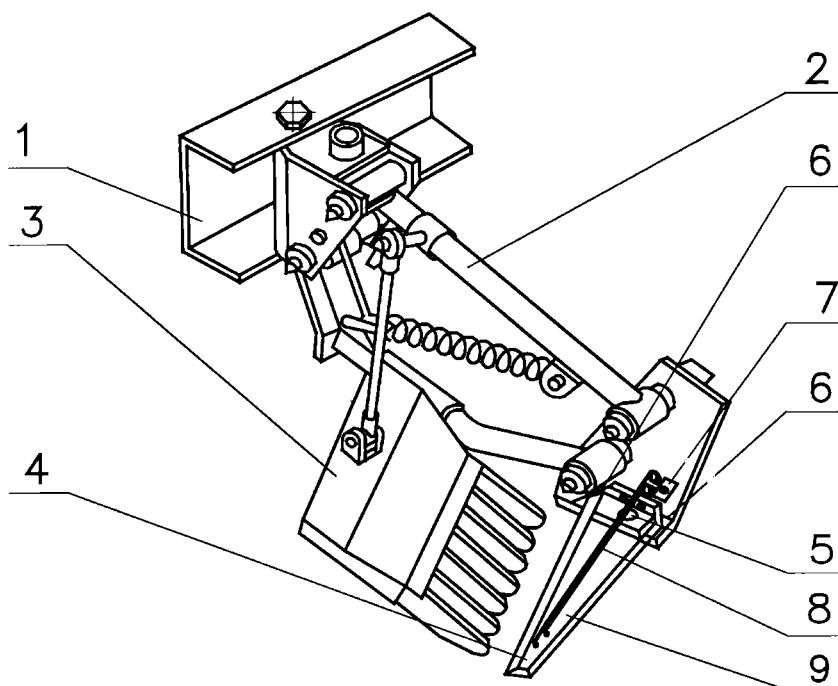


Рис. 1.17. Конструктивна схема гичкозрізувального пристрою з підпружиненим ножем: 1 – рама; 2 – паралелограмна підвіска; 3 – гребінчастий копір; 4 – ніж; 5 – вісь обертання; 6 – упори; 7 – пластинка; 8 – пружина; 9 – ніж

попередньо високо обрізаною гичкою на одному рівні від поверхні ґрунту гребінчастий копір 3 наїжджає на головки коренеплодів, копіює їх і за допомогою паралелограмної підвіски 2 передає ці рухи ножу 4. В процесі зрізання головок коренеплодів з залишками гички ніж 4 відхиляється на вісі 5 до упора 6, виконуючи різання з ковзанням. Після зрізання головки коренеплоду ніж 4 повертається в попереднє положення пружиною 8.

Гичкозрізувальний пристрій з такою конструкцією ножа 4, що дозволяє виконувати різання головок коренеплодів з просковзуванням їх вздовж леза ножа

4 виконує цей процес значно “м’якше” ніж “жорстким” ножем рубленням і дозволяє покращити якість зрізуваної поверхні коренеплоду, отримуючи меншу кількість зколів.

Метою магістерської роботи є підвищення технологічної ефективності збирання коренеплодів шляхом розробки та обґрунтування параметрів пасивного дообрізчика залишків гички.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні задачі:

1. На основі аналізу роботи дообрізчиків гички на корені розробити конструктивно-технологічну схему удосконаленого робочого органу.
2. Визначити основні конструктивно-кінематичні параметри робочого органу на основі аналізу силової взаємодії ножа та копіра з коренеплодами.
3. Експериментально визначити пошкодження коренеплодів залежно від їх швидкості ударної взаємодії з різними поверхнями.
4. Визначити економічну ефективність використання робочого органу.

Для досягнення поставленої мети та реалізації поставлених задач дослідження нами розроблено удосконалений робочий орган, який може забезпечити покращення якості зрізуваної поверхні коренеплоду.

Об'єкт дослідження: технологічний процес до обрізування залишків гички, робочі органи дообрізчика, цукрові буряки.

Предмет дослідження: конструктивно-кінематичні параметри копача, пошкодження коренеплодів.

Методи дослідження: теоретичні дослідження базувались на механіко-математичному моделюванні технологічного процесу видалення залишків гички коренеплодів пасивним ножем із використанням основних положень вищої математики, теоретичної механіки, теорії машин і механізмів. Експериментальні дослідження проводились з використанням загальновідомих методик проведення та обробки результатів експериментів. Теоретичні розрахунки і обробка експериментальних даних проводились з використанням прикладних програм ПК.

Новизна магістерської роботи полягає в наступному:

- обґрунтовано технологічний процес видалення залишків гички з головок коренеплодів шляхом різання головок коренеплодів з проковзуванням їх вздовж леза ножа;

- запропоновано удосконалену конструкцію пасивного дообрізчика залишків гички з головок коренеплодів;

- теоретично обґрунтовано основні параметри робочих органів дообрізчика;

- експериментально встановлено ступінь пошкодження коренеплодів залежно від їх швидкості ударної взаємодії.

На захист магістерської роботи виносяться:

- спосіб підвищення ефективності процесу відокремлення залишків гички з головок коренеплодів;

- конструкція удосконаленого робочого органу;

- розрахунок основних параметрів дообрізчика на основі дослідження взаємодії ножа та копіра з коренеплодами;

- результати експериментальних досліджень пошкодження буряків.

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРґАНУ

2.1 Дослідження сили різання коренеплодів пасивним ножем

дообрізника

Різання лезом широко використовується в бурякозбиральних, гичкозбиральних, кормозбиральних, зернозбиральних та інших сільськогосподарських машинах, що надає питанню теорії різання широкий розвиток в науці про сільське господарство. Переважна більшість робіт, яка пов'язана з теорією різання, стосується стебел трав і зернових культур. Лише деякі праці висвітлюють питання різання коренеплодів і наводять результати експериментальних даних обрізування головок коренеплодів цукрового буряка.

При дослідженні процесу обрізування головок цукрового буряка важливо врахувати головні фактори, які впливають на величину зусилля перерізування головок коренеплодів.

Г.І. Новіков, використовуючи раціональну формулу В.П. Гарячкіна, запропонував формули для визначення середнього і максимального зусилля різання коренеплодів в коренерізках, які здійснюють різання за принципом рублення.

Процес різання в коренерізках і обрізування головок цукрового буряка гичкозрізувальними пристроями відрізняється тим, що при останньому не відбувається зколювання відрізуваної частини під кутом φ до леза, і головка цукрового буряка відрізається не руйнуючись на частини. Тому формули для визначення середнього і максимального зусиль різання не можуть бути використані для випадку відрізання головок цукрового буряка гичкозрізувальними пристроями.

Б.В. Баришніков, А.А. Тулінов провели теоретичні та експериментальні дослідження процесу доочищення головок коренеплодів жорсткозакріпленим дисковим ножем [20].

Відмінності процесу різання дисковим ножем від процесу різання плоским ножем полягають в тому, що:

- на відміну від різання дисковим ножем, під час різання плоским ножем

не відбувається зміни кута між площиною леза та напрямку руху машини;

- плоский ніж встановлюється паралельно з горизонтом, а дисковий під певним кутом;

- на відміну від дискового ножа, в плоского ножа напрям всіх складових

зусилля різання у будь-якій точці леза залишається незмінним.

Схема дії зусиль різання при доочищенні головок коренеплодів цукрових буряків від залишків тички плоскими пасивними ножами наведена на рис. 2.1.

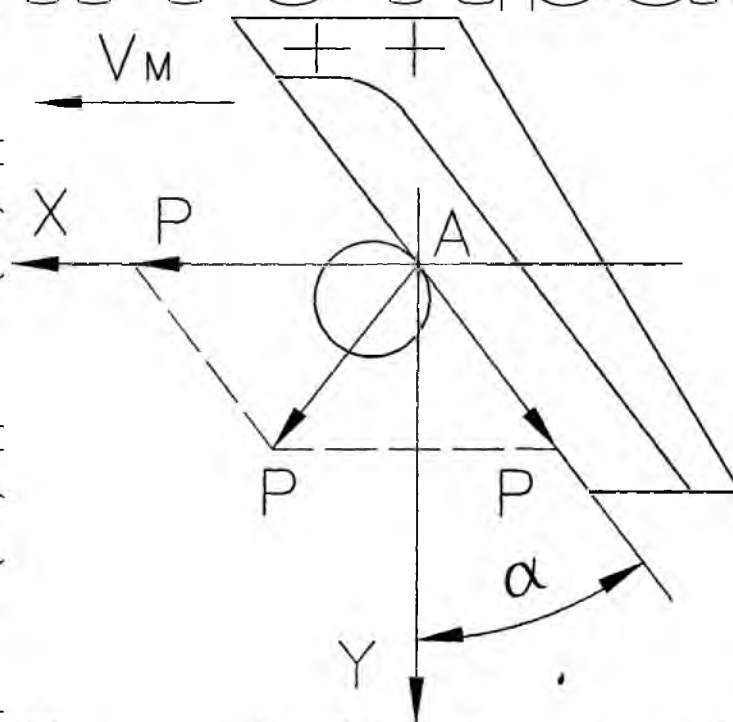


Рис. 2.1. Схема дії зусиль при доочищенні головок коренеплодів плоскими пасивними дообрізниками

Оскільки конструкція вищезгаданого пристрою є новою, то метою роботи є дослідження процесу різання підпружиненим ножем, що дасть змогу порівняти роботу цієї конструкції з існуючими.

При дослідженні процесу дообрізування головок коренеплодів плоскими підпружиненими ножами з проковзуванням цукрових буряків вздовж леза ножа слід враховувати зусилля дії пружини, провертання ножа навколо вертикальної осі і пов'язане з цим проковзування головки цукрового буряка вздовж леза ножа.

При різанні коренеплодів, плоский підпружинений ніж здійснює два види руху: поступальний (із швидкістю, яка дорівнює швидкості руху машини);

обертвий (який цілком залежить від зусиль, що діють в зоні різання).

Розрахункова схема дії зусиль під час процесу різання таким ножем зображена на рис. 2.2.

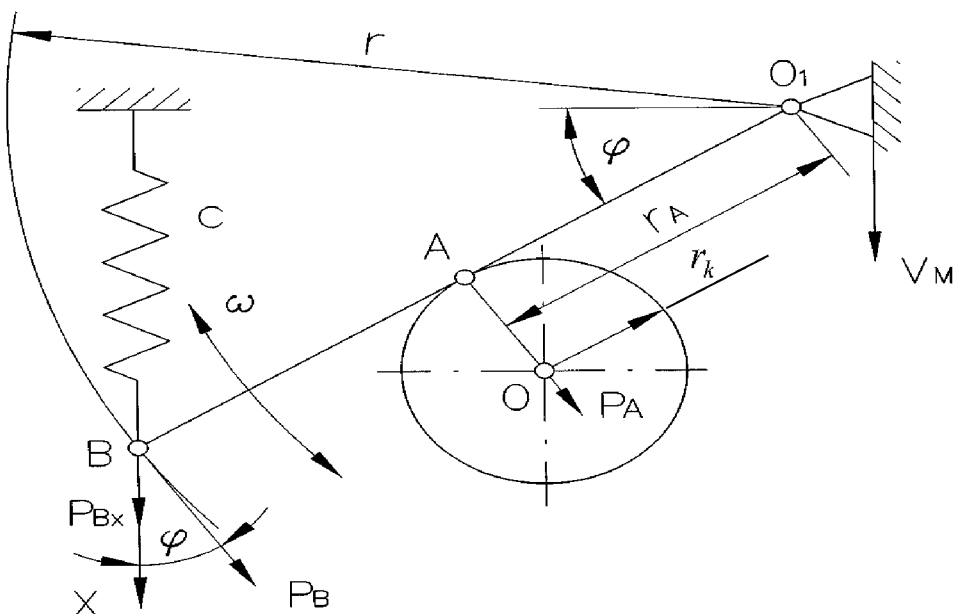


Рис. 2.2. Розрахункова схема дії зусиль під час процесу різання плоским підпружиненим ножем

Проведемо дослідження процесу різання плоским підпружиненим ножем, враховуючи положення [29]. Скористаємося рівнянням Лагранжа другого роду.

Вибираємо вісь X з початком в точці B (рис. 2.2), яка відповідає початковому моменту дотику ножа до коренеплоду радіусом r_k в точці A і направляємо її по ходу машини з швидкістю V_M .

Розглянемо складову зусилля взаємодії коренеплоду з ножем $P_{Bx} = P_B \cos \varphi$, яка співпадає з напрямком вісі X , де φ — кут повороту ножа, град.

Тоді координата X зусилля P_{Bx} в довільний момент часу повністю визначить положення системи і може бути прийнята за узагальнену координату.

Кінетична енергія T_c системи дообрізчика складається з суми кінетичної енергії поступального руху ножа T_v дообрізчика по ходу машини і кінетичної енергії підпружиненого ножа T_r від його кута повороту:

Кінетичної енергія поступального руху ножа T_v визначається за формулою:

$$T_c = T_v + T_r. \quad (2.1)$$

де m_n - маса ножа, кг;

$$T_c = \frac{m_n V_a^2}{2} = \frac{P_{Bx}}{2g} \dot{X}^2, \quad (2.2)$$

P_{Bx} - зусилля взаємодії коренеплоду з ножем, Н;

X - переміщення ножа, м;
 V_a - абсолютна лінійна швидкість ножа, м/с;
 g - прискорення вільного падіння ножа, м/с².

Кінетична енергія ножа T_r від його кута повороту визначається за

формулою:

$$T_r = \frac{I_n \dot{\phi}^2}{2} = \frac{I_n \omega_n^2}{2}, \quad (2.3)$$

де I_n - момент інерції плоского ножа відносно осі повороту, кг м²;
 ϕ - кут повороту ножа, град.;
 ω_n - кутова швидкість повороту ножа, рад/с.

Момент інерції ножа I_n відносно осі повороту, який виконано у формі

прямокутної пластини визначається за формулою:

$$I_n = \frac{P_n r^2}{2g}, \quad (2.4)$$

де P_n - вага ножа, Н;

r - довжина ножа, м.

Тоді, підставивши (2.2-2.4) у рівняння (2.1) одержимо залежність для визначення кінетичної енергії T_c системи

$$T_c = \frac{D_A \dot{\phi}}{2g} \dot{X}^2 + \frac{I_n \dot{\phi}^2}{2} + \frac{D_A \cos \varphi}{2g} \dot{X}^2 + \frac{P_n r^2}{4g} \omega_n^2. \quad (2.5)$$

При повороті ножа абсолютна лінійна швидкість V_a точки B за ходом

машини дорівнює

$$V_a = \dot{X} = \omega_n r \cos \varphi, \quad (2.6)$$

звідки

$$\omega_n = \dot{X} / r \cos \varphi; \quad \omega_n^2 = \dot{X}^2 / r^2 \cos^2 \varphi. \quad (2.7)$$

Підставивши (2.7) в (2.5) одержимо

$$T_c = \frac{D_A \cos \varphi}{2g} \dot{X}^2 + \frac{P_n r^2}{4g} (\dot{X}^2 / r^2 \cos^2 \varphi) = \frac{\dot{X}^2}{2g} \left(P_B \cos \varphi + \frac{0,5 P_n}{\cos^2 \varphi} \right) \quad (2.8)$$

Зусилля різання ножом P_A за ходом машини в точці A визначається

експериментально, зміна якого описується емпіричною залежністю (для діаметра коренеплодів $d_k = 80$ мм):

$$P_A = -25,4 X^2 + 152,6 X - 65,6. \quad (2.9)$$

де P_A - зусилля різання ножом у точці A , Н.

У точці B на ніж діє зусилля, яке визначається з рівності

$$P_B r = P_A r_A. \quad (2.10)$$

де r_A - радіус точки контакту ножа з головкою коренеплоду, м.

Звідки

$$P_B = P_A \frac{r_A}{r}$$

$$P_B = \frac{P_A r_A}{r} \quad (2.11)$$

Тоді, враховуючи (2.11) складова зусилля взаємодії ножа з коренеплодом за ходом машини дорівнює:

$$P_{Bx} = P_B \cos \varphi = \frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi \quad (2.12)$$

Отже, кінцевий вираз кінетичної енергії системи через узагальнену швидкість з урахуванням (2.5, 2.8, 2.12) прийме вигляд:

$$T_c = \frac{\dot{X}^2}{2g} \left(P_{Bx} + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi} \right) = \frac{\dot{X}^2}{2g} \left(\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi} \right) \quad (2.13)$$

Для визначення узагальненого зусилля надамо системі можливе переміщення δ_X і складемо елементарну роботу зусиль, що задаються.

Елементарна робота ножа δA складається з роботи зусилля різання ножа, приведеного в точку В і роботи зусилля пружності пружини підвісу ножа:

$$\delta A = P_{Bx} \delta_X - c(X + \Delta) \delta_X = (P_{Bx} - cX - c\Delta) \delta_X, \quad (2.14)$$

де δ_X - можливе переміщення ножа відносно осі OX , м;

c - узагальнене зусилля пружності, Н;

Δ - статичне видовження пружини, м.

Враховуючи, що в положенні рівноваги $c\Delta = P_{Bx} \delta_X$, тоді можна записати (2.14) у наступному кінцевому вигляді

$$\delta A = -cX \delta_X \quad (2.15)$$

Узагальненим зусиллям являється коефіцієнт в виразі (2.15) для визначення елементарної роботи δA , яка виникає при можливому переміщенні ножа δ_X :

НУБІП УКРАЇНИ $Q = -cX$. (2.16)

Складемо рівняння Лагранжа другого роду.

Загальний вигляд рівняння Лагранжа другого роду визначається кінетичною енергією ножа від узагальнених координат і абсолютної швидкості та силою, яка діє на нього

НУБІП УКРАЇНИ $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i$

де q_i, \dot{q}_i, Q_i - відповідно узагальнені координати, швидкість переміщення ножа і узагальнююча сумарна сила, яка діє на нього.

НУБІП УКРАЇНИ У нашому випадку, враховуючи (2.13), кінцевий вигляд рівняння Лагранжа другого роду має такий вигляд

НУБІП УКРАЇНИ $\frac{\partial T}{\partial \dot{X}} = \left(P_{Bx} + \frac{F_n}{2 \cos^2 \varphi} \right) \dot{X} / g$

Тоді

$$\left(P_{Bx} + \frac{F_n}{2 \cos^2 \varphi} \right) \dot{X} = -cX$$

Або:

М

НУБІП УКРАЇНИ $\ddot{X} + \frac{cg}{P_{Bx} + \frac{F_n}{2 \cos^2 \varphi}} X = 0$ (2.20)

Рішення однорідного лінійного диференціального рівняння з постійними коефіцієнтами має вигляд:

$$X = \alpha \sin(kt + \beta), \quad (2.21)$$

де α, β - довільні постійні інтегрування;

k - частота коливання ножа.

Частоту коливання ножа k знаходимо з рівності:

$$k^2 = \frac{cg}{P_{Bx} + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi} + \frac{P_{AA} \cos \varphi}{r} + \frac{P_a}{2 \cos^2 \varphi}}, \quad (2.22)$$

або

$$k = \sqrt{\frac{P_{AA} r \cos \varphi + \frac{F_n}{2 \cos^2 \varphi}}{cg}} \quad (2.23)$$

Довільні постійні інтегрування α і β визначаються з початкових умов:

$$t=0; X_0=0; \dot{X}_0=V_M \quad (2.24)$$

Підставивши значення (2.24) в (2.21), знаходимо:

$$0 = \alpha \sin \beta, \text{ або } \beta = 0 \quad (2.25)$$

Виходячи з рівняння (2.21), одержимо:

$$\dot{X} = k\alpha \cos kt, \quad (2.26)$$

або у початковий момент різання при $t=0$

$$V_M = k\alpha, \text{ або } \alpha = V_M / k \quad (2.27)$$

Період вільних коливань визначається за формулою:

$$T = \frac{2\pi}{k} = 2\pi \sqrt{\frac{P_{AA} r \cos \varphi + \frac{F_n}{2 \cos^2 \varphi}}{cg}} \quad (2.28)$$

Якщо внести значення довільних постійних в рівняння (2.21), отримаємо залежність величини переміщення ножа дообрізчика від зусилля різання при виконанні процесу дообрізування головки цукрових буряків від гички плоским підпружиненим ножом:

НУБІП УКРАЇНИ

$$X = \frac{V_M \sin kt}{k} = \frac{V_M \sin t}{\sqrt{\frac{P_{AA} r}{r} \cos \varphi + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi}}} \quad (2.29)$$

Здійснивши математичне перетворення формули (2.29) отримаємо:

$$X \sqrt{\frac{P_{AA} r}{r} \cos \varphi + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi}} = V_M \sin t \sqrt{\frac{cg}{\frac{P_{AA} r}{r} \cos \varphi + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi}}}, \quad (2.30)$$

або

$$\frac{1}{V_M} = \frac{\sin t}{X} \sqrt{\frac{cg}{\frac{P_{AA} r}{r} \cos \varphi + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi}}} \quad (2.31)$$

або

$$\sin t \sqrt{\frac{cg}{\frac{P_{AA} r}{r} \cos \varphi + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi}}} = \frac{X}{V_M} \quad (2.32)$$

Розклавши синус в ряд Тейлора і обмежившись першими двома членами ряду та розв'язавши залежність відносно $1/V_M$ одержимо:

НУБІП УКРАЇНИ

$$\begin{aligned}
 & \left(\frac{P_A r_A \cos \varphi}{r} + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi} \right)^3 \\
 & t^3 \left(\frac{P_A r_A \cos \varphi}{r} + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi} \right) \\
 & \frac{1}{V_M} = \frac{t}{X} \left(\frac{P_A r_A \cos \varphi}{r} + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi} \right) \cdot 3! \quad (2.33)
 \end{aligned}$$

Виконавши подальші математичні перетворення залежності (2.31)

отримаємо:

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{V_M} = \frac{t}{X} \left(\frac{P_A r_A \cos \varphi}{r} + \frac{P_n}{2 \cos^2 \varphi} \right) \cdot 6X \\
 & \text{Розв'язавши рівняння (2.34) відносно } P_A \text{ одержимо.} \quad (2.34)
 \end{aligned}$$

$$P_A = \frac{r}{2r_A \cos \varphi} \left[\frac{cgt^3 V_M}{3} - \frac{P_n}{\cos^2 \varphi} \right] \quad (2.35)$$

Оскільки час $t = X / V_M$, то залежність (2.35) матиме вигляд:

$$P_A = \frac{r}{2r_A \cos \varphi} \left(\frac{cgX^3}{3V_M^2} - \frac{P_n}{\cos^2 \varphi} \right), \quad (2.36)$$

або

$$P_A = \frac{rg}{2r_A \cos \varphi} \left(\frac{cX^3}{3V_M^2} - \frac{m_n}{\cos^2 \varphi} \right), \quad (2.37)$$

При початкових умовах $r = 0,3$ м (довжина ножа), $r_1 = 0,15$ м (довжина ножа до точки контакту з коренеплодом), $\varphi = 60^\circ$ (кут провороту ножа обмежений

упорами), $V_M = 1,5$ м/с (швидкість машини), $c = 70$ (жорсткість пружини), згідно формули (2.37) побудовано залежність зміни сили різання, як функції $P_A = f(X, m_n)$, яку наведено на рис. 2.3.

На рис. 2.4. наведено залежність зміни сили різання P_A від поступальної швидкості машини V_M , тобто $P_A = f(V_M)$ при постійних значеннях інших складових залежності (2.33).

Аналіз наведених графічних залежностей показує, що сила різання P_A збільшується прямопропорційно збільшенню переміщення ножа X і практично

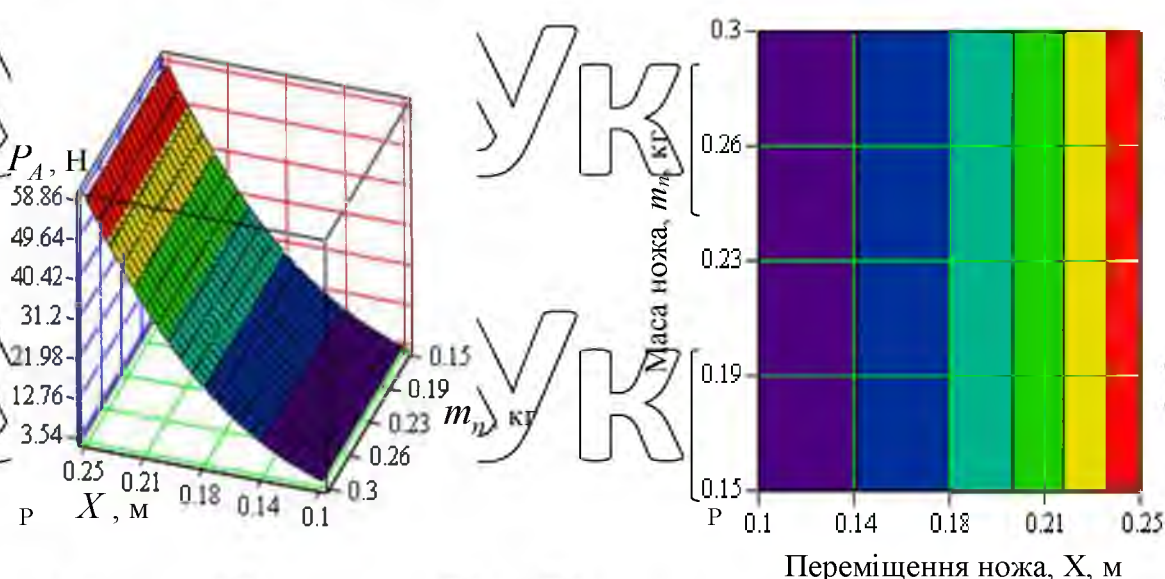


Рис. 2.3. Залежність зміни сили різання від переміщення та маси ножа,

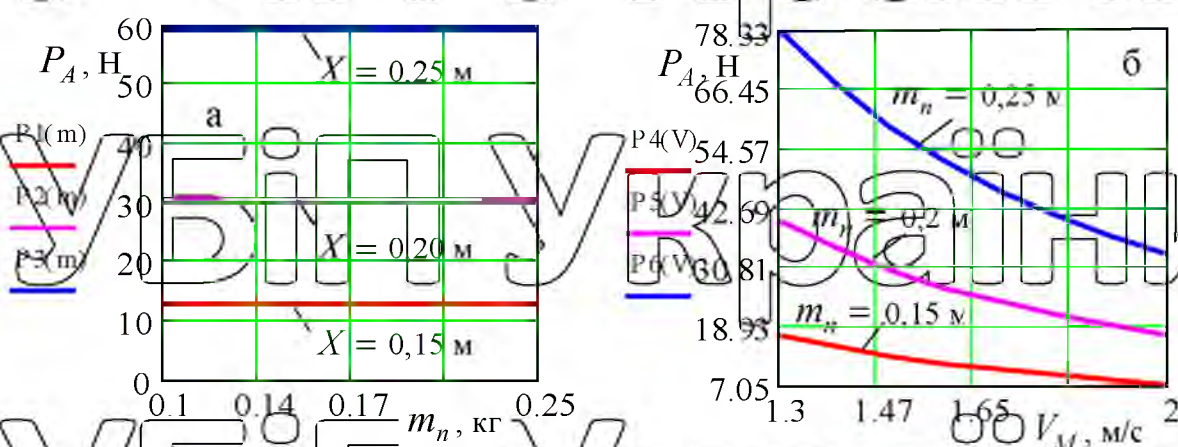


Рис. 2.4. Залежність сили різання P_A : а - від зміни маси ножа m_n ; б - від зміни поступальної швидкості руху проріджувача V_M

не залежить від зміни маси ножа m_n в межах від 0,1 до 0,25 кг при $V_A = const$ (рис. 2.3, рис. 2.4, а), при цьому залежно від переміщення ножа X знаходиться в межах 15...60 Н.

Але подальше графічне моделювання залежності зміни сили різання P_A від маси ножа m_n , коли $m_n > 0,5$ кг показало, що зміна P_A залежно від m_n також носить прямопропорційний характер.

Залежно від поступальної швидкості руху проріджувача, зміна сили різання P_A носить параболічний характер (рис. 2.4, б) і зі збільшенням швидкості руху від 1,3 до 2,0 м/с зменшується приблизно в 2 рази, а зі збільшення маси ножа від 0,15 до 0,25 кг збільшується приблизно в 4 рази.

2.2. Дослідження умови невивалювання коренеплодів копиром

дообрізчика

Для розрахунку допустимої сили контакту копіра з головою коренеплодів, яка буде забезпечувати умову не вивалювання коренеплодів з ґрунту, розглянемо складену еквівалентну схему, яку наведено на рис. 2.5.

Копір 5 встановлюється до горизонту під кутом α , а ніж 6 до напрямку руху під кутом γ . Обрізчик головок коренеплодів працює таким чином.

Рід час руху копір 5 наїжджає на коренеплід 9 і піднімається вгору, а коли з'їжджає з головки – рухається вниз. Цей рух через нижні тяги 4 і верхню тягу 3 і стійку 2 передається ножу 6, який зрізує головку кореня. В залежності від величини зазорів h і b змінюється висота зрізу головки коренеплоду. Встановлення величини зазору h відбувається у вертикальних пазах стійки 2, а зазор b регулюється зміною положення копіра 5 відносно стійки 2 в горизонтальних пазах копіра. Величина цих зазорів залежить від агрофону буряків. Пружина 7 служить для погашення галопірувань (підстрибувань) дообрізчика над головками коренеплодів під час роботи та регулює силу F_n , яка прижимає копір до головки коренеплоду.

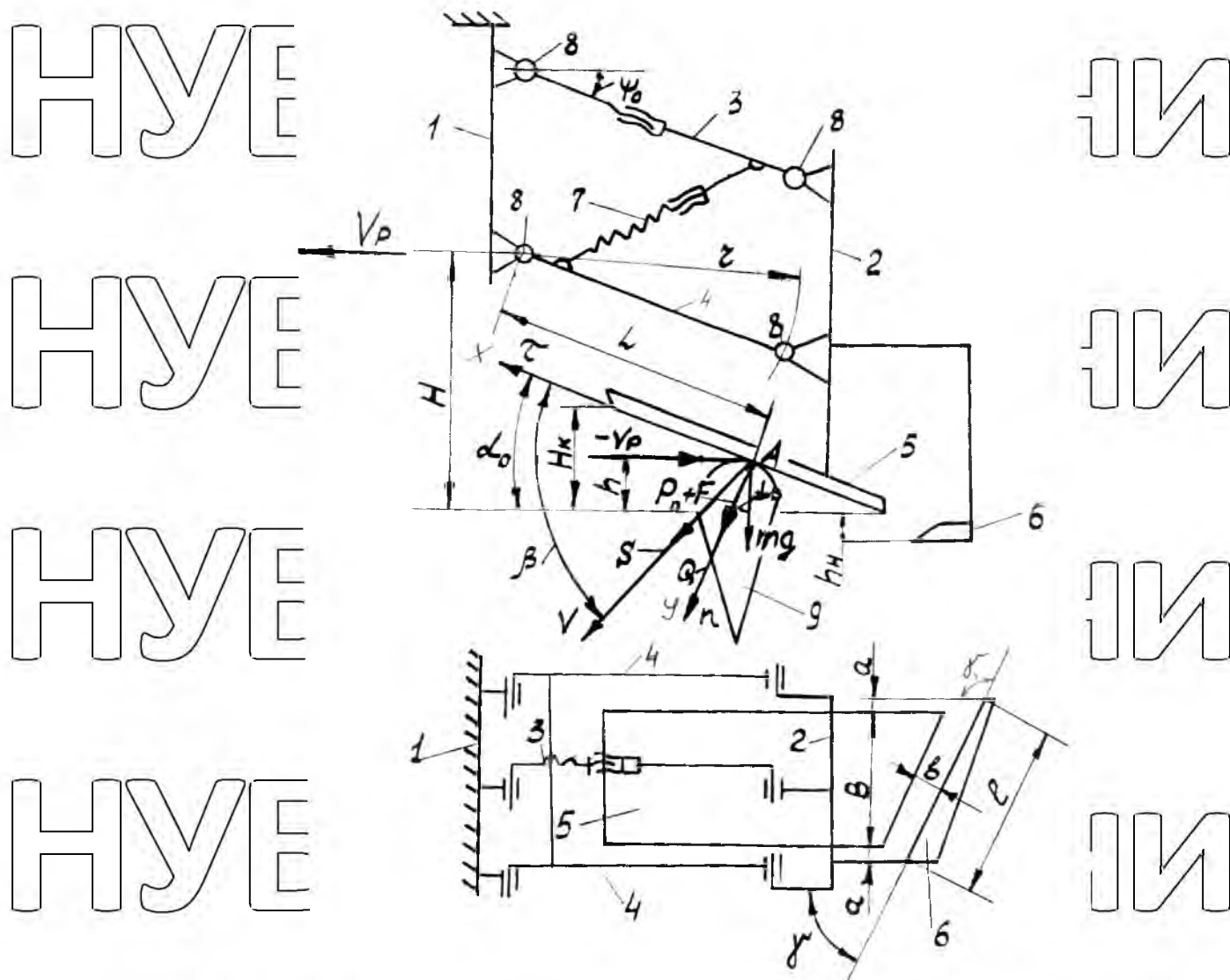


Рис. 2.5. Схема до розрахунку дообрізчика головок коренеплодів

При зустрічі копіра 5 з головкою коренеплоду при швидкості V_p відбувається удар, під час якого на головку коренеплоду в точці A діють: mg - вага рухомих частин дообрізчика; P_n - сила, що прижимає копір до головки коренеплоду (регулюється натягненням пружини 7); F - сила яка враховує сили тертя в шарнірах 8; m - маса рухомих частин дообрізчика, що діє на головку коренеплоду під час удару; g - прискорення вільного падіння.

Під час удару копір змінює свою швидкість від V_1 до V_2 - швидкість нормальна до поверхні копіра до удару; V_2 - швидкість копіра після удару.

Силу Q , що діє на головку коренеплоду під час удару можна визначити як

СУМУ СИЛ

$$Q = mg \cos \alpha + P_n + F \quad (2.38)$$

де Q - сумарне сила, яка діє на головку коренеплоду, Н;

m - маса рухомих частин дообрізчика, кг;

α - кут встановлення копіра до горизонту, град.

P_n - сила, що прижимає копір до головки коренеплоду, Н;

F - сила, яка враховує сили тертя в шарнірах, Н.

Щоб коренеплід не був вибитий з ґрунту під час удару копіра по

коренеплоду необхідно виконання умови:

$$P_{\tilde{a}max} \leq [P_{\tilde{a}}] \quad (2.39)$$

$P_{\tilde{a}max}$ і $[P_{\tilde{a}}]$ - відповідно максимальні значення горизонтальної складової сили $P_{\tilde{a}}$, яка діє з боку копіра та її допустиме значення, Н.

Згідно з законом Ньютона

$$m \frac{dV}{dt} = Q \text{ або } mdV = Qdt, \quad (2.40)$$

де V - швидкість копіра після удару, м/с;

t - час контакту, с.

Інтегруючи рівняння (2.40) від 0 до τ , за час дії удару, будемо мати

$$m(V_1 - V) = 2 \int_0^{\tau} Qdt, \quad (2.41)$$

де V_1 - швидкість копіра до удару, м/с.

або

$$m(V_1 - V) = 2 \int_0^{\tau} mgdt + 2 \int_0^{\tau} P_n dt + 2 \int_0^{\tau} Fdt. \quad (2.42)$$

Виходячи з теорії про середній імпульс за час удару τ , маючи на увазі, що

$$\begin{aligned} S_1 &= m(V_1 - V) \\ S_1 &= 2 \int_0^{\tau} mgdt \end{aligned} \quad (2.43)$$

можна записати

$$S_2 = S_1 + P_{cp} \tau + F_{cp} \tau \quad (2.44)$$

де S - імпульс сили удару, кг м/с;

τ - час удару, с.

Другий і третій члени рівняння мало змінюються під час удару, який відбувається миттєво, отже їх можна не враховувати.

Тому

$$S = m(V_i - V). \quad (2.45)$$

Якщо відомі: ε - коефіцієнт відновлення головки буряка, V_1 - швидкість удару; α - кут між напрямом удару і площиною копіра, то можна знайти ударний імпульс за відомою теорією удару.

Розглянемо удар копіра по коренеплоду в координатах XAY , рис. 2.5.

Швидкість точки A копіра до удару буде

$$V_1 = V_p \cos \alpha. \quad (2.46)$$

Якщо

$$|V_1| = \varepsilon |V_p| \cos \alpha = -\varepsilon V_1; \quad V_\tau = V_1 \sin \beta, \quad (2.47)$$

де β - кут відхилення V_1 після удару, град.

Тоді, враховуючи (2.46) і (2.47) одержимо

$$V \sin \beta = V_1 \sin \alpha; \quad V = V_p \cos \alpha \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (2.48)$$

Таким чином

$$\varepsilon = \frac{V \cos \beta}{V_p \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha \cos \beta}{\cos \alpha \sin \beta} = \frac{\operatorname{ctg} \beta}{\operatorname{ctg} \alpha}; \operatorname{tg} \beta = \frac{1}{\varepsilon} \operatorname{tg} \alpha. \quad (2.49)$$

Отже

$$\operatorname{ctg} \beta = \varepsilon \cdot \operatorname{ctg} \alpha; \beta = \operatorname{arctg}(\varepsilon \cdot \operatorname{ctg} \alpha). \quad (2.50)$$

Таким чином, в кінцевому випадку можна записати

$$V = V_T \sin \alpha \sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \beta} \quad (2.51)$$

$$V = V_p \cos \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + \varepsilon^2 \cos^2 \alpha} \quad (2.52)$$

Враховуючи (2.45-2.52) імпульс сили удару S копіра буде визначатися

$$S = m(1 + \varepsilon) V_p \cos \alpha \quad (2.53)$$

Для того, щоб коренеплоди під час копіювання не вивалювались копіром

з ґрунту необхідно, щоб

$$S \sin \beta + (P_n + F) \sin \alpha < [P_a] \quad (2.54)$$

де $[P_a]$ - допустима горизонтальна сила на вивалювання коренеплодів із землі,

яка залежить від типу ґрунту, його вологості та щільності, відстані між коренеплодами, їх розмірами та іншими умовами.

Підставивши значення (2.53) в (2.54) одержимо кінцеву умову невибивання коренеплодів при роботі дообрізчика залишків гички на головках коренеплодів

$$m(1 + \varepsilon) V_p \cos \alpha \sin \beta + (P_n + F) \sin \alpha < [P_a]. \quad (2.55)$$

Дослідами доведено, що $[P_{\bar{a}}]$ знаходиться в межах 0,15...0,4 кН. При $P_{\bar{a}} = 1,0$ кН вивалювалось з ґрунту до 4,5% коренеплодів.

В рівнянні (2.55) основною складовою є маса копіра, то при конструюванні дообрізчика головок коренеплодів необхідно подбати, щоб його маса була мінімальною, а матеріал копіра був з мінімальним коефіцієнтом тертя. Попереднє натягіння пружини повинно забезпечувати контакт копіра з головкою коренеплоду після удару до початку різання коренеплоду ножем. Крім цього, імпульс сили удару не повинен перевищувати модуль пружності головки коренеплоду.

Так, виходячи з цього, ширину копіра можна прийняти в межах $B = 160...210$ мм, а кут його нахилу до горизонту $\alpha = 20...25^\circ$. H_k - висота початку копіра вибирається більшою максимальної висоти кореня буряка над ґрунтом і знаходиться в межах 150...170 мм. H - висота нижнього шарніра паралелограмної підвіски дообрізчика вибирається конструктивно і знаходиться в межах 250...350 мм, при цьому вона повинна забезпечувати транспортний кліренс машини не менше 300 мм.

Довжина копіра залежить від максимальної висоти головки $L_k = H_k \cos \alpha$.

Вертикальний зазор h_i між ножем і копіром залежить від висоти головки коренеплодів і знаходиться в межах 10...50 мм, а горизонтальний зазор залежить від діаметра головки коренеплодів, знаходиться в межах $b = 20...80$ мм. Кут $\gamma = 130...135^\circ$ повинен забезпечити схід буряну з леза ножа $\gamma = 90^\circ + \varphi$, де φ - кут тертя буряну чи сухої гички по лезу ножа $45^\circ > \varphi > 40^\circ$. Довжина ножа

$l = (B + a) \operatorname{ctg} \varphi$, де a - перекриття ножа відносно копіра вибирається конструктивно в межах $B + d_{max}$, тут d_{max} - максимальний діаметр головки коренеплода цукрових буряків $d_{max} = 80$ мм.

Висновки до розділу

1. Сила різання P_A збільшується прямопропорційно збільшенню переміщення ножа X і практично не залежить від зміни маси ножа m , в межах від 0,1 до 0,25 кг при $V_A = const$, при цьому залежно від переміщення ножа X знаходиться в межах 15...60 Н.

2. Залежно від поступальної швидкості руху проріджувача, зміна сили різання P_A носить параболічний характер - зі збільшенням швидкості руху від 1,3 до 2,0 м/с зменшується приблизно в 2 рази, а зі збільшення маси ножа від 0,15 до 0,25 кг збільшується приблизно в 4 рази.

3. Умова невибивання коренеплодів при роботі дообрізчика залишків гички на головках коренеплодів описується залежністю (2.55), при цьому допустима горизонтальна сила знаходиться в межах 0,15...0,4 кН.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ

ДОСЛІДЖЕНЬ

НУБІП України

У відповідності до поставлених задач програма експериментальних досліджень включала визначення ступеня пошкодження коренеплодів від зміни імпульсного динамічного навантаження з різними поверхнями співудару.

Відомо, що ступінь пошкодження коренеплодів доцільно визначати шляхом їх кидання з різної висоти h на поверхні робочих органів. При цьому, визначаючи швидкість ударної взаємодії за відомою залежністю $V = \sqrt{2gh}$

. Оскільки швидкість ударної взаємодії є постійною величиною, то через радіус периферії робочого органу визначають кутову швидкість його обертання. Однак, за даною методикою, експериментальні дослідження проведені виключно для оцінки глибини пошкодження тіла коренеплодів.

Коренеплоди викопували вручну і зважували на вагах з похибкою ± 5 гр. Дослідження проводили для коренеплодів двох фракцій – для крупних (маса 1,2-2,4 кг) і дрібних (маса 0,3-до 1,2 кг). Крім того, дві вказані фракції коренеплодів поділяли на групи з наступними діапазонами зміни масових характеристик: для крупних – перша група 1,2- до 1,8 кг; друга група 1,8-2,4 кг; для дрібних відповідно 0,3- до 0,8 кг і 0,8- до 1,2 кг.

Ступінь пошкодження коренеплодів при їх взаємодії з поверхнею визначали від одночасного впливу двох факторів - швидкості ударного контакту x_1 та маси коренеплоду x_2 .

У процесі проведення досліджень визначалась площа вм'ятин на поверхні тіла коренеплодів шляхом зрізання шарів, які піддавалися ударним деформаціям і за якою визначали ступінь пошкодження коренеплодів згідно відомої методики.

Досліди здійснювались при одночасній зміні даних факторів на двох рівнях варіювання за планом повнофакторного експерименту ПФЕ 2^2 , реалізація якого включає проведення $M = 4$ незалежних експериментів із повторюваністю дослідів в кожній точці по два рази.

НУБІП України

Оскільки при проведенні експериментів змінні незалежні фактори, тобто швидкість ударного контакту $V_{y.k}$ і маса коренеплодів m , неоднорідні і мають різні одиниці вимірювання, а числа, що виражають значення цих факторів – різні порядки, приводили їх до єдиної системи обрахунків шляхом переходу від дійсних значень до кодованих.

Зв'язок між кодованими x_i та натуральними змінними X_i встановлювали за залежністю:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta X_i}, \quad (3.1)$$

де X_{i0} – натуральне значення i -го фактору на нульовому (основному) рівні;
 ΔX_i – інтервал варіювання i -го фактору.

Нульовим називається рівень, що займає центр інтервалу (середнє значення фактора), який визначали за формулою:

$$X_0 = \frac{X_{max} + X_{min}}{2}, \quad (3.2)$$

де X_0 – числове значення основного рівня;

X_{max} – числове значення верхнього рівня;

X_{min} – числове значення нижнього рівня.

Визначали інтервали варіювання факторами:

$$\Delta X_i = \frac{X_{max} - X_{min}}{2}, \quad (3.3)$$

Вводили умовні позначення верхнього та нижнього рівнів варіювання факторів, відповідно +1, -1 при побудові план-матриці планування експериментів.

Результати кодування факторів експерименту та їх рівні варіювання наведені в табл. 3.1.

Після кодування факторів склали план-матрицю повного факторного експерименту типу ПФЕ 2^2 для загального числа дослідів $M = P^k$, де P – кількість рівнів варіювання, k – кількість діючих факторів в експерименті, яка наведена в табл. 3.2.

Отримані результати розрахунків зводили в таблицю умов проведення і результатів експериментальних досліджень.

Обробку отриманих результатів експериментів проводили за допомогою загальновідомої методики обробки та аналізу проведених експериментальних досліджень.

При цьому функцію відгуку (параметр оптимізації) знаходили у вигляді математичної моделі неповного квадратичного полінома [13]

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2, \quad (3.4)$$

де x_1, x_2, x_{12} – кодовані фактори;

b_0, b_1, b_2, b_{12} – коефіцієнти за відповідних значень x .

Таблиця 3.1

Результати кодування факторів та їх рівні варіювання

Фактор	Натуральні позначен.	Кодовані позначен.	Рівні варіювання			
			Натуральні		Кодові	
			Верх.	Ниж.	Верх.	Ниж.
Швидкість ударного контакту, V_{uk} , м/с	x_1	x_1	6,0	4,5	+1	-1
Маса коренеплодів, m , кг	x_2	x_2	0,85	0,55	+1	-1

Таблиця 3.2

План-матриця експерименту типу ПФЕ 2^2

№ досл.	Рівні факторів		Взаємодія факторів	Параметр оптимізації, Y		Середні значення Y
	X_1	X_2		Повторюваність		
	X_1	X_2	X_1X_2	1	2	$Y_{сер.}$
1	-1	-1	+1	Y_{11}	Y_{12}	$Y_{1с}$
2	+1	-1	-1	Y_{21}	Y_{22}	$Y_{2с}$
3	-1	+1	-1	Y_{31}	Y_{32}	$Y_{3с}$
4	+1	+1	+1	Y_{41}	Y_{42}	$Y_{4с}$

Отримані регресійні залежності характеризували впливи одиничних факторів та їх взаємодію на параметр оптимізації – ступінь пошкодження коренеплодів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

НУБІП України

Згідно методики планування експерименту, описаної в підрозділі 3.1, проводимо обробку результатів експериментальних досліджень з визначення

ступеня пошкодження коренеплодів. Дані записуємо в таблицю 4.1.

НУБІП України

В кожній i -тій точці визначаємо дисперсію S_n^2 , з яких вибираємо максимальну дисперсію S_{max}^2

$$S_n^2 = \frac{1}{m_o - 1} \sum_{i_n=1}^{m_o} (y_{in} - \bar{y}_u)^2, \quad (4.1)$$

НУБІП України

де i_n – номер повторюваності;
 y_{in} – вихідний параметр при i_n повторюваності;
 \bar{y}_u – середнє значення вихідного параметру в кожному досліді;

m_o – число повторюваностей.

НУБІП України

Перевірка відтворюваності здійснюється за критерієм Кохрена (4.1).

$$G = \frac{S_{i_{max}}^2}{\sum_{i=n}^n S_i^2} = \frac{144045}{335255} = 0,429. \quad (4.2)$$

НУБІП України

Табличне значення критерія Кохрена при $n = 4$ і $f_n = m_o - 1 = 7$ буде $G_T(0,005; n, f_n) = 0,555$. Оскільки $G_T > G$ то процес відтворюється.

Коефіцієнти регресії визначається за залежностями:

НУБІП України

$$\left. \begin{aligned} b_o &= \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n \bar{y}_u; \\ b_o &= - \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} \bar{y}_u; \end{aligned} \right\} \quad (4.3)$$

НУБІП України

$$b_o = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} x_{ju} \bar{y}_u;$$

Таблиця 4.1

Результати експериментальних досліджень пошкодження коренелодів

N	X_1	X_2	$X_1 X_2$	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	\bar{y}_u	S_u^2	y_T
1	-1	-1	+1	667	270	357	300	277	195	648	624	413	39385	439
2	+1	-1	-1	1394	1190	1591	1240	1131	957	1620	780	1238	85336	1213
3	-1	+1	-1	960	806	702	462	408	1189	696	899	765	66489	739
4	+1	+1	+1	1225	2040	1088	1110	2052	1394	1540	1444	1487	144045	1513

де X_{iu}, X_{ju} – відповідно значення i -го та j -го кодових факторів в u -му досліді.

Застосувавши рівняння (4.3), розраховуємо коефіцієнти регресії:

$$b_0 = 976,3; b_1 = 387,5; b_2 = 150,1; b_{12} = -26,3.$$

При цьому рівняння регресії буде мати вигляд:

$$\hat{O}_0 = 976,3 + 387,5\delta_1 + 150,1\delta_2 - 26,3\delta_1\delta_2. \quad (4.4)$$

Оцінка значущості коефіцієнтів регресії здійснюється за допомогою критерія Стьюдента. Коефіцієнт вважається значущим, якщо виконується нерівність:

$$|\hat{a}_a| \geq \Delta \hat{a}_a = t(0,05; f_y) \frac{S_y}{\sqrt{n}}, \quad (4.5)$$

де b_a – коефіцієнти b_0, b_1 і b_{12} , які розраховують за формулою (3.7),

$\Delta \hat{a}_a$ – довірна границя;

$t(0,05; f_y)$ – критерій Стьюдента при 5% рівні значущості та числі ступенів вільності дисперсії відтворюваності $f_y = (m_0 - 1) n$.

Рівень значущості рівний $1 - \alpha$, де α – довірна ймовірність. Оскільки при 5% - му рівні значущості $\alpha = 0,95$, а $f_y = (8 - 1)4 = 28$, то табличне значення $t = 2,0$.

Дисперсія дослідів визначається:

$$S_y^2 = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^8 S_i^2 = 83814 \quad (4.6)$$

Тоді

$$\Delta \hat{a}_a = 2 \frac{290}{\sqrt{4}} = 290.$$

У рівнянні регресії (4.4) коефіцієнт b_{12} значно менший довірчого інтервалу, тому залежність (4.4) прийме остаточний вигляд

$$\hat{O}_0 = 976,3 + 387,5\delta_1 + 150,1\delta_2. \quad (4.7)$$

Перевірку адекватності проводимо за критерієм Фішера. Адекватність має місце коли виконується нерівність:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} < F(0,05; f_{ad}; f_y), \quad (4.8)$$

де S_{ad}^2 - дисперсія адекватності;

$F(0,05; f_{ad}; f_y)$ - критерій Фішера при 5% - му рівні значущості;

f_{ad} - число ступенів вільності; $f_{ad} = n - k - 1 = 4 - 2 - 1 = 1$;

k - число факторів у досліді; $k = 2$.

Дисперсія адекватності визначається за залежністю

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{n - k - 1} \sum_{u=1}^n (\hat{O}_0 - \bar{O}_U)^2 = 2653, \quad (4.9)$$

де \bar{O}_U - розрахункове значення відгуку в i -тому досліді, яке визначається за залежністю (4.7).

Тоді за залежністю (4.8) отримаємо

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} = \frac{2653}{83814} = 0,032 < F_T = 4,2. \quad (4.10)$$

Отже, рівняння регресії (4.7) адекватно відтворює результати експерименту.

Відповідно в натуральних координатах рівняння регресії прийме вигляд

$$Y = \epsilon_0 + \sum_{i=1}^2 \epsilon_i \left(\frac{X_i - X_{i0}}{\Delta X} \right),$$

$$\hat{O} = 976 + 387 \left(\frac{V - 5,35}{0,91} \right) + 150 \left(\frac{m - 0,715}{0,125} \right); \quad (4.11)$$

$$\hat{O} = -2157 + 425V + 1200m. \quad (4.12)$$

Залежність (4.12) і результати досліджень, які наведено на рис. 3.1 можуть бути використані для оцінки плями контакту тіла коренеплоду при його ударній взаємодії у визначеній області зміни даних факторів.

Оскільки маса коренеплоду є некерованим фактором, то вибір кінематичних параметрів робочих органів потрібно здійснювати виходячи з найбільш крупних коренеплодів і врожайності.

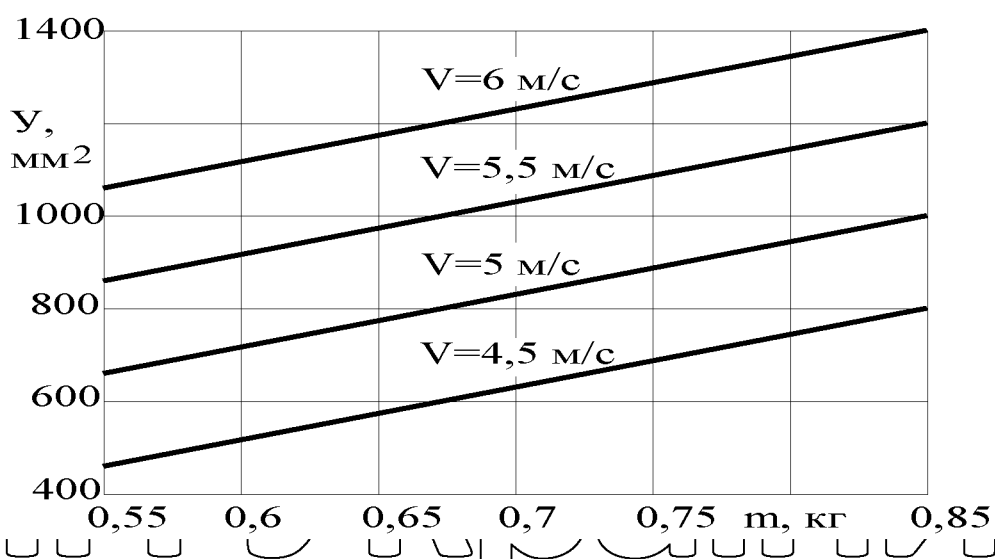


Рис.5. Залежності впливу маси коренеплодів m на пляму контакту Y при різних швидкостях ударної взаємодії

Також необхідно мінімізувати швидкість ударного зіткнення для зменшення пошкоджень поверхні коренеплодів, забезпечуючи при цьому вище вказану величину ударних імпульсів та їх кількість.

Висновки до розділу.

1. Пошкодження коренеплодів залежно від швидкості ударної взаємодії та маси коренеплодів описуються рівнянням регресії (3.8).

2. Домнуючим фактором, який впливає на площу плями контакту тіла коренеплоду, тобто на їх пошкодження є швидкість ударної взаємодії коренеплоду з поверхнею контакту.

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

НУБІП України

5.1 Розрахунок показників економічної ефективності

Основою для розрахунку показників економічної ефективності є прямі експлуатаційні витрати: відрахування на репарацію, капітальний та поточний ремонт, технічне обслуговування, оплата праці, затрати на паливно-мастильні матеріали, а також якість та кількість продукції, яку одержують за допомогою порівнювальних машин.

Розрахунок економічних показників проведено з визначенням додаткового економічного ефекту від зниження кількості значних ушкоджень коренеплодів та їх забрудненості, а також з урахуванням затрат на транспортування буряків до бурякопункту.

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності коренезбиральної машини КВС-6, обладнаної новим дообрижником коренеплодів, подані в таблиці 4.2.

Оскільки продуктивність обох машин, кількість обслуговуючого персоналу, питомі витрати пального однакові, економічну ефективність визначаємо від зниження витрат, зменшення пошкоджень і забрудненості коренеплодів.

Економічний ефект від зниження витрат визначають за формулою:

$$E_K = W_3 \cdot T_p \cdot Y \cdot a \cdot c \quad (5.1)$$

де W_3 – продуктивність машини за годину змінного часу, га/год.;

T_p – річне планове завантаження машини, год.;

Y – середня врожайність буряків, т/га;

a – питоме збільшення збору буряків за рахунок зменшення витрат у дослідній машини порівняно з базовою, $a = 0,008$.

Закупівельну ціну буряка c визначають як певну суму гривень за тону:

НУБІП УКРАЇНИ

$c = 742 \text{ грн./т.}$

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності приведені в таблиці

5.1

Таблиця 5.1

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Назва показника	Одиниця вимірювання	Модернізована модель	Базова модель
Продуктивність за 1 год. часу зміни	га/год	1,1	1,1
Річне планове завантаження	год.	300	300
Середня урожайність	т/га	23,4	23,4
Основні якісні показники:			
– втрати коренеплодів	%	1,4	1,4
– сильні пошкодження коренеплодів		4,7	5,8
– забрудненість коренеплодів гичкою		2,0	6,3

$$E_k = 1,1 \cdot 300 \cdot 0,08 \cdot 742 = 19\,588,8 \text{ грн.}$$

На один гектар зібраної площі припадає:

$$E = E_k / (W_f \cdot T_f) \quad (5.2)$$

Додатковий економічний ефект від зменшення пошкоджень визначаємо

за формулою:

$$E_{\text{доп}} = 0,95 \cdot 10^{-5} \cdot (x_1 - x_2) \cdot Q \cdot m \cdot t \cdot k \cdot C_f \cdot 10^{-4} \cdot (x_1 - x_2) \cdot [D_r \cdot t \cdot (0,0104 + 0,00095 \cdot x_2)], \quad (5.3)$$

де x_1 і x_2 – кількість значно пошкоджених коренів базовою і модернізованою машинами, %;

Q – кількість буряків, зібраних за сезон, т;

D_r – вихідна цукристість коренеплодів, % ($D_r=14\%$);

m – частка сировини, що підлягає зберіганню ($m=0,4$);

t – середній термін зберігання буряку на цукровому заводі, т=30 днів;

k – поправочний коефіцієнт;

C_1 – оптова ціна цукру, грн./т ($C_1=13900$ грн./т);

C_2 – прямі видатки на виробництво однієї тонни цукру ($C_2=900$ грн./т).

Кількість буряків, зібраних за сезон, визначаємо за формулою:

$$Q = Y \cdot W_3 \cdot T_p, \quad (5.4)$$

де Y – середня врожайність буряків, т/га;

W_3 – продуктивність машини за годину змінного часу, га/год;

T_p – планове річне завантаження машини, год.

$$Q = 23,4 \cdot 1,1 \cdot 300 = 7722 \text{ т.}$$

Поправочний коефіцієнт визначають як добуток коефіцієнтів:

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (5.5)$$

де $k_1 = 0,9$ – коефіцієнт заготівлі буряка;

$k_2 = 0,98$ – коефіцієнт втрати буряка за період від приймання до переробки;

k_3 – коефіцієнт виходу цукру з сировини, $k_3 = 0,75$.

$$K = 0,9 \cdot 0,98 \cdot 0,75 = 0,661$$

$$E_{\text{доо}} = 0,95 \cdot 10^{-5} \cdot (447,9 - 362,9) \cdot 7722 \cdot 0,4 \cdot 30 \cdot 0,661 \cdot 13900 \cdot 10^{-4} \cdot (447,9 -$$

$$362,9) \times [0,14 \cdot 30 \cdot (0,0104 + 0,00095 \cdot 362,9)] = 8\,716,76 \text{ грн.}$$

На один гектар зібраної площі припадає:

$$E'_{\text{доо}} = E_{\text{доо}} / (W_3 \cdot T_p). \quad (5.6)$$

$$E'_{\text{доо}} = 8716,76 / (1,1 \cdot 300) = 26,42 \text{ грн.}$$

Крім цього, модернізована машина буде мати економічну ефективність $E_{\text{д}}$ від зменшення витратків, пов'язаних з транспортуванням коренеплодів до бурякопункту.

Продуктивність за одну годину змінного часу на відвезенні цукрових буряків визначається за формулою:

$$W_{\text{СА}} = A / Q_{\text{с}} \quad (5.7)$$

де B – вантажоздатність причепа, т;

$T_{\text{ц}}$ – час одного циклу при відвезенні, с.

Припустимо, що відвезення здійснюється трактором ЮМЗ-6Л з причепом 2НТС-4 на відстань 12 км.

Вантажоздатність причепа у тоннах чистої продукції коренеплодів буряків становить:

$$B = (q/100) \cdot Q, \quad (5.8)$$

де q – паспортна вантажоздатність причепа (для причепа 2НТС-4 – 4т.);

Q – чистота вороху коренеплодів при збиранні базовою і модернізованою машинами, що визначається як сто мінус забрудненість.

$$B_6 = (4/100) \cdot 93,7 = 3,75 \text{ т.}$$

$$B_M = (4/100) \cdot 98 = 3,92 \text{ т.}$$

Час одного циклу при відвезенні коренеплодів становить

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{зав.}} + t_{\text{пер.}} + t_{\text{заван.}} + t_{\text{д.пер.}} \quad (5.9)$$

де $t_{пер.б} = t_{пер.м} = 0,7$ – час перевезення коренеплодів, год.;

$t_{х.пер.б} = t_{х.пер.м} = 0,8$ – час холостого переїзду, год.;

$t_{виван.б} = t_{виван.м} = 0,3$ – час вивантаження коренеплодів, год.

Час вивантаження транспортного засобу становить:

де $T_{нав.} = B / (Y \cdot W_B)$, (5.10)

де W_B – продуктивність роботи машини, га/год.;

Y – урожайність коренеплодів цукрових буряків, т/га.

$T_{нав.б} = 3,75 / (23,4 \cdot 1,1) = 0,146$ год.;

$T_{нав.м} = 3,92 / (23,4 \cdot 1,1) = 0,152$ год.;

$T_{ц.б.} = 0,146 + 0,7 + 0,3 + 0,8 = 1,946$ год.;

$T_{ц.м.} = 0,152 + 0,7 + 0,3 + 0,8 = 1,952$ год.;

$W_{зв.б.} = 3,75 / 1,946 = 1,92$ м/год.; $W_{зв.м.} = 3,92 / 1,952 = 2$ м/год.

Необхідну кількість транспортних засобів для вивезення коренеплодів визначаємо за формулою:

$$K = Y / B. \quad (5.11)$$

$K_б = 23,4 / 3,75 = 6,24$.

$K_м = 23,4 / 3,92 = 5,97$.

Заробітну плату працівників щодо вивезення коренеплодів з 1 га визначаємо за формулою:

$$z = (\sum K \cdot r_j) / T_y \cdot K_1, \quad (5.12)$$

де K – кількість механізаторів, зайнятих на вивезенні;

r_j – погодинна ставка механізатора ($r_j=42$ грн./год.);

K_1 – коефіцієнт використання експлуатаційного часу ($K_1 = 0,7$).

$$z_6 = (6,24 \cdot 42) / (1,946 \cdot 0,7) = 192,39 \text{ грн./га}$$

$$z_M = (5,97 \cdot 42) / (1,952 \cdot 0,7) = 183,50 \text{ грн./га.}$$

Питомі витрати на реновацію транспортних засобів становлять:

$$A = B \cdot a \cdot Y / W_{\text{ср}} \cdot T_{\text{рм}} \quad (5.13)$$

де $B = 360500$ грн. – балансова вартість транспортного засобу (ЮМЗ-6Л+причіп 2ПТС-4);

$a = 0,16$ – нормативний коефіцієнт амортизаційних відрахувань на реновацію;

$T_{\text{рм}}$ – нормативне річне завантаження трактора, год. ($T_{\text{рм}} = 1000$ год.)

$$A_6 = 360500 \cdot 0,16 \cdot 23,4 / 1,92 \cdot 1000 = 702,96 \text{ грн./год.};$$

$$A_M = 360500 \cdot 0,16 \cdot 23,4 / 2 \cdot 1000 = 674,86 \text{ грн./год.}$$

Питомі відрахування на капітальний, поточний ремонт і планове технічне обслуговування становлять:

$$P = B \cdot (R_k + R_n) / W_{\text{ср}} \cdot T_{\text{рм}} \quad (5.14)$$

де $(R_k + R_n) = 0,34$ – нормативний коефіцієнт щорічних відрахувань на капітальний і поточний ремонт.

$$P_6 = 360500 \cdot 0,34 / 1,92 \cdot 1000 = 63,84 \text{ грн./га.}$$

$$P_M = 360500 \cdot 0,34 / 2 \cdot 1000 = 61,29 \text{ грн./га.}$$

Питомі затрати на паливно-мастильні матеріали становлять:

$$П = (N_{\delta} \cdot q \cdot Ц_{п} \cdot a_{н} \cdot K \cdot T_{п}) / 100, \quad (5.15)$$

де N_{δ} – номінальна потужність двигуна, кВт ($N_{\delta} = 51,5$ кВт);

q – питома витрата пального, кг/кВт·год. ($q = 0,252$ кг/кВт·год.);

$Ц_{п}$ – вартість дизельного пального, грн./кг ($Ц_{п} = 22,4$ грн./кг);

$a_{н}$ – середній процент використання потужності трактора, % ($a_{н} = 80\%$).

$$П_{б} = (51,5 \cdot 0,252 \cdot 80 \cdot 22,4 \cdot 1,946) / 100 = 452,57 \text{ грн./га.}$$

$$П_{нм} = (51,5 \cdot 0,252 \cdot 80 \cdot 22,4 / 1,952) / 100 = 453,97 \text{ грн./га.}$$

Прямі експлуатаційні видатки становитимуть:

$$B_{п} = Z + A + P + П. \quad (5.16)$$

$$B_{пб} = 192,39 + 702,96 + 63,84 + 452,57 = 1411,8 \text{ грн./га.}$$

$$B_{нм} = 183,50 + 674,86 + 61,29 + 453,97 = 1373,6 \text{ грн./га.}$$

Питомі капіталовкладення визначають за формулою:

$$K_{п} = (B / W_{\text{вс}} \cdot T_{\text{пм}}) \cdot Y. \quad (5.17)$$

$$K_{пб} = (360500 / 1,92 \cdot 1000) \cdot 23,4 = 4393,60 \text{ грн./га.}$$

$$K_{нм} = (360500 / 2 \cdot 1000) \cdot 23,4 = 4217,90 \text{ грн./га.}$$

Наведені витрати на 1 га становлять:

$$П_{\text{вс}} = e \cdot K_{п} + B_{п}, \quad (5.18)$$

де e – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($e = 0,15$).

$$\Pi_{\text{ит.б.}} = 0,15 \cdot 4393,60 + 1411,8 = 2070,80 \text{ грн./га.}$$

$$\Pi_{\text{ит.м.}} = 0,15 \cdot 4217,90 + 1373,6 = 2006,30 \text{ грн./га.}$$

5.2 Розрахунок річного економічного ефекту

Економічний ефект від зниження забрудненості коренеплодів гичкою на 1

га становить:

$$E'_d = \Pi_{\text{ит.б.}} - \Pi_{\text{ит.м.}} \quad (5.19)$$

$$E'_d = 2070,80 - 2006,30 = 64,50 \text{ грн./га.}$$

Річний економічний ефект становить:

$$E_d = E'_d \cdot W_z \cdot T_p, \quad (5.20)$$

де T_p – сезонне напрацювання коренезбиральної машини, га.

$$E_d = 64,5 \cdot 1,1 \cdot 300 = 21285 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект за рік експлуатації становить:

$$E_p = E_k + E_{\text{дод}} + E_d. \quad (5.21)$$

$$E_p = 19\,588,8 + 8\,716,76 + 21\,285 = 49\,591 \text{ грн.}$$

а на 1 га зібраної площі:

$$E'_d = E_p / W_z \cdot T_p. \quad (5.22)$$

$$E'_d = 49\,591 / 1,1 \cdot 300 = 150,27 \text{ грн.}$$

Економічна ефективність проекту приведена в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Економічна ефективність проекту

№ п/п	Показники	Значення показників		Зниження (підвищення) показників, %
		Базова машина	Нова машина	
1	Кількість транспортних засобів, шт.	6,24	5,97	0,27
2	Заробітна плата, грн/га	192,39	183,50	8,89
3	Прямі витрати на реновацію транспортних засобів, грн/год	702,96	674,86	28,1
3	Затрати на капітальний ремонт і ТО, грн/га	63,84	61,29	2,55
4	Затрати на паливно-мастильні матеріали, грн/га	452,57	453,97	-1,4
5	Прямі експлуатаційні видатки, грн/га	1411,8	1373,6	38,2
6	Питомі капіталовкладення, грн/га	4393,60	4217,90	175,7
7	Річний економічний ефект на 1 га, грн.		150,27	
8	Загальний економічний ефект за рік, грн.	-	49591	-

1. Економічний ефект від зниження забрудненості коренеплодів гичкою на

1 га становить 64,50 грн./га

2. Загальний економічний ефект за рік експлуатації становить 49591 грн./а на 1 га зібраної площі 150,27 грн.

ВИСНОВКИ

1. Запропоновано вдосконалену конструкцію гичкозрізувального пристрою шляхом встановлення пасивного підпружиненого ножа дообрізчика на осі обертання, а його хід обмежити упорами, що забезпечує різання з ковзанням.

2. Сила різання P_A збільшується прямопропорційно збільшенню переміщення ножа X і практично не залежить від зміни маси ножа m_n , в межах від 0,1 до 0,25 кг при $V_A = const$, при цьому залежно від переміщення ножа X знаходиться в межах 15...60 Н.

3. Залежно від поступальної швидкості руху проріджувача, зміна сили різання P_A носить параболічний характер - зі збільшенням швидкості руху від 1,3 до 2,0 м/с зменшується приблизно в 2 рази, а зі збільшення маси ножа від 0,15 до 0,25 кг збільшується приблизно в 4 рази.

4. Умова невивибання коренеплодів при роботі дообрізчика залишків гички на головках коренеплодів описується залежністю (2.54), при цьому допустима горизонтальна сила знаходиться в межах 0,15...0,4 кН.

5. Допустима швидкість співудару коренеплодів масою $1,5 \pm 0,1$ кг при прямому центральному ударі з прогумованою металевою поверхнею співудару становить 3,9 м/с, а з металевою поверхнею, відповідно 3,1 м/с, тобто при цих швидкостях співудару пошкодження коренеплодів не будуть перевищувати 15% межу згідно вихідних вимог на коренезбиральні машини.

6. Загальний економічний ефект за рік експлуатації становить 49591 грн., а на 1 га зібраної площі 150,27 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамчук В.В. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В.В. Адамчука, М.І. Приципина. – К.: Аграр. Наука, 2012. – 416 с.

2. Комплексна механізація буряківництва: Навчальний посібник / В.Д. Гречкосій, М.Я. Дмитришак, Р.В.Шатров та ін.. За ред. В.Д. Гречкосія, М.Я. Дмитришака. – В: ГОВ «НіланТД», 2013. – 358 с.

3. Зубков В. Обґрунтування технологічної доцільності сепарації коренебульбоплодів у блоковому псевдозрідженому шарі / В. Зубков, Є. Ріпецький // Вісник ТНТУ. Машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки. – 2012. – Т. 67, № 3. – С. 255 – 260

4. Барабаш Г. Особливості обґрунтування режимів роботи машинних агрегатів з використанням сучасних енергетичних засобів / Г. Барабаш, В. Зубко, О. Барабаш, Т. Щур // Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – Львів: ЛНАУ, 2013. № 17. – С. 110 – 116.

5. Баранов А.М. Основи наукових досліджень. Частина II "Статистична обробка даних і планування експерименту". Методичні вказівки по виконанню самостійної роботи студентами денної форми навчання / А.М. Баранов. – Х.: УПА., 2003. – 44 с.

6. Барановський В.М. Основи розробки адаптованих транспортно-технологічних систем коренезбиральних машин / В.М. Барановський, М.І. Підгульський, М.Р. Паньків, В.В. Теслюк, В.Б. Онищенко – К.: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. – 351 с.

7. Барановський В.М. Основи розробки адаптованих транспортно-технологічних систем коренезбиральних машин / В.М. Барановський, Н.А. Дубчак, В.В. Теслюк, М.Р. Паньків, В.Б. Онищенко – К.: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 176 с.

8. Біосфера та агротехнології: інженерні рішення: навчальний посібник / [Колектив авторів], за редакцією В. Кравчука; Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДПВТ ім. Л. Погорлого – Дослідницьке, 2015. – 230 с.

9. Бойко Д.І. Шляхи інтенсифікації процесів приготування комбікормів / Д.І. Бойко, О.О. Науменко, Т.І. Шур // Технічні системи і технології тваринництва. Вісник ХНТУСГ. – Харків: ХНТУСГ, 2014. – Вип. 144. – С. 3–7.

10. Борис А.М. Визначення втрат цукроносної маси та залишків гички цукрового буряку при її безкопінному зрізі / А.М. Борис // Праці ТДАТУ. Том 1. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 12. – С. 191–201.

11. Булгаков В.М. Основи теорії та розрахунку процесу очистки головок коренеплодів на корені гнучкою лопаттю / В.М. Булгаков, І.В. Головач // 36. наук. пр. НАУ «Механізація сільськогосподарського виробництва». Т. VII. – К.: НАУ., 2005. – С. 12–14.

12. Войтюк Д.Г. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів [Д.Г. Войтюк, Царенко О.М., С.С. Яцун, М.Я. Довжик, В.М. Швайко, О.А. Саржанов. За ред. С.С. Яцуна] // Практикум: Навчальний посібник. – К.: Аграрна освіта, 2000. – 93 с.

13. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку навч. посіб. / Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я.; за ред. Д.Г. Войтюка. — Суми : ВТД «Університетська книга», 2008. – 543 с.

14. Войтюк Д.Г. Обґрунтування технологічного процесу і параметрів комбінованого очисника ворсху кормових буряків [Монографія] / [Д.Г. Войтюк, А.Ю. Виговський, В.М. Барановський, В.В. Теслюк]. – К.: Аграр Медіа Груп, 2013. – 226 с.

15. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: Агроосвіта, 2015. – 679 с.

16. Войтюк Д.Г. Машини для рослинництва: Практикум: навчальний посібник з виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / В.Д. Войтюк, О.П. Деркач, В.С. Лукач. – Ніжин: видавець ІПП Лисенко М.М., 2017. – 352 с.

17. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: навч. посіб. / Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С., Мартишко В.М., Гуменюк Ю.О. – Київ: «Агроосвіта», 2017. – 180 с.

18. Гречкосій В.Д. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник/ В.Д.Гречкосій, В.Д.Войтюк, Р.В. Шатров, І.І.Мельник, Я.М. Михайлович, В.Г. Опалко. – Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 364 с.

19. Дубровін В.О. Дизайн та ергономіка аграрної техніки : [навч. посібник для студ. вищ. навч. закл.] / В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко, М.Д. Мельничук, Л.Ф. Бабітький, В.В. Теслюк, В.Б. Онисенко, О.П. Слинько, С.В. Драгнев. – К: «Аграр Медіа Груп», 2014. – 180 с.

20. Дубровін В.О. Проектування технологічних процесів у рослинництві / методичні вказівки і завдання для виконання практичних і самостійних робіт / [В.О. Дубровін, В.Д. Гречкосій, Р.В. Шатров, В.В. Теслюк] за ред. доц. В.Д. Гречкосія – К.: Видавничий центр НУБіП, 2012. – 116 с.

21. Комплексна механізація буряківництва: Навчальний посібник / В.Д. Гречкосій, М.Я. Дмитришак, Р.В.Шатров та ін. За ред. В.Д. Гречкосія, М.Я. Дмитришака. – В: ТОВ «НіланТД», 2013. – 358 с.

22. Макаренко М. Пітинг та інші загрози міжсезоння // М. Макаренко // Агробізнес сьогодні, 2012. – № 22.

23. Мельник І.І. Планування ефективного використання техніки / [Мельник І.І., Демидко М.О., Гречкосій В.Д. та ін.]. Ніжин: Аспект-поліграф, 2005. – 80 с.

24. Мельник І.І. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу / [І.І. Мельник, В.Д. Гречкосій, С.М. Бондар та ін.]. – К.: Видавничий центр НАУ, 2004. – 151с.

25. Погорілий М.Л. Підвищення динамічної активності і технологічної ефективності копачів бурякозбиральних машин // 36 наук праць НАУ. – Т. 8. – К., 2000. – С. 56-66.

26. Попович П. Коррозия машиностроительных сталей в средах органических удобрений / П. Попович, О. Цьонь, Т. Довбуш и др. // Motrol. Commission of Motorization and energetics in agriculture – 2014. – Vol. 16, No 4. – P. 219–225.

27. Попович П.В. Експериментальні дослідження металоконструкцій бітерів розкидачів органічних добрив в корозійних середовищах / П.В. Попович, О.П. Цьонь // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2011. – Вип. 109. – С. 127 – 132.

28. Попович П.В. Обґрунтування параметрів обладнання для випробувань багатоступінчастих редукторів розкидачів твердих органічних добрив / П.В. Попович, О.П. Цьонь, Т.А. Довбуш // Конструювання, виробництво та експлуатація с/г машин. – Кіровоград, 2011. – Вип. №41, част.1. – С. 321 –326.

29. Попович П.В. Оцінка залишкової довговічності с/г машин / П.В. Попович, С.П. Сікорський, О.П. Цьонь // Перша науково-технічна конференція ФХВ ТНТУ ім. Івана Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2011. – С. 15.

30. Рибак Т. Обґрунтування схеми зрізування гички цукрових буряків плоским ножом / Т. Рибак, О. Цьонь // XVI наукова конференція ТНТУ імені Івана Пулюя „Матеріалознавство та машинобудування”. Том II. – Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2012. – С. 128.

31. Рибак Т. Огляд конструкторів бурякозбиральних комбайнів / Т. Рибак, О. Цьонь // XVI наукова конференція ТНТУ імені Івана Пулюя „Матеріалознавство та машинобудування”. Том II. – Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2012. – С. 134.

32. Рибак Т.І. Вплив перерозподілу зусилля різання активного ножа дообрізувача гички буряків на його довговічність / Т.І. Рибак, О.П. Цьонь, М.Я. Сташків // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. “Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”. – Харків, 2014. – Вип. № 151. – С. 222 – 227.

33. Рибак Т.І. Огляд гнчковидаляючих апаратів буркозбиральних машин та шляхи їх вдосконалення / Т.І. Рибак, О.П. Цьонь // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. “Технічний сервіс машин для рослинництва”. – Харків, 2013. – Вип. № 134. – С. 203 – 207.

34. Рибак Т.І. Оцінка фактичної міцності та ресурсу критичних елементів основних несучих конструкцій с/г машин / Т.І. Рибак, П.В. Попович, А.Б. Дутка, О.П. Цьонь // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Міжнародна

науково-практична конференція “Проблеми надійності машин і засобів механізації с/г виробництва.” – Харків, 2012. – Вип. № 128. – С. 24 – 28.

35. Рибак Т.І. Підвищення надійності сільськогосподарських машин. Том 4. / Т.І. Рибак. – Тернопіль: ТНТУ, 2012. – 279 с.

36. Ріпецький Є.Й. Визначення оптимального кінематичного співвідношення ланок маніпулятора грейферного навантажувача з урахуванням режимів роботи / Є.Й. Ріпецький // Вісник ХНУУ “Технічні системи і технології тваринництва”. – Харків. – 2012. – Вип. 120. – С. 410 – 417.

37. Ріпецький Є.Й. Особливості силового навантаження маніпулятора за взаємодії грейфера з матеріалом / Є.Й. Ріпецький // Вісник Львівського національного університету. Львів: Агро. – 2012. – С. 119 – 126.

38. Рудь А.В. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 1 / [А.В. Рудь, І.М. Бандера, Д.Г. Войтюк та ін.] ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 584 с.; іл.

39. Рудь А.В. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2 / [А.В. Рудь, І.М. Бандера, Д.Г. Войтюк та ін.] ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 432 с.; іл.

40. Тіщенко С.С., Дубровін В.О., Теслюк В.В., Волянський М. С. Сільськогосподарські машини. Проектування робочих органів для поверхневого

обробітку ґрунту. Навчальний посібник. [С.С. Тіщенко, В.О. Дубровін, В.В. Теслюк, М.С. Волянський]. – К.: Медіагруп, 2014. – 152 с.

41. Цьонь О.П. Планування багатofакторного експерименту з

дослідження активних дообрізувачів гички / О.П. Цьонь, Г.Б. Цьонь // Актуальні

задачі сучасних технологій: Зб. тез доповідей міжнар. наук. – техн. конф.

Молодих учених та студентів – Тернопіль: ТНТУ, 2013. – С. 165.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України