

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології збирання буряків
цукрових з обґрунтуванням параметрів дообрізчика
гички**

Виконав: студент факультету за спеціальністю
208 «Агроінженерія»

_____ Майоренко Максим Павлович

Керівник: _____ Волик Борис Анатолійович

Рецензент: _____

Дніпро, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи _____

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “_____” _____ 20__ року

№ _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Майоренко М.П. Удосконалення технології збирання буряків цукрових з обґрунтуванням параметрів дообрізчика гички/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023. – 79 с.

В роботі проведено аналіз біологічних властивостей цукрових буряків, стан бурякової галузі в Україні і розроблено технологію збирання цукрових буряків з використанням удосконаленого дообрізчика гички бункерного бурякозбирального комбайна.

Проведено аналіз існуючих і машин і механізмів для видалення гички і розроблено конструкцію дообрізчика залишків гички для самохідної коренезбиральної машини та проведені розрахунки основних параметрів і режиму роботи агрегату.

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

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 112448 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року її використання.

Ключові слова: цукровий буряк, технологія, коренезбиральна машина, гичка, дообрізчик, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ. ...	8
2 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ.	17
2.1 Опис технологічного процесу збирання коренів машиною КБС-6.	17
2.2 Опис об'єкту розробки (будова, принцип роботи та недоліки базової конструкції).	18
2.2.1 Агротехнічні вимоги до машини.	18
2.2.2 Будова та принцип роботи бурякозбиральної машини КБС-6. ...	20
2.2.3 Недоліки базової конструкції.	22
2.3 Патентно-технологічний огляд машин аналогів.	23
3 ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ. 35	
3.1 Конструктивні розрахунки.	35
3.1.1 Розробка компоновочних рішень робочих органів для зрізування гички.	35
3.1.2 Розроблення схем дії зусиль при доочищенні головок коренеплодів від залишків гички пасивними дообрізувачами. ...	36
3.1.3 Визначення зусилля різання плоским підпружиненим ножом. ...	39
3.2 Технологічні розрахунки.	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.	52
4.1 Вимоги техніки безпеки при експлуатації машини КБС-6.	52
4.1.1 Загальні положення.	52
4.1.2 Роботи перед запуском та у процесі запуску машини.	52
4.1.3 Вимоги до безпеки у процесі роботи машини і переїздах.	53
4.1.4 Вимоги безпеки після зупинки машини.	54
4.1.5 Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні та ремонтах. ...	54
4.1.6 Особливості буксирування.	55
4.2 Протипожежні заходи.	55
5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.	57
6 РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ.	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	70
ДОДАТКИ.	72

ВСТУП

Після широкомасштабного вторгнення росії, значного руйнування інфраструктури морських портів і блокування агресором зернового коридору, в агропромисловому секторі України виникли проблеми з експортом основного продукту – зерна. Вирощування зернових для аграріїв стало збитковим і вони почали вносити зміни в структуру посівних площ на культури, які можуть бути рентабельними в умовах війни. Однією з таких культур експерти називають цукровий буряк [1, 2].

Але вагомим чинником, який впливає на збільшення обсягів і підвищення рентабельності виробництва цукру, є високий рівень механізації виробництва і, особливо, збирання коренеплодів цукрових буряків. Від правильної і чіткої організації цього процесу, раціонального використання збиральної техніки і транспортних засобів залежить повнота і ефективність збору урожаю [3, 4].

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 гичкою – 2–8%, землею – 5–30%) і техніко-експлуатаційних показників (продуктивність, надійність технологічного процесу, енергоємність збирального комплексу і ін.) 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 показників агротехнічних, техніко-експлуатаційних і економічних, то для знаходження оптимальних параметрів машин по екстремальних значеннях 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 гичковидаляючих 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 компоувальних схем та розробка нових конструкцій гичковидаляючих механізмів, як і бурякозбиральної техніки взагалі, повинні, базуючись на світовому досвіді, враховувати особливості вітчизняних агротехнічних, техніко-економічних, екологічних та інших виробничих вимог.

Мета дипломної роботи – удосконалення технології збирання буряків цукрових з обґрунтуванням параметрів дообрізчика гички. Для виконання дипломної роботи за базову конструкцію взятий бункерний комбайн КБС-6, який в подальшому буде вдосконалюватися.

1 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Забезпечення високої продуктивності інтенсивної технології вирощування цукрових буряків передбачає знання їх біології: особливостей росту і розвитку, вимог до тепла, вологи, світла, фізіології мінерального живлення і фотосинтезу, накопичення маси коренеплодів і цукру та ін.

Українська інтенсивна технологія розрахована на більш повне задоволення біологічних потреб рослин цукрових буряків, що є передумовою підвищення врожайності та якості коренеплодів.

Насіння

В господарській практиці під назвою «насіння цукрових буряків» мають на увазі клубочки (супліддя). В плодах однонасінних форм цукрових буряків знаходиться одна насінина.

Проростання насіння може проходити тільки при наявності трьох факторів: вологи, відповідної температури та доступу кисню. При проростанні повітряно-сухе насіння поглинає 120-170 % води від своєї ваги. При цьому оплодень вбирає більше води, ніж власне насіння, для проростання якого достатньо 40-72 %. Більша частина води поглинається насінням в перші 2-3 години від початку замочування. В польових умовах висіяне насіння повинно мати якомога більший контакт з вологим ґрунтом.

Вплив температури на швидкість проростання насіння може характеризуватись наступними даними:

Температура (в °С)	1-2°	3-4°	6-7°	10-12°	15-25°
Період проростання (в днях)	45-60	25-30	10-15	8-10	3-4

Отже, процес проростання насіння починається вже при температурі 1-2°С, але період проростання знаходиться в залежності від підвищення

температури. Оптимальна інтенсивність проростання й найвища польова схожість насіння спостерігаються при температурі 20-25°C.

При набуханні насіння в ньому активізуються біохімічні процеси, перш за все — це ферментативний розпад вуглеводів, жирів та білків на їх складові більш прості речовини, які використовуються в процесі росту проростка. Одночасно з цим підвищується інтенсивність дихання, що є джерелом енергії всіх фізіолого-біохімічних процесів. Для нормального проходження цього процесу необхідне надходження до насінини кисню. Проростання насіння розпочинає корінчик зародка, який розриває насінневу оболонку, відкриває кришечку і заглиблюється в ґрунт. Дещо пізніше починається ріст гіпокотилія (підсім'ядольне коліно), який виносить на поверхню сім'ядолі, що швидко розгортаються і розпочинають фотосинтетичну діяльність.

Запас поживних речовин у насінні дуже малий, і якщо він витрачається до виходу сім'ядолей на поверхню ґрунту, то проросток гине. Чим швидше і дружніше з'являються сходи цукрових буряків, тим менше витрачається запасних речовин до початку їх фотосинтетичної діяльності, а це зміцнює молоді проростки і збільшує шанс на одержання високого врожаю коренеплодів з підвищеною цукристістю.

Ріст і розвиток

Під ростом розуміється збільшення маси рослини. До поняття розвитку відносяться якісні зміни, які відбуваються в рослині. Ріст і розвиток рослин — явища нетотожні.

У початковий період росту та розвитку рослин цукрових буряків першого року життя відрізняють фазу проростання, фазу вилочки і фази першої, другої, третьої, четвертої і п'ятої пари справжніх листків. У подальшому листки у рослин цукрових буряків з'являються поодинці, тому уже не застосовують поняття – пари.

У виробничій практиці розрізняють також фази змикання листків у рядках, у міжряддях і фазу настання технічної стиглості коренеплодів. У схему періодів фаз росту і розвитку цукрових буряків включені і нульові фази: осіння

0-1 і весняна 0-2 з тим, щоб здійснювати важливі агротехнічні заходи (внесення добрив, застосування пестицидів і ін.) в одному технологічному циклі ще при відсутності рослин.

Рослини цукрових буряків на першому році життя утворюють в середньому 50-60 листків загальною площею від 3 до 6 тис. см², або 50-60 тис. м²/га. Динаміка й тривалість росту різних листків неоднакова. Самий короткий період росту (біля 20 днів) спостерігається у листків першої пари і листків останнього десятка. Інтенсивність відмирання листків значно посилюється в кінці вегетації. Цей процес регулюється застосуванням науково-обґрунтованих доз і співвідношень мінеральних добрив та іншими агротехнічними заходами. Найбільш продуктивними є листки другого десятка, які мають велику площу асиміляційної поверхні, підвищену життєдіяльність та знаходяться в оптимальних умовах освітлення, що забезпечує високі прирости маси коренеплодів, тому їх потрібно ретельно оберігати від шкідників та хвороб, а також механічних пошкоджень. Своєчасно сформований потужний листковий апарат рослин цукрових буряків є однією з найважливіших умов високої їх продуктивності (рис. 1.1).

У фазі 2-4 пар листків відбувається линька - розтріскування і скидання первинної кори кореня. Коренева система цукрових буряків на час максимального її розвитку поширюється в сторони до 1 м і проникає в ґрунт на глибину більше 2 м. Добові прирости маси коренеплодів у липні-серпні досягають у середньому 4-5 г, а при вирощуванні рослин на високородючих удобрених ґрунтах і сприятливому зволоженні можуть досягати 8-10 г і більше.

У коренеплоді цукрових буряків розрізняють: головку (вкорочене стебло), шийку (гіпокотиль або підсім'ядольне коліно — частина коренеплоду, яка не має листків і бокових корінців), і власне коренеплід, що має форму конуса, на якому утворюються бокові корінці. Для інтенсивної технології велике значення мають габітус рослин і форма коренеплоду, особливо його головки, рівномірність заглиблення її в ґрунт. Найбільш «технологічними» з цієї точки зору є рослини сортів і гібридів з правильною конусовидною формою

коренеплоду, невеликою головкою, що рівномірно виступає над поверхнею ґрунту, компактною розеткою прямостоячих листків.

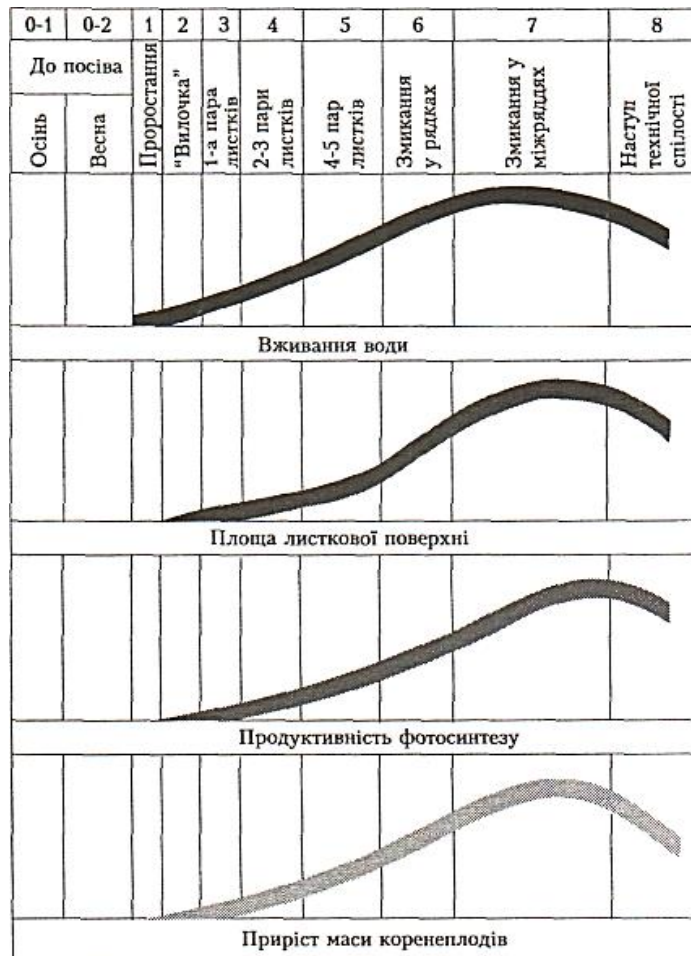


Рисунок 1.1 - Динаміка основних показників продуктивності цукрових буряків

Вимоги до тепла, світла і вологозабезпеченості

Насіння цукрових буряків проростає при середньодобовій температурі 6-7°C в шарі ґрунту 0-10 см. Сходи можуть витримувати заморозки до 4-5°C, якщо їм не передувала тривала тепла погода.

Холодні погодні умови на початку вегетації є головною причиною цвітущості. Для повної реалізації біологічного потенціалу цукрові буряки при достатній забезпеченості вологою потребують приходу на 1 м² поверхні ґрунту до 3 тисяч МДж сумарної сонячної радіації і до 1,5-1,8 тис. МДж ФАР. Транспіраційний коефіцієнт в середньому дорівнює 397, а витрати води на

утворення врожаю коренеплодів 50,0 т/га - біля 4 тис. м². Найбільше споживання води припадає на липень-серпень, коли рослини цукрових буряків мають максимальну листову поверхню. Оптимальна вологість ґрунту для цукрових буряків — 60-70 % НВ (найменша вологостійкість). З підвищенням рівня культури землеробства витрати води на формування одиниці врожаю знижуються.

Особливості кореневого живлення

До складу сухої речовини рослин цукрових буряків входить біля 60 хімічних елементів. У виробництві найбільшу увагу приділяють азоту, фосфору і калію, які поглинаються з ґрунту кореневою системою і є вирішальними для утворення врожаю.

Особливо важливе значення має азот, так як він є обов'язковим компонентом всіх білкових речовин, які складають структурну основу протоплазми, а також входить до складу більшості ферментів. Джерелом азоту для цукрових буряків з ґрунту є аміачні, нітратні та амідні форми азоту.

Фосфор використовується рослинами з ґрунту в основному в формі вищого окислу Р₂О₅ – іону ортофосфорної кислоти. Фосфор входить до складу таких життєво важливих органічних речовин як аденозинди-фосфат (АДФ), аденозинтрифосфат (АТФ). Ці речовини містять багаті енергією пірофосфатні зв'язки. Фосфор є складовою частиною нуклеопротейдів, нуклеїнових кислот, фітину, поліфосфатів, бере участь у фотосинтетичних процесах.

Калій підвищує гідрофільність плазми і водоутримуючу здатність, чим сприяє збереженню нормативного стану структури органоїдів і протопласту в цілому, стабілізації мембран та процесам синтезу. Калій регулює фотосинтетичну активність рослин шляхом активізації переносу фосфатних груп на АДФ в процесі фотофосфорильовання. Вирощування рослин цукрових буряків на високих фонах калійних добрив підвищує їх стійкість до захворювань листків.

Для одержання високих урожаїв коренеплодів цукрових буряків з хорошими показниками цукристості й технологічних якостей необхідно забезпечити помірне азотне живлення в період проростання насіння і на ранніх фазах росту рослин, оптимальний рівень живлення всіма мінеральними елементами в період інтенсивного формування листкового апарату і підвищене живлення фосфором і калієм при дещо обмеженому живленні азотом – в кінці вегетації. Цукрові буряки споживають значну кількість натрію, кальцію, магнію, сірки й інших елементів. Вони також вимогливі до наявності в ґрунті мікроелементів — бору, цинку, молібдену, марганцю, заліза, міді, кобальту та інших. Натрій, як і калій, підвищує гідрофільність плазми. Він також сприяє підвищенню маси коренеплодів і їх цукристості, але в період збирання врожаю спостерігається зворотна кореляційна залежність між вмістом сахарози і натрієм в коренеплодах. За співвідношенням між вмістом сахарози і натрію можна визначати рівень фізіологічної стиглості коренеплодів.

Кальцій – необхідна складова частина протоплазматичних структур. Кальцій і магній входять до складу ядер і мікросом, а також беруть участь у зв'язуванні нуклеотидів. Зв'язок кальцію з пектиновими речовинами складає основу так званих середніх пластинок, які склеюють стінки окремих клітин. Кальцій нейтралізує органічні кислоти, які утворюються при обміні речовин. В протилежність калію і натрію, кальцій знижує гідрофільність і обводнення тканин. Він концентрується в старих тканинах зі зниженою життєвою активністю.

Магній входить до складу хлорофілу. Він активізує діяльність ферментів – кіназ, а також утворення діфосфорних ефірів цукрів із мо-нофосфатів.

Сірка використовується рослинами з ґрунту у вигляді аніона SO_4 , а також деяких органічних сполук (цистин, цистеїн, метіонін). Вона входить до складу ряду амінокислот і білків, а також специфічних масел. Доказаний зв'язок між обміном речовин, що містять сірку, й азотним живленням.

Нормальна життєдіяльність рослинного організму неможлива без забезпечення його мікроелементами. Встановлено, що бор, марганець, цинк,

молібден і мідь впливають на фотосинтетичну активність рослин. Крім того бор, мідь і цинк беруть участь у переміщенні асимілятів із листків у коренеплоди. Бор, алюміній, кобальт, марганець, цинк і мідь підвищують посухостійкість рослин. Відсутність деяких мікроелементів може викликати в рослин різні специфічні фізіологічні захворювання (так відсутність чи недостатня кількість бору викликає в цукрових буряків гниль сердечка, заліза — хлороз та ін.).

Ознаки кореневого голодування

При суттєвій недостатці (дефіциті) елементів кореневого живлення у рослин цукрових буряків відбуваються різні порушення метаболічних і ростових процесів, які мають специфічні для кожного макро- і мікро-елементу зовнішні ознаки. Проявлення ознак голодування, особливо на ранніх стадіях росту рослин, може служити діагностичним показником для прийняття термінових заходів по усуненню дефіциту того чи іншого елементу живлення. Недостача окремих елементів живлення нерідко буває причиною хвороб голодування рослин.

Фотосинтез, цукристість, технологічні якості

Для підвищення продуктивності фотосинтезу важливе значення має створення в найбільш короткий строк оптимальних розмірів листкового апарату, поліпшення оптичних властивостей та підвищення його життєдіяльності.

Фотосинтез -- це складний фізіолого-біохімічний процес акумуляції зеленим листком сонячної енергії, яка використовується для синтезу із вуглекислого газу й води вуглеводів. Більшість факторів підвищення інтенсивності й продуктивності фотосинтезу в тій чи іншій мірі регулюються за рахунок відповідних агротехнічних заходів сучасних інтенсивних технологій. Так, виключно велике значення мають ранні строки сівби, оптимальна густота рослин та рівномірність їх розміщення на площі, а також більш пізні строки збирання врожаю та ін.

При інтенсивному рості рослин один гектар посіву цукрових буряків споживає до тони вуглекислого газу за день. Необхідно враховувати, що вміст вуглекислого газу в повітрі складає лише 0,03 %. Тому важлива роль органічних добрив як джерела не тільки елементів кореневого живлення, але і вуглекислого газу. В високопродуктивних посівах цукрових буряків коефіцієнт використання ФАР збільшується від 0,5-1 до 2-4 %.

Найціннішою біологічною властивістю цукрових буряків як спеціалізованого цукроноса є їх здатність накопичувати в середньому 17-20 % цукрози від маси коренеплодів. Однак вихід цукру з одиниці маси коренеплоду і його виробництво з площі посіву визначається не тільки вмістом цукрози, але й інших компонентів хімічного складу, а саме: загальною кількістю золи, а також елементів, що входять до її складу, вмістом і співвідношенням сполук азоту, редукуючих цукрів, пектинів, органічних кислот та інших речовин.

Якщо якісний хімічний склад коренеплодів цукрових буряків майже постійний, то кількісний – підлягає значним змінам, які обумовлені ґрунтово-кліматичними особливостями та умовами, умовами вирощування і сортовими особливостями.

Роль факторів, які викликають зміни хімічного складу коренеплодів як в межах одного року, так і в різні роки, до даного часу ще не цілком з'ясовані. Відомо, що зі зміною клімату з півночі на південь підвищується цукристість коренеплодів і поліпшуються їх технологічні якості. Подібне має місце і при переміщенні з заходу на схід. Оптимальна температура для росту цукрових буряків знаходиться на рівні 20-25°C, при ній найбільш сприятливо поєднуються врожай і цукристість коренеплодів.

Підсумовуючи результати дослідів з вивчення впливу різних факторів на врожайність, цукристість і хімічний склад коренеплодів, можна зробити такі висновки: 1) фактори, які сприяють інтенсивному росту рослин цукрових буряків на протязі вегетації і особливо в передзбиральний період – це підвищені норми азоту, а також більш висока вологість ґрунту, застосування

стимуляторів росту та інше, – забезпечують одержання високого врожаю коренеплодів з дещо пониженою цукристістю; 2) фактори, які пригнічують ріст рослин (недостатня кількість у ґрунті азоту, особливо в другій половині вегетації, низька вологість ґрунту, застосування інгібіторів росту та інше), сприяють, як правило, підвищенню цукристості. Вказане зумовлюється тим, що в першому випадку значна частина асимілятів, утворених при фотосинтезі, витрачається на ростові процеси, а в другому – більша кількість їх транспортується в коренеплід, де відкладається в запас.

Основним показником технологічних якостей коренеплодів цукрових буряків є вихід цукру. Існує пряма залежність між цукристістю коренеплодів і виходом цукру при переробці на заводі. Суттєвий вплив на вихід цукру має хімічний склад коренеплодів, а саме: вміст не-цукрів, солей калію, натрію і розчинних форм азоту.

З технологічної точки зору бажано, щоб коренеплоди цукрових буряків на час збирання мали максимально можливу кількість цукрози і мінімальну – нецукрів, які не відокремлюються при очистці соків, чим збільшують вихід меляси і втрати в ній цукру. Вивчення біологічних особливостей цукрових буряків є необхідною умовою підвищення їх урожайності, цукристості й поліпшення технологічних якостей.

2 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Опис технологічного процесу збирання коренів машиною КБС-6

Схема технологічного процесу роботи машини КБС-6 показана на рис. 2.1. Гичка з буряків зрізується гичкорізом. Він навішений на міст ведучих коліс і розміщений в передній частині комбайна. Гичка з гичкоріза попадає на шнек 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 витягують 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.

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 м³. Шнек, що постійно обертається, розрівнює буряк в праву частину бункеру. 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 здвоєні транспортери. Дно бункера вмикається важелем з кабіни водія. Допускається короткочасний реверс дна бункера при завантаженні бункера до 25%.

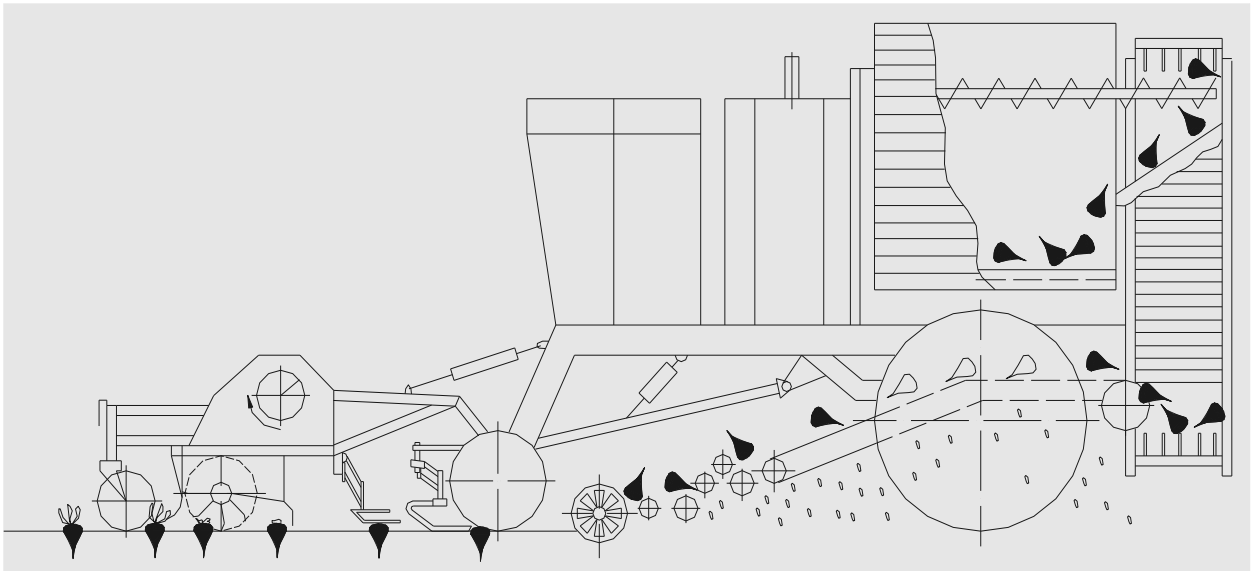


Рисунок 2.1 - Технологічна схема бурякозбиральної машини КБС-6

2.2 Опис об'єкту розробки (будова, принцип роботи та недоліки базової конструкції)

2.2.1 Агротехнічні вимоги до машини

Сучасні виробничо-технологічні вимоги, що ставляться до бурякозбиральних машин, визначаються загальними тенденціями переведення процесів виробництва цієї культури на промислову основу, специфічними агробіологічними властивостями і еволюціонуючими особливостями механізованого вирощування цукрових буряків, що обумовлюються зміною сортів, широким впровадженням точного посіву, застосуванням хімічних засобів боротьби з бур'янами, а також заміною ручної праці, при формуванні посівів, машинною.

Важливою вимогою є досягнення максимального кінцевого народногосподарського ефекту, що передбачає взаємно-компрісний зв'язок показників роботи комплексу машин для вирощування цукрових буряків, збирального, вантажно-транспортного і переробного комплексів по експлуатаційних, агротехнічних і економічних критеріях.

У зв'язку з об'єктивним погіршенням рівномірності розподілу коренеплодів в рядку, що викликане зменшенням норм висіву і механізованим формуванням посівів, доцільно пристосувати бурякозбиральні машини,

особливо їх гичкозрізуючі та викопуючі робочі органи для збирання буряків з підвищеним варіюванням їх агрофізичних характеристик.

Разом з тим індустріальні методи збирання цукрових буряків ставлять до бурякозбиральних комбайнів вимоги по підвищенню продуктивності, якості і технологічної надійності машин і комплексів, які важко виконати, а також забезпеченні можливості варіювати процесами збирання в залежності ґрунтових і погодних умов, що склалися.

Враховуючи довгі терміни зберігання та переробки буряків, цукровою промисловістю повністю обґрунтовано висувуються вимоги до підвищення кондиційної якості коренеплодів, головним чином до їх обрізки, зниження забрудненості гичкою, землею і особливо зменшенню пошкоджень, зменшення яких дозволило б зменшити втрати цукру в два рази.

Виходячи із способів використання продуктів врожаю цукрових буряків як сировини для виробництва цукру і кормів для худоби, бурякозбиральні машини повинні забезпечувати:

1) збирання гички і коренеплодів одночасно чи роздільно в стиснуті календарні строки;

2) отримання якісної сировини і кормів без застосування ручної праці; при цьому відходи в зрізаних головках коренеплодів не повинні перевищувати 3%, а інші втрати – 2%, загальна забрудненість – 10%, в тому числі гичкою – 2,5%; пошкодження коренеплодів повинно бути не більше 10%, повнота збирання гички – не нижче 90%;

3) високу технологічну надійність (не нижче 0,95) і агротехнічну ефективність в природних умовах, що широко варіюються (при різній врожайності, параметрах посівів, фізичному стані ґрунту і гички, засміченості полів), в тому числі при екстремальних умовах (при вологості ґрунту 26–30% чи твердості 290–580 Н і врожайності 450–700 ц/га);

4) необхідну універсальність з точки зору можливості застосування різних варіантів механізованих процесів збирання буряків в залежності від природно-виробничих умов що складаються;

5) інтенсифікацію процесів збирання буряків за рахунок зниження жорстких технологічних обмежень робочих швидкостей і пропускної здатності гичко- і коренезбиральних машин;

б) зниження за рахунок спрощення конструкції питомої метало- та енергоємності, підвищення загальної надійності (коефіцієнт готовності не нижчий 0,95) виробничих процесів.

Відмічені вимоги передбачають перш за все встановлення раціонального типажа бурякозбиральних машин, з врахуванням особливостей зональних природньо-виробничих умов, а також подальше вдосконалення конструкції робочих органів і загальнокомпоновочної схеми машини.

2.2.2 Будова та принцип роботи бурякозбиральної машини КБС-6

Суттєві відмінності фізико-механічних властивостей ґрунтів, розмірно-масових характеристик коренеплодів, технологій їх збирання і переробки призвели до застосування різнотипних 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 ґрунтово-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.2.2) 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.

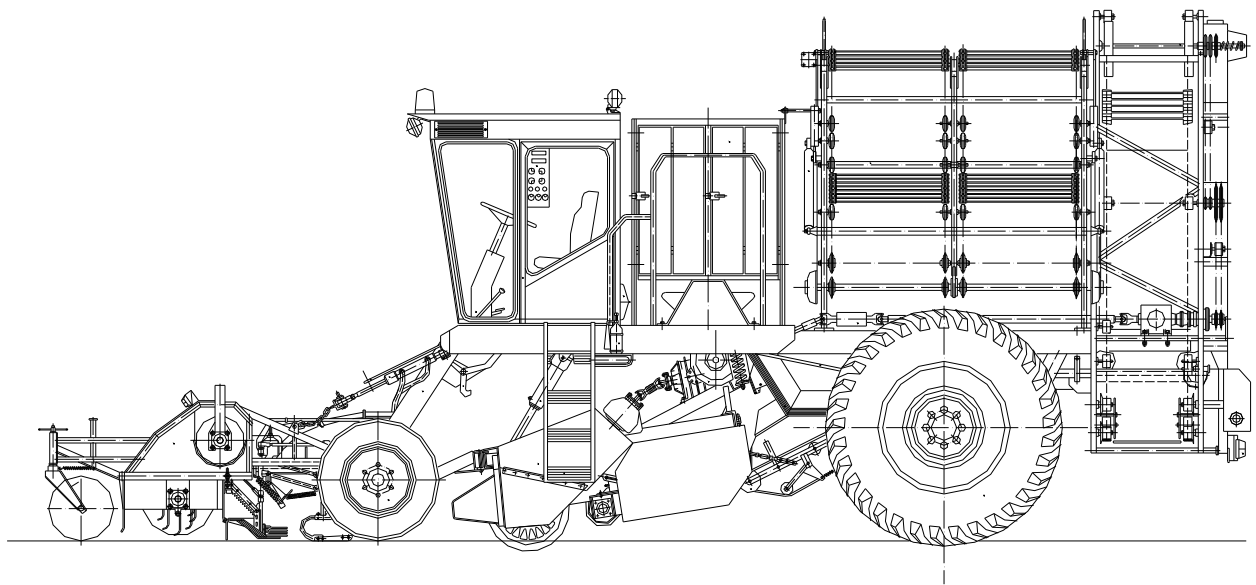


Рисунок 2.2 - Загальний вигляд бункерного самохідного комбайна КБС-6

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.

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 машиною 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.

2.2.3 Недоліки базової конструкції

Бурякозбиральний бункерний комбайн КБС–6 має в наявності гичкозрізувальний апарат, що складається з гичкоріза роторного типу, шнека, для виведення маси гички в сторону зібраного поля і дообрізчика 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. Копіри дообрізчика розміщені на паралелограмній конструкції, складаються з ножа, гребінки, стояка і регульованих тяг. За допомогою регульованих тяг можливо змінити кут нахилу стояка 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. Для цього проведемо патентно-технологічний огляд машин аналогів.

2.3 Патентно-технологічний огляд машин аналогів

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



Рисунок 2.3 - Класифікація гичковиделяючих механізмів

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 підпору, тобто без протирізальних елементів чи зустрічного руху ножів. Це зумовлено, в першу чергу, фізико-механічними властивостями цукрових буряків та технологією збирання (використання) гички.

Загальна класифікація гичковидалаючих механізмів представлена на рис. 2.3.

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 вибирального типу).

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 коренеплодів, прості по конструктивному виконанню, технологічно надійні в роботі і дозволяють збирати дуже чисту гичку, тому що не встановлені близько до землі.

По принципу дії ріжучих елементів гичкозрізувальні пристрої можна поділити на три основних типи:

- гичкозрізувальні пристрої, ріжучі елементи яких здійснюють поступальний рух (рис. 2.4);
- гичкозрізувальні пристрої, ріжучі елементи яких здійснюють зворотньо-поступальний рух (рис. 2.5);

гичкозрізувальні пристрої, ріжучі елементи яких здійснюють обертовий рух (рис. 2.6 і рис. 2.7).

Перший тип гичкозрізувальних пристроїв (рис. 2.4) хоча і відрізняється простотою конструктивного виконання, в вітчизняному виробництві поширення не одержав. Основна причина – ненадійність технологічного процесу зрізу.

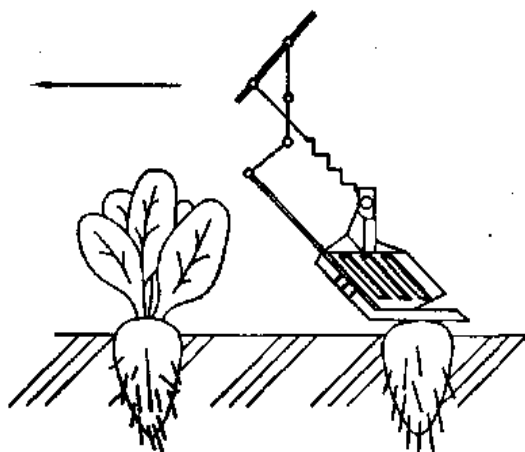


Рисунок 2.4 - Гичкозрізувальний пристрій, в якому ріжучий елемент виконує поступальний рух



Рисунок 2.5 - Гичкозрізувальний пристрій, в якому ріжучий елемент виконує зворотно-поступальний рух

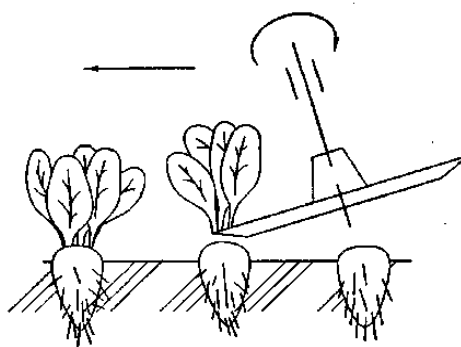


Рисунок 1.6 - Гичкозрізувальний пристрій з активним дисковим ножом

Так при роботі на полях з підвищеною засміченістю відбувається забивання апарату, що призводить до неякісного зрізу, вибивання коренеплодів з ґрунту. В закордонному виробництві гичкозрізувальні апарати з пасивним ножом використовуються в якості дообрізчика головок коренів на машинах деяких фірм (фірми „Kleine”, „Herriau”, „Stoll” та ін.).

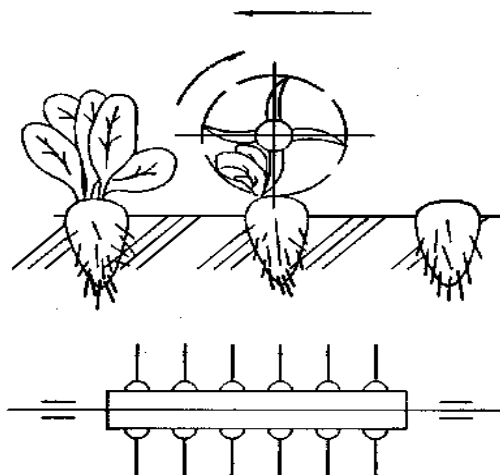


Рисунок 2.7 - Роторний гичкозрізувальний пристрій

Гичкозрізувальний пристрій (рис. 2.8), 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

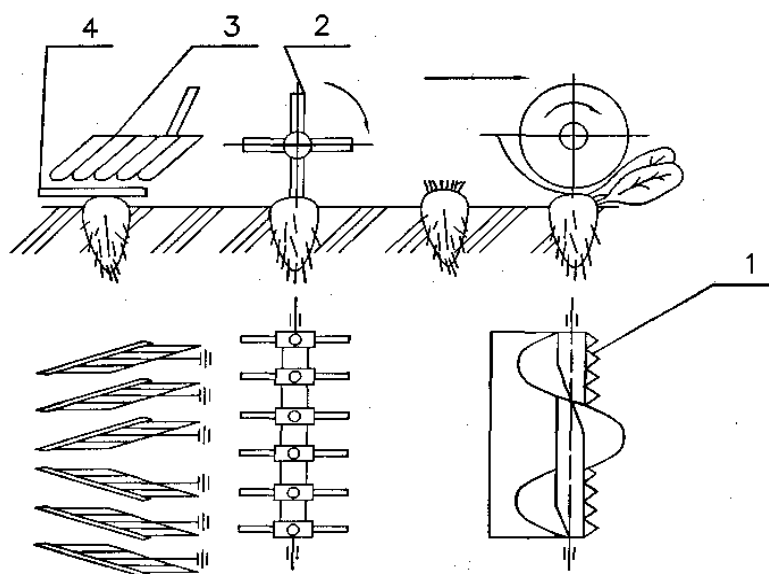


Рисунок 1.8 - Функціональна схема видалення гички комбайна К-500

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

4 – пасивний ніж

відбувається розсипання черешків під час зрізу. Все це призводить до забруднення збирання і підвищення втрат, які можуть досягати більше 30%.

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. 2.6) 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 (США) 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 рослинності 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% [5, 11].

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 копирів поверхні головок.

Роторні гичкозрізувальні пристрої (рис. 2.7) 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. 2.9).

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

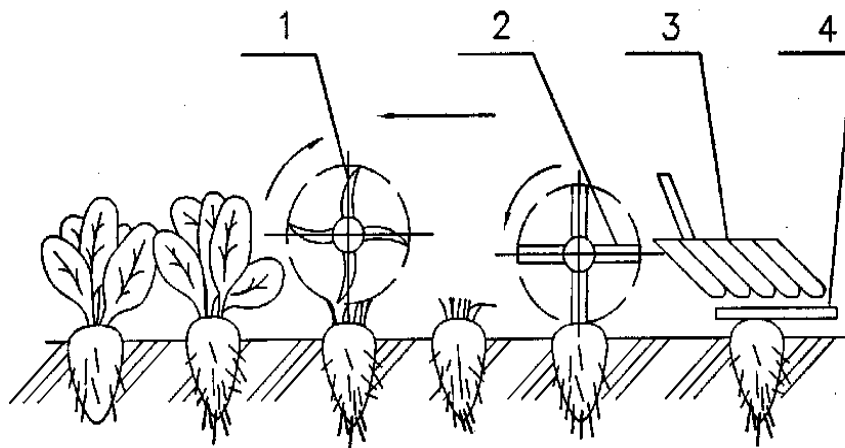


Рисунок 2.9 - Функціональна схема видалення гички бурякозбирального комбайна “Herriau”: 1 – вал з S-подібними ножами; 2 – очисник головок коренеплодів; 3 – копір; 4 – пасивний ніж

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. 2.10) 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

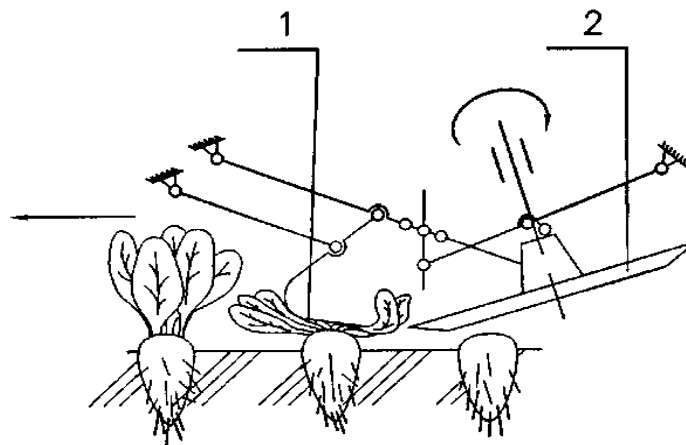


Рисунок 2.10 - Гичкозрізувальний апарат, в якому пасивний копір поєднується з активним дисковим ножом

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. 2.11) є типовим для апаратів таких машин як Е732, Е734, (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. 2.12) застосовуються для зрізування коренів, з яких гичка попередньо видалена (машини фірм „Kleine”.

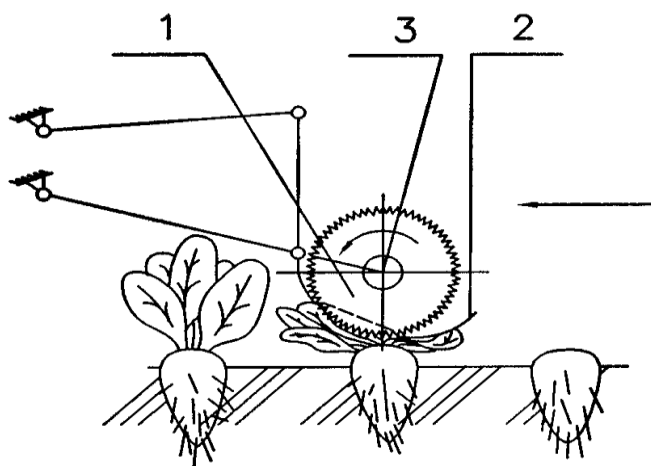


Рисунок 2.11 - Гичкозрізувальний апарат, в якому поєднаний активний катковий копір з пасивним ножом, „Herriau”, „Stoll”, „Moreau” та ін.)

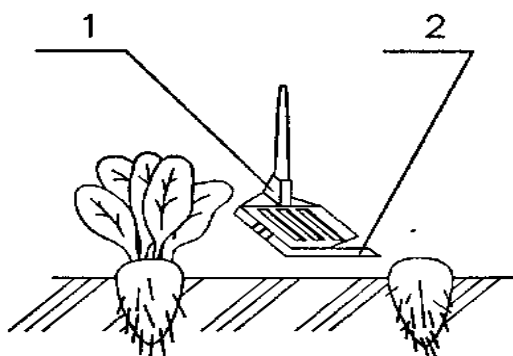


Рисунок 2.12 - Гичкозрізувальний апарат, в якому пасивний копір поєднується з пасивним ножом

За кордоном широко застосовуються гичкозбиральні машини, в яких видалення гички розділене на декілька операцій. Так навісна бурякозбиральна машина KR-6 (рис. 2.13) виробництва фірми „Kleine” має гичкоріз роторного типу 1, який зрізає і видаляє на певній встановленій висоті відносно ґрунту на шнек 2 основну масу гички. Зразу за роторним гичкозрізом розташований очисник головок коренеплодів 3, який видаляє решту черешків зрізаної гички. За очисником головок коренеплодів 3 розташований дообрізувач для точного обрізування головок коренеплодів, який виконаний в вигляді пасивного копіра і пасивного ножа.

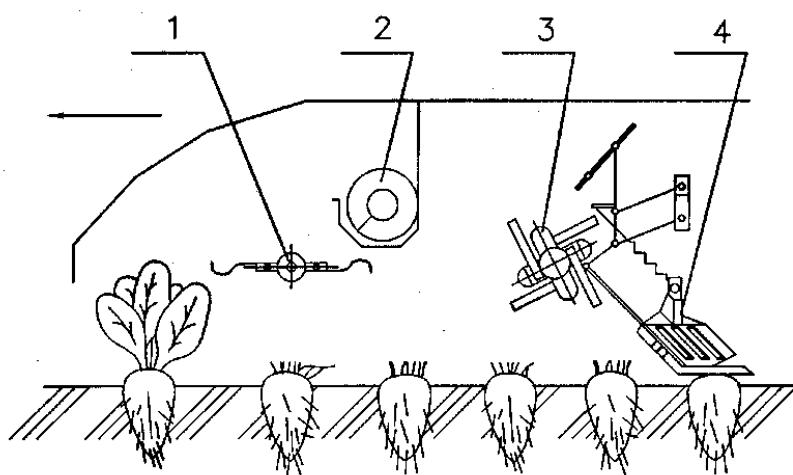


Рисунок 2.13 - Функціональна схема видалення гички бурякозбиральної машини KR-6 фірми „Kleine”: 1 – гичкозріз роторний; 2 – шнек; 3 – очисник головок коренеплодів; 4 – дообрізувач

Завдяки безступінчастому регулюванню робочої висоти роторного гичкозрізу 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 робочу швидкість.

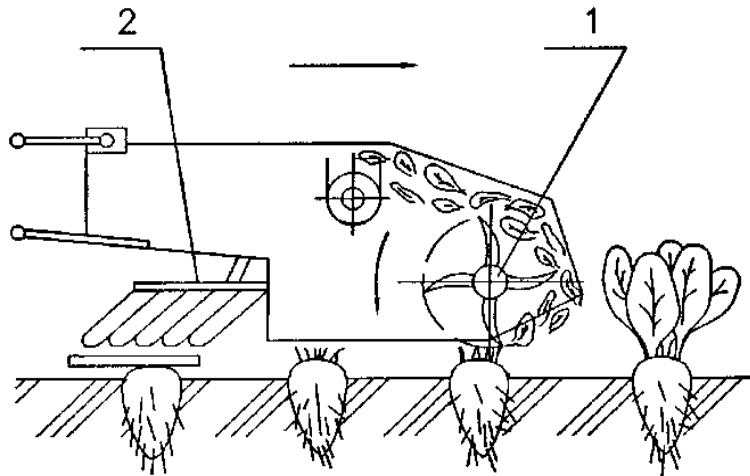


Рисунок 2.14 - Функціональна схема видалення гички бурякозбиральних машин фірм «Herriau», «Moreau», «Stoll»: 1 – гичкозріз роторний; 2 – дообрізувач

В більшості французьких бурякозбиральних комплексів („Herriau”, „Moreau”), а також німецькому комплексі „Stoll” застосовується гичкозбиральний механізм, в якому перша операція – попереднє обрізування гички здійснюється горизонтальним роторним гичкозрізом 1 (рис. 2.14) з шарнірно підвішеними ножами, як і в бурякозбиральній машині KR-6.

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

Найбільше використання в машинах італійських фірм („Barigelli”, „Rimesco”, „Guaresi” та ін.) знайшов механізм для збирання гички з попередньою обрізкою основної її маси горизонтальним роторним гичкозрізувачем 1 (рис. 2.15) з шарнірно підвішеними ножами. Але в цій групі машин доочищення головок відбувається в дві стадії.

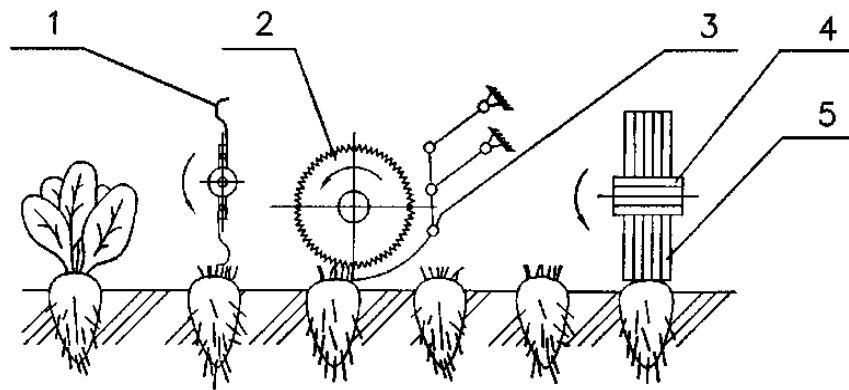


Рисунок 2.15 - Функціональна схема видалення гички бурякозбиральних машин фірм “Barigelli”, “Rimesco”, “Guaresi”: 1 – гичкозріз роторний; 2 – активний копір; 3 – пасивний ніж; 4 – очисник головок коренеплодів; 5 – бич

На першій стадії після роторного гичкозрізу 1 встановлений дообрізчик 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. 2.16) з горизонтальним валом 1 (патент Швеції № 315766, A01D, 1968), на якому встановлено два диски 2 на

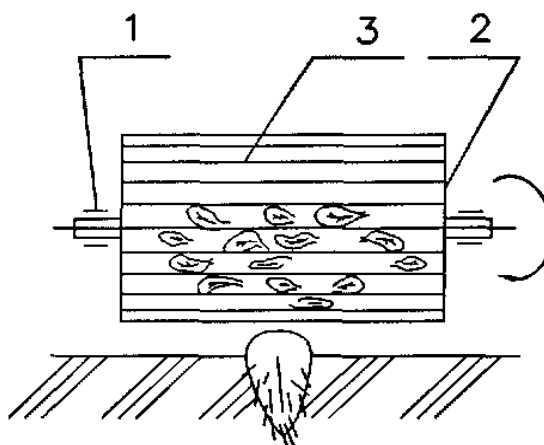


Рисунок 2.16 - Гичкозрізувальний пристрій, який суміщає процес копіювання і зрізу (патент Швеції): 1 – вал; 2 – диск; 3 – дріт

певній відстані відносно один одного. 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 зрізається і подрібнена гичка попадає у внутрішню частину барабана. Через вікна в дисках, подрібнена гичка видаляється на ґрунт.

3 ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1 Конструктивні розрахунки

3.1.1 Розробка компоновочних рішень робочих органів для зрізування гички

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. 3.1. 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 ножом 4.

При русі гичкозрізувального пристрою по рядках цукрових буряків, з 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 осі 5

до упору 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” ножом рубленням і дозволяє покращити якість зрізуваної поверхні коренеплоду, отримуючи меншу кількість зколів.

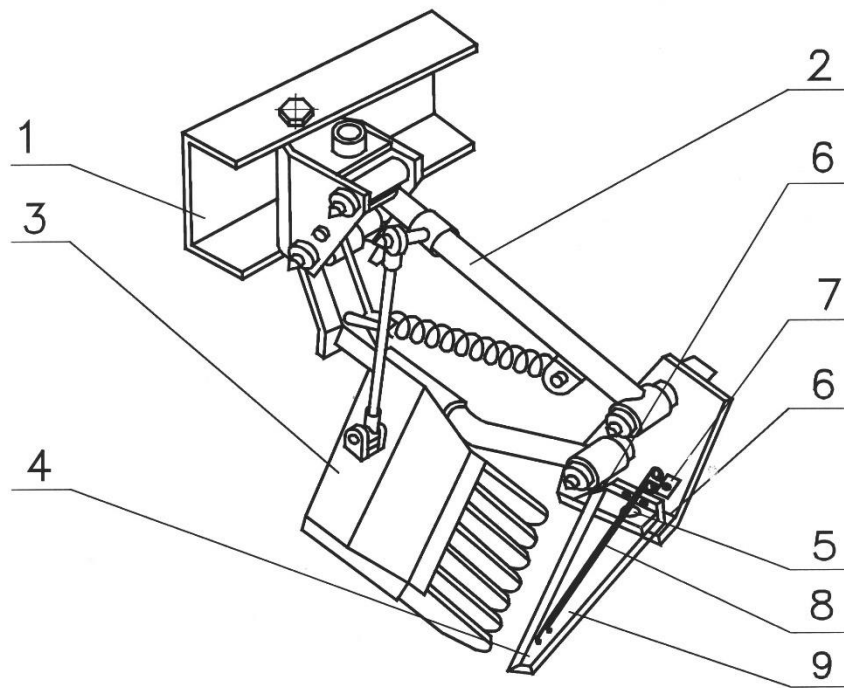


Рисунок 3.1 - Конструктивна схема гичкозрізувального пристрою з підпружиненим ножом:

1 – рама; 2 – паралелограмна підвіска; 3 – гребінчастий копір; 4 – ніж; 5 – вісь обертання; 6 – упори; 7 – пластинка; 8 – пружина; 9 – ніж

3.1.2 Розроблення схем дії зусиль при доочищенні головок коренеплодів від залишків гички пасивними дообрізувачами

Різання лезом широко використовується в бурякозбиральних, гичкозбиральних, кормоприготівних, 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 обрізання головок цукрового буряка важливо врахувати головні фактори, які впливають на величину зусилля перерізання 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 обрізання головок цукрового буряка гичкозрізувальними пристроями відрізняється тим, що при останньому не відбувається зколювання відрізуваної частини під кутом ψ 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 й А.А.Тулінов провели теоретичні та експериментальні дослідження процесу доочищення головок коренеплодів жорсткозакріпленим дисковим ножом [7]. Відмінності процесу різання дисковим ножом від процесу різання плоским ножом полягають в тому, що:

- на відміну від різання дисковим ножом, під час різання плоским ножом 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 в будь-який точці леза залишається незмінним.

Виходячи із цього схема дії зусиль різання при доочищенні головок коренеплодів цукрових буряків від залишків гички плоскими пасивними ножами виглядатиме так, як показано на рис. 3.2.

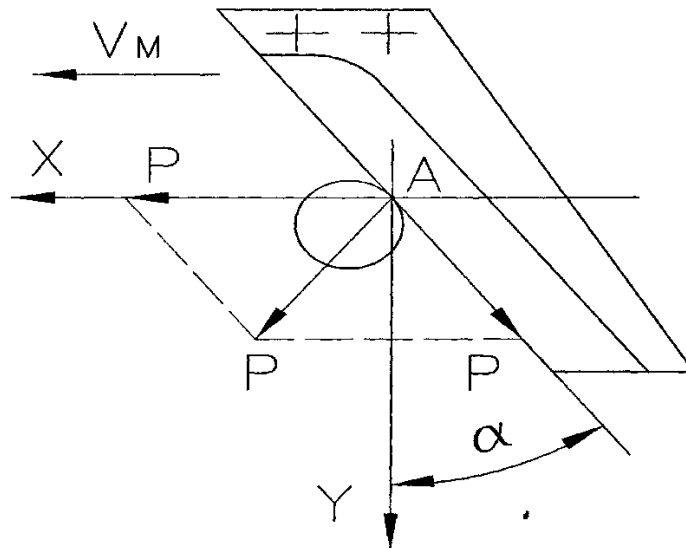


Рисунок 3.2 - Схема дії зусиль при доочищенні головок коренеплодів цукрових буряків від залишків гички плоскими пасивними дообрізчиками

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

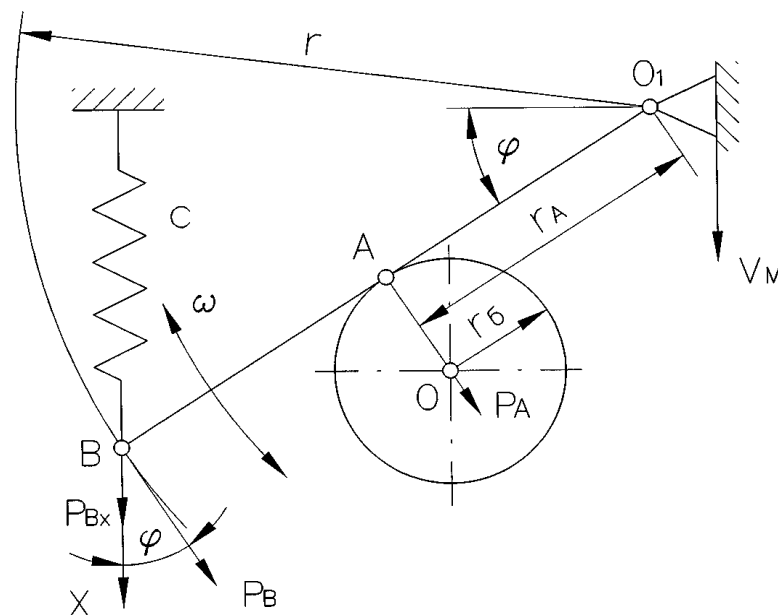


Рисунок 3.3 - Розрахункова схема дії зусиль під час процесу різання плоским підпружиненим ножем

При дослідженні процесу дообрізування головок коренеплодів

плоскими підпружиненими ножами з проковзуванням цукрових буряків вздовж леза ножа слід враховувати зусилля дії пружини, повертання 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 рівна швидкості руху машини) і обертовий (який цілком залежить від зусиль, що діють в зоні різання). Розрахункова схема дії зусиль під час процесу різання таким ножом зображена на рис. 3.3.

3.1.3 Визначення зусилля різання плоским підпружиненим ножом

Проведемо дослідження процесу різання плоским підпружиненим ножом. Скористаємося рівнянням Лагранжа другого роду. Вибираємо вісь X з початком в точці B (рис. 3.3) початкового моменту дотику ножа до коренеплоду радіусом r_0 в точці A і направляємо її по ходу машини з швидкістю V_M .

Розглядаємо складову зусилля різання коренеплоду $P_{Bx} = P_B \cos \varphi$, яка співпадає з напрямком вісі X , де φ – кут провороту ножа. Тоді координата X зусилля P_{Bx} в довільний момент часу повністю визначить положення системи і може бути прийнята за узагальнену координату.

Кінетична енергія системи складається з кінетичної енергії ножа по ходу машини і кінетичної енергії ножа від його повороту:

$$T = \frac{P_{Bx}}{2g} \dot{X}^2 + \frac{1}{2} \frac{Fr^2}{2g} \omega^2 \quad (3.1)$$

$$\text{де } \frac{Fr^2}{2g} = I_H.$$

При повороті ножа лінійна швидкість точки B по ходу машини дорівнює:

$$\dot{X} = 2\omega \cos \varphi$$

Зусилля взаємодії коренеплоду з ножом в точці A визначається експериментально і дорівнює (для діаметра 80 мм):

$$P_A = -25,4 X^2 + 152,6 X - 65,6 \quad (3.2)$$

В точці B на ніж діє зусилля, яке визначається з рівності:

$$P_B r = P_A r_A \quad (3.3)$$

Звідки:

$$P_B = \frac{P_A r_A}{r} \quad (3.4)$$

А складова зусилля різання по ходу машини дорівнює:

$$P_{Bx} = P_B \cos \varphi = \frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi \quad (3.5)$$

Отже, кінцевий вираз кінетичної енергії системи через узагальнену швидкість прийме вигляд:

$$T = \frac{1}{2g} (P_{Bx} + F/2) \dot{X}^2 = \frac{1}{2g} \left(\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2 \right) \dot{X}^2 \quad (3.6)$$

Для визначення узагальненого зусилля дамо системі можливе переміщення δ_X і складемо елементарну роботу зусиль, що задаються. Елементарна робота складається з роботи зусилля різання, приведеного в точку B і роботи зусилля пружності пружини:

$$\delta_A = P_{Bx} \delta_X - c(X + \Delta) \delta_X = (P_{Bx} - cX - c\Delta) \delta_X = -cX \delta_X \quad (3.7)$$

Тому що в положенні рівноваги $c\Delta = P_{Bx}$. Буквою Δ позначено статичне видовження пружини. Узагальненим зусиллям являється коефіцієнт при можливому переміщенні δ_X в виразі для елементарної роботи:

$$Q = -cX \quad (3.8)$$

Складемо рівняння Лагранжа другого роду.

Так як:

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{X}} = \left(P_{Bx} + \frac{F}{2} \right) \frac{\dot{X}}{g}; \quad \frac{\partial T}{\partial X} = 0 \quad (3.9)$$

Тоді:

$$(PBx + F/2) \frac{\ddot{X}}{g} = -cX \quad (3.10)$$

Або:

$$\ddot{X} + \frac{cg}{P_{Bx} + F/2} X = 0 \quad (3.11)$$

Рішення цього однорідного лінійного диференціального рівняння з постійними коефіцієнтами має вигляд:

$$X = \alpha \sin(\kappa t + \beta) \quad (3.12)$$

Де частота κ знаходиться з рівності:

$$\kappa^2 = \frac{cg}{P_{Bx} + F/2} = \frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos\varphi + F/2} \quad (3.13)$$

Довільні постійні інтегрування α і β визначаються з початкових умов:

$$t = 0; X_0 = 0; \dot{X}_0 = VM \quad (3.14)$$

Підставивши ці значення в (4.12), знаходимо:

$$0 = \alpha \sin \beta,$$

Або:

$$\beta = 0$$

Виходячи з рівняння (3.12), одержимо:

$$\dot{X} = \kappa \alpha \cos \kappa t$$

і, відповідно, при $t = 0$:

$$VM = \kappa \alpha, \text{ або } \alpha = VM / \kappa$$

Якщо ввести значення довільних постійних в (3.12), отримаємо рівняння залежності величини переміщення і зусилля різання при виконанні процесу доочищення цукрових буряків від гички плоским підпружиненим ножом:

$$X = \frac{V_M}{\kappa} \sin \kappa t = \frac{V_M}{\sqrt{\frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos\varphi + \frac{F}{2}}}} \sin \left(t \sqrt{\frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos\varphi + \frac{F}{2}}} \right) \quad (3.15)$$

де X – величина переміщення машини;

V_M – швидкість руху бурякозбирального комбайна;

c – жорсткість пружини;

g – прискорення вільного падіння;

F – вага ножа;

P_A – нормальне зусилля різання ножа;

r_A – довжина ножа до точки контакту з коренеплодом;

r – довжина ножа;

φ – кут провороту ножа;

κ – частота, яка знаходиться з рівності: $\kappa = \sqrt{\frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + \frac{F}{2}}}$;

Період вільних коливань:

$$T = \frac{2\pi}{\kappa} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + \frac{F}{2}}{cg}} \quad (3.16)$$

Здійснивши математичне перетворення формули (3.15) отримаємо:

$$X \sqrt{\frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + \frac{F}{2}}} = VM \sin \left(t \sqrt{\frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + \frac{F}{2}}} \right);$$

$$\frac{1}{V_M} = \frac{\sin \left(t \sqrt{\frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + \frac{F}{2}}} \right)}{X \sqrt{\frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + \frac{F}{2}}}}.$$

Розклавши синус в ряд Тейлора і обмежившись першими двома членами, одержимо:

$$\frac{1}{V_M} = \frac{t \sqrt{\frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2}} - \frac{t^3 \sqrt{\left(\frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2}\right)^3}}{3!}}{X \sqrt{\frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2}}};$$

Виконавши подальші математичні перетворення отримаємо:

$$\frac{1}{V_M} = \frac{t}{X} - \frac{t^3 \frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2}}{6X};$$

$$\frac{1}{V_M} = \frac{6t}{6X} - \frac{t^3 \frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2}}{6X};$$

$$\frac{1}{V_M} = \frac{6t - t^3 \frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2}}{6X};$$

$$6X = \frac{6t - t^3 \frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2}}{\frac{1}{V_M}};$$

$$6X = VM \left(6t - t^3 \frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2} \right);$$

$$6X = 6tVM - t^3VM \frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2};$$

$$6X - 6tVM = t^3VM \frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2};$$

$$\frac{cg}{\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2} = \frac{6tV_M - 6X}{t^3 V_M};$$

$$\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2 = \frac{cg}{\frac{6tV_M - 6X}{t^3 V_M}};$$

$$\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2 = \frac{cgt^3 V_M}{6tV_M - 6X};$$

$$\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi + F/2 = \frac{cgt^3 V_M}{6(tV_M - X)};$$

$$\frac{P_A r_A}{r} \cos \varphi = \frac{cgt^3 V_M}{6(tV_M - X)} - F/2;$$

$$\frac{P_A r_A}{r} = \frac{\frac{cgt^3 V_M}{6(tV_M - X)} - F/2}{\cos \varphi};$$

$$PAr_A = \frac{r(\frac{cgt^3 V_M}{6(tV_M - X)} - F/2)}{\cos \varphi};$$

$$PA = \frac{r(\frac{cgt^3 V_M}{6(tV_M - X)} - F/2)}{r_A \cos \varphi} = \frac{r(\frac{cgt^3 V_M}{3(tV_M - X)} - F)}{2r_A \cos \varphi} = \frac{r(\frac{cgt^3 V_M}{3(tV_M - X)} - F)}{2r_A \cos \varphi};$$

$$PA = \frac{r}{2r_A \cos \varphi} \left(\frac{cgt^3 V_M}{3(tV_M - X)} - F \right).$$

Оскільки час $t = X/V$, то:

$$PA = \frac{r}{2r_A \cos \varphi} \left(\frac{cg \frac{X^3}{V_M^3} V_M}{3(\frac{X}{V_M} V_M - X)} - F \right) = \frac{r}{2r_A \cos \varphi} \left(\frac{cg \frac{X^3}{V_M^2}}{3(X - X)} - F \right) =$$

$$= \frac{r}{2r_A \cos\varphi} \left(\frac{cg}{3} \frac{X^3}{V_M^2} - F \right) = \frac{r}{2r_A \cos\varphi} \frac{1}{3} \left(cg \frac{X^3}{V_M^2} - 3F \right) = \frac{r}{6r_A \cos\varphi} \left(cg \frac{X^3}{V_M^2} - 3F \right) =$$

$$\frac{r}{2r_A \cos\varphi} \left(cg \frac{X^3}{3V_M^2} - F \right).$$

Звідси кінцева залежність величини зусилля різання від величини переміщення ножа прийме вигляд:

$$P_A = \frac{r}{2 \cdot r_A \cdot \cos\varphi} \left(c \cdot g \cdot \frac{X^3}{3V_M^2} - F \right) \quad (3.17)$$

Кут провороту ножа обмежений упорами і складає $\varphi = 60^\circ$, довжина ножа $r = 0,295$ м, довжину ножа до точки контакту з коренеплодом приймемо рівною половині довжини ножа $r_A = 0,1475$ м, переміщення машини $X = 0,6$ м, швидкість машини $V_M = 1,5$ м/с, маса ножа $F =$, жорсткість пружини $c = 35$, оскільки в конструкції застосовується 2 пружини то сумарна жорсткість $c = 70$, прискорення вільного падіння $g = 9,81$ м/с².

$$P_A = \frac{r}{2 \cdot r_A \cdot \cos\varphi} \cdot \left(c \cdot g \cdot \frac{X^3}{3 \cdot V_M^2} - F \right) = \frac{0.295}{2 \cdot 0.1475 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}\right)} \cdot \left(70 \cdot 9.81 \cdot \frac{0.6^3}{3 \cdot 1.5^2} - 0.32 \right) = 65.3 \text{ Н}$$

3.2 Технологічні розрахунки

Особливістю запропонованої конструкції пасивного дообріжчика є те, що ніж, який в базовій конструкції був жорстко закріплений, підпружинюється гвинтовою циліндричною пружиною. Щоб забезпечити найкращу роботу цієї конструкції потрібно розрахувати параметри пружини.

Гвинтова циліндрична пружина розтягу має такі основні геометричні параметри (рис. 3.4):

d — діаметр витків (дроту) пружини; .

D — середній діаметр пружини;

$D_3 = D + d$ — зовнішній діаметр пружини;

$C = D/d$ — індекс пружини;

h — крок витків у ненавантаженій пружині ($H = d$ — для пружини розтягу, рис. 3.4);

α — кут підйому витків ($\operatorname{tg} \alpha = h/(\pi D)$);

H_0 — довжина (висота) ненавантаженої пружини;

H_p — довжина робочої частини ненавантаженої пружини;

$i = H_p/h$ — кількість робочих витків;

L — довжина дроту для виготовлення пружини.

Податливість циліндричних пружин пропорційна їхньому індексу C . Для збільшення податливості індекс C беруть якомога більшим; практичне застосування мають пружини з індексом $C = 4 \dots 12$. Залежно від діаметра витків рекомендують такі значення індексу циліндричних пружин:

d , мм	<2,5	3—5	6—12
C	5—12	4—10	4—9

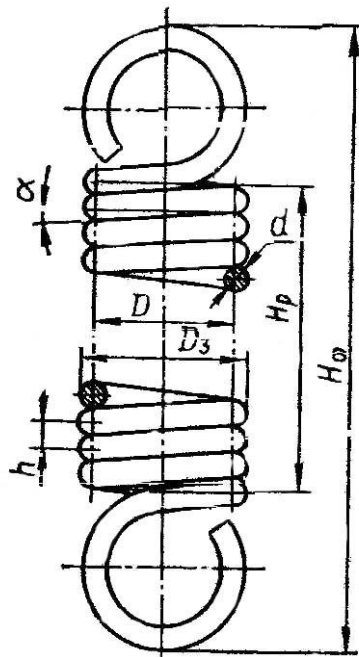


Рисунок 3.4 - Гвинтова циліндрична пружина розтягу

Збільшуючи індекс пружини певної жорсткості, можна зменшити довжину пружини через збільшення її діаметра, а зменшуючи індекс, можна

зменшити діаметр через збільшення довжини пружини. Для нашої конструкції вибираємо пружину з індексом 5.

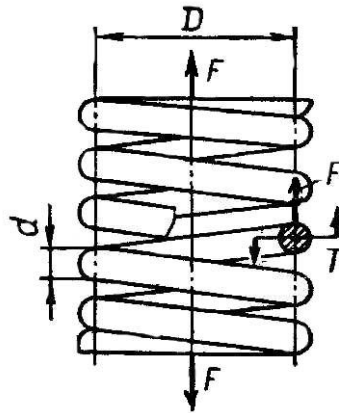


Рисунок 3.5 - Навантаження витків пружини розтягу

Для розрахунку на міцність розглянемо силові фактори, що діють у перерізі витка, навантаженого силою P пружини (рис. 3.5). За умовою рівноваги нижньої частини пружини визначаємо, що у довільному перерізі витка діють крутний момент $T = 0.5P \cdot D$ та поперечна сила P , які спричинюють відповідно кручення та зріз витка. Нехтуючи кутом підйому витків α , рис. 3.5, який для більшості пружин розтягу та стиску менший ніж $10\text{—}12^\circ$, а також напруженнями зрізу від поперечної сили, напруження кручення витків визначають за виразом:

$$\tau = T \cdot K / W_p = 8 \cdot P \cdot D \cdot K / (\pi \cdot d^3), \quad (3.18)$$

де K – коефіцієнт, що враховує кривину витків; $W_p = \pi d^3 / 16$ — полярний момент опору перерізу витка. Коефіцієнт K беруть залежно від індексу C пружини із співвідношення:

$$K = 1 + 1,4/C \quad (3.19)$$

Умову міцності витків пружини на основі виразу (3.18) записують у вигляді:

$$\tau = 8 \cdot P \cdot D \cdot K / (\pi \cdot d^3) \leq [\tau] \quad (3.20)$$

Потрібний діаметр дроту пружини із умови (3.20) визначають за формулою:

$$d \geq \sqrt[3]{8 \cdot P \cdot D \cdot K / (\pi [\tau])} \quad (3.21)$$

Якщо в умові (3.21) врахувати, що $D/d=C$, то формулу для визначення діаметра дроту пружини можна записати у вигляді:

$$d \geq \sqrt{8 \cdot P \cdot K \cdot C / (\pi [\tau])}. \quad (3.22)$$

Допустимі напруження для пружин залежать від матеріалу пружини, характеру зміни навантаження та ступеня відповідальності пружини. Циліндричні гвинтові пружини відповідального призначення виготовляють здебільшого з дроту підвищеної та високої міцності. Для таких навантажених статично пружин допустимі напруження беруть: при розрахунку витків на кручення $[\tau]_c = 0,5\sigma_s$; при розрахунку на згин $[\sigma]_c = 0,5\sigma_b$.

Якщо під час роботи на пружину діють змінні навантаження, то допустимі напруження треба вибирати з умови запобігання втомному руйнуванню. У такому разі рекомендують брати $[\tau] = [\tau]_c \cdot K_L$, та $[\sigma] = [\sigma]_c \cdot K_L$, де $[\tau]_c$, $[\sigma]_c$ — допустимі напруження при статичному навантаженні пружин; K_L — коефіцієнт довговічності, який беруть із табл. 18.3 [10] залежно від числа циклів N_u навантаження пружини за строк її служби та коефіцієнтів асиметрії циклів R .

Вибираємо коефіцієнт $K_L=0,4$. орієнтуючись на виготовлення пружини із пружинного дроту III класу міцності діаметром 3-4 мм, за табл. 18.2 [10] вибираємо границю міцності дроту $\sigma_s=1100$ Мпа. Тоді допустиме напруження витків:

$$[\tau]=0,5 \sigma_s K_L=0,5 \cdot 1100 \cdot 0,4=220 \text{ МПа}.$$

Якщо попередньо взяти індекс пружини $C'=5$, то матимемо коефіцієнт, що враховує кривину витків (3.19):

$$K'=1+1,4/C'=1+1,4/5=1,3$$

Тоді з (3.22) визначаємо діаметр дроту:

$$d \geq \sqrt{8 \cdot F \cdot K \cdot C / (\pi [\tau])} = \sqrt{8 \cdot 65,3 \cdot 1,3 \cdot 5 / (3,14 \cdot 220)} = 2,2 \text{ мм}.$$

Добуте значення d округлюємо до значення у стандартному ряду діаметрів дроту для виготовлення пружин $d = 3$ мм.

Діаметр дроту пружини дає змогу визначити середній та зовнішній діаметри пружини:

$$D = C d = 5 \cdot 3 = 15 \text{ мм};$$

$$D_3 = D + d = 15 + 3 = 18 \text{ мм}.$$

Осьову пружну деформацію пружини (розтяг або стиск) під дією навантаження P можна дістати як добуток кута закручування витків i пружини та середнього радіуса пружини $0,5D$:

$$\lambda = 0,5D\theta = 0,5 \cdot D \cdot M \cdot \pi \cdot D \cdot i / (G \cdot I_p)$$

де i — кількість робочих витків пружини; G — модуль пружності при зсуві матеріалу пружини (для сталі $G = 8 \cdot 10^4$ МПа); $I_p = \pi d^4/32$ — полярний момент інерції перерізу витка пружини.

Виражаючи I_p через d та враховуючи, що $D/d=C$, вираз для осьової пружної деформації пружини можна записати у вигляді:

$$\lambda = 8 \cdot P \cdot D^3 \cdot i / (G \cdot d^4) = 8 \cdot F \cdot C^3 \cdot i / (G \cdot d) \quad (3.23)$$

Відношення навантаження P до осьової пружної деформації λ пружини називається жорсткістю k пружини. Із виразу (3.23)

$$k = G \cdot d^4 / (8 \cdot D^3 \cdot i) = Gd / (8 \cdot C^3 \cdot i). \quad (3.24)$$

Вираз (3.23) дає змогу визначити потрібну кількість робочих витків пружини, якщо відоме значення λ :

$$i = G \cdot d^4 \cdot \lambda / (8 \cdot P \cdot D^3) = G \cdot d \cdot \lambda / (8 \cdot P \cdot C^3) \quad (3.25)$$

Щоб правильно розрахувати та підібрати пружину, треба знати її робочу характеристику (рис. 3.6), на якій повинні бути зазначені: λ_{\min} , λ_{\max} — відповідно мінімальна та максимальна розрахункові деформації пружини; P_{\min} , P_{\max} , P_{zp} — відповідно мінімальне і максимальне розрахункові навантаження та граничне навантаження на пружину (при посадці витків у пружинах стиску і за міцністю витків у пружинах розтягу).

Для пружин розтягу (рис. 3.6), виготовлених із щільним (закритим) навиванням витків, початковий натяг (притискання сусідніх витків) $P_0 = (0,2 - 0,3) P_{zp}$. Граничне навантаження для пружин розтягу та стиску беруть

$$P_{zp} = (1,1 - 1,2)P_{max}$$

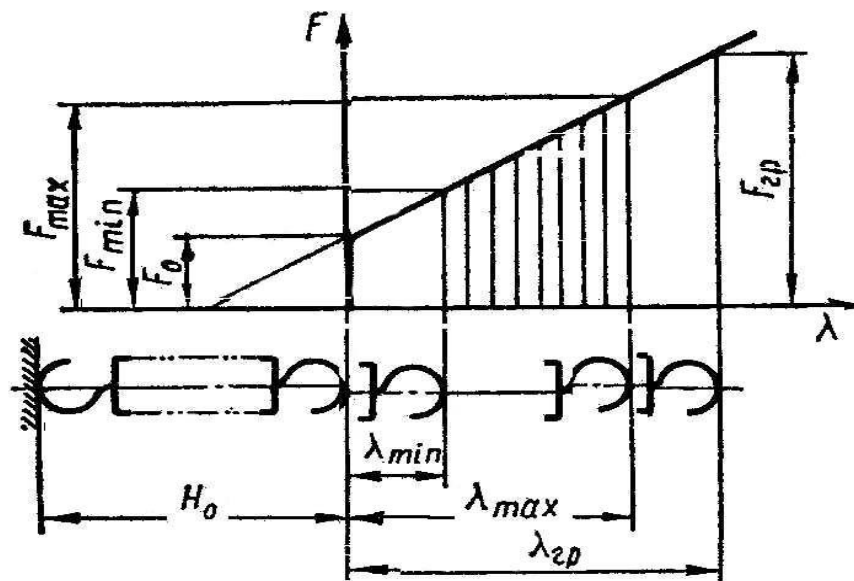


Рисунок 3.6 - Робоча характеристика пружини розтягу

Граничне навантаження:

$$P_{zp} = 1,2 \cdot P = 1,2 \cdot 65,3 = 78,36 \text{ Н.}$$

При цьому навантаженні розрахункове напруження у витках пружини вибраних параметрів:

$$\tau = 8 \cdot P_{zp} \cdot D \cdot K / (\pi \cdot d^3) = 8 \cdot 78,36 \cdot 15 \cdot 1,3 / (3,14 \cdot 3^3) = 144,2 \text{ Мпа,}$$

що менше від допустимого $[\tau] = 220 \text{ Мпа}$.

За формулою (3.25) потрібна кількість витків пружини при деформації $\lambda = 20 \text{ мм}$:

$$i = G \cdot d^4 \cdot \lambda / (8 \cdot P \cdot D^3) = 8 \cdot 10^4 \cdot 3^4 \cdot 20 / (8 \cdot 65,3 \cdot 15^3) \approx 73$$

Решту розмірів пружин обчислюють та такими формулами:

Довжина робочої частини ненавантаженої пружини (див. рис. 3.4):

$$H_p = i \cdot d \tag{3.26}$$

$$H_p = 73 \cdot 3 = 219 \text{ мм.}$$

Повна кількість витків:

$$i_0 = i + (I - 2) \quad (3.27)$$

$$i_0 = 73 + 2 = 75.$$

Довжина ненавантаженої пружини:

$$H_0 = i_0 \cdot d + 2 \cdot h_B \quad (3.28)$$

Де $h_B = (0,5 - 1) \cdot D$ — висота одного вушка.

$$H_0 = 75 \cdot 3 + 2 \cdot 15 = 255 \text{ мм.}$$

Довжина пружини при максимальному розрахунковому навантаженні P_{max} :

$$H = H_0 + \lambda_{max} = H_0 + (P_{max} - P_0)/k = H_0 + 8 C^3 i (P_{max} - P_0)/(G d) \quad (2.29)$$

$$H = 255 + 8 \cdot 5^3 \cdot 73 \cdot (78,36 - 65,3)/(8 \cdot 10^4 \cdot 3) = 258,97 \text{ мм.}$$

При максимальному осьовому навантаженні $P = 78,36$ Н мінімальний зазор між витками:

$$\Delta = 0,2\lambda/i, \quad (3.30)$$

$$\Delta = 0,2 \cdot 20/73 = 0,05 \text{ мм.}$$

Крок витків ненавантаженої пружини:

$$h = \lambda/i + d + \Delta, \quad (3.31)$$

$$h = 20/73 + 3 + 0,05 = 3,32 \text{ мм.}$$

Довжина дроту для виготовлення пружини:

$$L = \pi \cdot D \cdot i_0 / \cos \alpha + 2l_B, \quad (3.30)$$

де l_B — довжина дроту для одного вушка.

$$\alpha = \arctg[h/(\pi \cdot D)] / (8 \cdot F \cdot D^3) \quad (3.31)$$

$$\alpha = \arctg[3,32/(3,14 \cdot 15)] = \arctg[0,0705] = 4,03^\circ$$

$$L = \pi \cdot D \cdot i_0 / \cos \alpha + 2l_B = 3,14 \cdot 15 \cdot 75 / \cos(4,03) + 2 \cdot 45 = 3631,3 \text{ мм.}$$

Для гвинтових циліндричних пружин розтягу або стиску з дроту круглого перерізу існує також табличний метод визначення розмірів за відомими навантаженнями (ДСТУ 13765-96).

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вимоги техніки безпеки при експлуатації машини КБС-6

4.1.1 Загальні положення

Нахили агрофону не повинні перевищувати 2°.

До роботи з технічного обслуговування, транспортуванні, обкатці і використанні машини допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку, інструктаж з техніки безпеки і протипожежної безпеки при наявності відповідного посвідчення.

При одночасному обслуговуванні, ремонту машин кількома виконавцями необхідно призначити старшого групи, доручивши йому контроль за дотриманням правил техніки безпеки (черговості робіт).

У машині повинна бути аптечка з необхідними медикаментами.

Працювати необхідно у зручному одязі, щоб не допустити його попадання у рухомі частини машини.

Інструменти, прилади і обладнання для технічного обслуговування і ремонту повинні використовуватись тільки за своїм призначенням, бути справними і забезпечити безпечність проведення робіт.

Не допускається перевезення вантажів у бункері.

4.1.2 Роботи перед запуском та у процесі запуску машини

Перед запуском потрібно впевнитися у справності механізму блокування запуску. Перед запуском двигуна ручка переключення діапазонів повинна бути у нейтральному положенні, а педалі керування гідронасосом у одній площині.

При цьому важіль керування гідронасосом повинен знаходитися у вертикальному положенні. Муфта приводу робочих органів повинна бути виключена.

Перед включенням передач, а також початком руху водій повинен впевнитися у відсутності сторонніх осіб на машині або біля неї і дати попереджувальний звуковий сигнал.

Необхідно систематично перевіряти справність і надійність роботи гальм рульового керування механізму переключення діапазонів. Категорично забороняється працювати з несправним рульовим керуванням, гальмівною системою, електроосвітленням і сигналізацією [17, 18].

4.1.3 Вимоги до безпеки у процесі роботи машини і переїздах

При русі машини водій повинне знаходитися на сидінні. Забороняється перебування сторонніх осіб на працюючій машині або біля неї.

Забороняється очищати, ремонтувати або регулювати вузли під час руху машини.

Забороняється експлуатувати машину без запобіжних кожухів і огорож карданних, пасових і ланцюгових передач.

Надівати паси на шківи і ланцюги на зірочки, а також змащувати підшипники під час роботи машини забороняється.

Забороняється працювати на машині при ослаблених кріпленнях вузлів і агрегатів.

Забороняється чіпати руками робочі органи машини при працюючому двигуні.

При роботі машини металеві труби гідроприводу на ходову частину можуть нагріватися до 80-100°C. Бережіться опіків.

При переведенні навантажувального транспортера з робочого у транспортне положення (або навпаки) попередньо необхідно впевнитися у наявності вільного простору, відсутності ліній електропередач та інше. Оскільки, за габаритний розмір транспортера за висотою при переведенні перевищує 4м.

Швидкість руху машини при значних нахилах дороги повинна бути до 4км/год, поздовжнім кутом нахилу до 7%.

При поворотах і розворотах швидкість потрібно зменшити до 3км/год.

При тривалих переїздах машини (більше 15-20км) паси приводу робочих органів потрібно зняти.

Рух дорогами загального користування проводиться відповідно до “Правил дорожнього руху” і при включених безперервних маячках оранжевого або білого кольорів.

Транспорт, швидкість якого рівна або перевищує максимальну швидкість руху машини обганяти забороняється особливо з настанням темноти.

Переїжджати у тунелях, через греблі, мости (якщо дозволяють габарити і вантажопідйомність) потрібно тільки на пониженій швидкості при включених безперервних маячках [19].

4.1.4 Вимоги безпеки після зупинки машини

Після зупинки машини необхідно обов’язково перевести ручку переключення діапазонів у нейтральне положення.

При заміні мастила у перші 20-30 хв після зупинки двигуна, необхідно бути обережним, щоб уникнути опіків.

Щоб уникнути випадкового руху машини з місця, водій повинен перед виходом із кабіни при працюючому двигуні заблокувати педалі керування гідронасосом засувкою і загальмувати машину стоянковим гальмом.

Необхідно систематично перевіряти надійність роботи рульового керування та гальм.

4.1.5 Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні та ремонтах

Всі види регулювань і технічного обслуговування виконуються при виключеному двигуні (крім деяких регулювань двигуна і діагностики).

Забороняється що-небудь робити під машиною, якщо копачі підняті і під колеса не підставлені упори-клини.

При м'якому ґрунті під домкрат кладуть міцну дошку при проведенні технічних оглядів або ремонті потрібно підняти одну із сторін машини, користуються домкратом вантажопідйомністю не менше 5т.

Не можна знаходитись під машиною, яка піднята на домкрат. Місця встановлення домкрата і опор для піднімання різних частин машини вказано на машині.

4.1.6 Особливості буксирування

Буксирування машини здійснюється тільки при жорсткому зчіплюванні з включеною передачею коробки діапазонів згідно з “Правилами дорожнього руху”.

Особливості користування гальмами. Гальмування машин під час руху необхідно проводити зміною подачі основного насоса гідростатичної передачі трансмісії (ГСТ), що виконується за допомогою педаль керування [17].

4.2 Протипожежні заходи

Категорично забороняється:

- а) курити на машині поблизу складування сіна, соломи та інших місць підвищеної пожежобезпеки;
- б) заправляти двигун паливом у місцях складування (сіна, соломи) та інших місцях підвищеної пожежобезпеки;
- в) проводити ремонт машин та інші роботи з використанням відкритого вогню у місцях складування сіна, соломи й інших місцях підвищеної пожежобезпеки.

До початку збиральних робіт машина повинна бути обладнана вогнегасником лопатою.

Не дозволяється на вогнегасник вішати одяг або класти сторонні предмети, вони заважають швидко використати його у випадку необхідності. Вогнегасник повинен бути завжди справним і своєчасно заправленим [18].

У нічний при виході з ладу електрообладнання користуватися вогненебезпечними ліхтарями.

Необхідно слідкувати за тим, щоб прокладка колектора добре ущільнювала і не відпускала б відпрацьовані газу.

Недостатнє ущільнення може привести до загоряння легкозаймистих матеріалів.

Щоб попередити замикання проводів потрібно кожного дня перевіряти справність електропроводки, слідкувати за якістю ізоляції електропроводів і не допускати забруднення їх маслом і пилом.

При заправці машини і перевірці його рівня не можна користуватися відкритим вогнем і курити, допускати підтікання мастила у місцях з'єднання трубопроводів. Своєчасно усуньте підтікання у системі живлення і змащення двигуна. Пролите паливо і масло треба витерти.

Своєчасно очищайте машину, двигун, захисні сітки радіаторів від рослинних залишків, випускную трубу і колектор від нагару.

Стаціонарні пости технічного обслуговування і агрегати технічного обслуговування повинні бути обладнані засобами пожежогасіння.

Паливопроводи необхідно чистити на двигуні після перекриття подачі палива. У машин, які пройшли технічне обслуговування не повинно бути підтікання палива.

Особу, які працюють на машині, а також які беруть участь у проведенні технічного обслуговування, повинні знати пожежотехнічні мінімуми [17, 18].

5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Широке впровадження інтенсивних і індустріальних технологій, використання у великій кількості добрив, гербіцидів веде до порушення історично складених на протязі цілих геологічних епох умов і забруднення навколишнього середовища. Проблема охорони навколишнього середовища прийняла особливе значення і стала міжнародною.

Це необхідно враховувати при виробництві сільськогосподарських культур за інтенсивною технологією. Велику увагу звертають на економічне використання туків – їх вносять при оранці з основним добривом, а також в формі стартових доз при сівбі і дроблених підживлень під час вегетації, що забезпечує найбільш ефективне засвоєння поживних речовин рослинами, не допускаючи змиву поверхневим стоком і зменшує можливість вимивання їх ґрунтовими водами.

Для зменшення негативного впливу пестицидів на навколишнє середовище рекомендується застосовувати їх в мінімальних дозах і тільки при достатній технічній підготовці працівників та суворому дотриманні правил техніки безпеки.

При виборі препаратів слід враховувати не тільки їх токсичність і економічні фактори, а також і поведінку в конкретних об'єктах навколишнього середовища, можливість накопичення в живих організмах.

Забороняється обробляти посіви пестицидами з метою профілактики на випадок появи шкідливих організмів. Рекомендується широко застосовувати інтегровану систему захисту рослин проти шкідників, хвороб і бур'янів.

Впровадження інтенсивної технології виробництва сільськогосподарських культур нерозривно зв'язано з охороною ґрунту від водної і вітрової ерозії. Ерозія ґрунту завжди існувала в природі як негативний процес, швидкість якого такого ж порядку, як і швидкість процесу

грунтоутворення. Це природна геологічна ерозія, якій запобігти неможливо, яка особливої шкоди не завдає (вона проходить повільно і майже непомітно).

Поряд з цим геологічним процесом є прискорена або руйнівна ерозія, яка виникає під впливом діяльності людини. При прискореній ерозії втрата компонентів ґрунту не компенсується і ґрунт частково або повністю втрачає родючість.

Основною причиною підсилення процесу вітрової ерозії є руйнування їх структури внаслідок втрати значної кількості органічних речовин.

Водна ерозія виникає при великих розмірах полів, використанні чистих парів, використанні потужної сільськогосподарської техніки, яка все більше застосовується фермерами.

У глобальних масштабах основними причинами ерозії стали:

- зменшення рослинності;
- розорювання землі на великих площах без застосування ґрунтозахисних сівозмін;
- надмірне випасання тваринами.

Неправильні методи землеробства приводять до появи і розвитку прискореної ерозії.

Основними засобами попередження вітрової ерозії вважають зменшення ширини полів, залишання післяжнивних рослинних решток на полі, розміщення смугами сільськогосподарських культур впоперек пануючих вітрів, створення захисних лісових смуг.

Встановлено, що збереження на поверхні ґрунту рослинних залишків при застосуванні ґрунтозахисного обробітку – найбільш простий і доступний метод для попередження як вітрової так і водної ерозії.

Ґрунтозахисний обробіток зводить до мінімуму змиття ґрунту і пошкодження його вітром. До числа доступних протиерозійних заходів відноситься оранка і посів впоперек схилу. Оранка впоперек схилу зужує стікання талих вод в середньому на 8,5 мм.

Різне значення в протиерозійному відношенні має створення штучного

мікрорельєфу. На зябові він має низьку ефективність внаслідок погіршення фільтраційної здатності ґрунтів. Зовсім інший результат одержують при формуванні стоку у весняно-літній період при зливах. Водопроникність ґрунтів підвищується в 1,5 – 5 разів.

Із спеціальних технологій вирощування озимих на схилах, отримали поширення ґрунтозахисні технології, які передбачають без відвальне мілкерихлення в сукупності з щілюванням. В лісостеповій зоні України, застосовують рихлення з щілюванням. Це скорочує змиття ґрунту в 3-4 рази і підвищує урожайність в середньому на 4,7 ц/га у порівнянні з відповідною оранкою.

Особливе значення в охороні сільськогосподарських угідь належить захисним лісовим насадженням, утвореним біля доріг на межах полів, на схилах ярів і балок, на еродованих ґрунтах, біля річок і водойм. Лісові насадження зменшують швидкість вітру, затримують сніг на полях, зменшують примерзання ґрунту, захищають посіви від шкідливого впливу екстремальних погодних умов. З цією метою на схилах, які мають більше 3°, закладаються водорегулюючі і водопоглинаючі лісові масиви, які зменшують поверхневий стік опадів і потім частково переводять їх в ґрунт. На межах полів закладаються різні конструкції лісових смуг, які зменшують силу вітру, затримують сніг на полях, пом'якшують погодні умови.

Усі лісові насадження складають єдину систему захисту території господарства від водної та вітрової ерозії, пом'якшують природнокліматичні умови, особливо в засушливі роки, що проявляється в підвищенні урожайності зернових культур в межах 3-5 ц/га. Особливо важливу роль відіграє конструкція лісових насаджень. Так найбільш продуктивнішими є напівпродувні лісосмуги, які пропускають не більше 25-35% вітрового потоку. Такі смуги в зимовий час не накопичують під кронами багато снігу, він відкладається на полях, а влітку вони сприяють провітрюванню зернових посівів, що значно зменшує розвиток шкідників, особливо в дощову погоду.

Придорожні лісові насадження повинні бути мало продувними і

затримувати сніг в зимовий час.

Водорегулюючі і водопоглинаючі насадження ефективніше розміщати широкими смугами з великою кількістю кущів, щоб під ними ґрунт не промерзав і в зимовий час добре пропускав стікаючу з полів воду під час відлиг у зимовий період.

Для запобігання забрудненню повітря не слід допускати спалювання старої соломи, поживних решток, ефективніше застосовувати їх для накопичення органічних речовин в ґрунті.

Впровадження природоохоронних заходів у інтенсивну технологію виробництва сільськогосподарських культур буде сприяти підвищенню родючості ґрунтів, збільшенню врожайності, покращенню якості продукції, охороні навколишнього середовища від руйнування і забруднення.

6 РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Основою для розрахунку показників економічної ефективності є прямі експлуатаційні витрати: відрахування на реновацію, 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.

За базовою технологією збирання цукрових буряків виконується комплексом машин: збирання гички - гичкозбиральна машина БМ-6А з одновальним доочисником, яка агрегатується з колісним трактором класу 1,4; збирання коренеплодів – коренезбиральна машина КС-6Б.

Удосконалена машина КБС-6 виконує операції зрізання гички, доочистки головок коренеплодів і їх викопування, очищення вороху і завантаження за один прохід.

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності коренезбиральної машини КБС-6, обладнаної новим дообріжчиком коренеплодів, подані в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Вихідні дані для розрахунку економічних показників

Назва показників	Базова машина БМ-6А + КС-6Б	Модернізована КБС-6
1. Продуктивність, га/год	0,85	1,24
2. Питомі витрати палива, л/га	15,9 + 10,75	9,65
3. Балансова ціна машин, грн..	180000 + 40000 + 210410	397500
4. Ширина захвату, м	2,7	2,7
5. Кількість збираємих рядків, шт.	6	6
6. Кількість обслуговуючого персоналу	2	1

Затрати праці на збиранні цукрових коренеплодів визначаються за формулою:

$$H = \frac{m}{W_{\text{год}}}, \quad (6.1)$$

де: m – кількість обслуговуючого персоналу;

$W_{\text{год}}$ - продуктивність машини за годину, га/год.

При збиранні цукрових буряків базовим комплексом машин затрати праці становлять:

$$H_6 = \frac{2}{0,85} = 2,35 \text{ люд.год/га.}$$

При збиранні коренеплодів модернізованою машиною затрати праці будуть становити:

$$H_M = \frac{1}{1,24} = 0,81 \text{ люд.год/га.}$$

Зниження затрат праці при використанні модернізованої машини будуть становити:

$$H_3 = H_6 - H_M = 2,35 - 0,81 = 1,54 \text{ люд.год/га.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при збиранні врожаю цукрових буряків розраховуються за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{пмм}}, \quad (6.2)$$

де C_o – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

C_p – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

Оплата праці механізатору, який працює на збиральному агрегаті, нараховується за тарифною сіткою за норму виконаної роботи. По шостому розряду з врахуванням збільшення мінімальної заробітної плати за місяць до

6700 грн. вона становить 291 грн. за зміну [19]. За 1 га зібраної площі оплата праці становить:

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{\#M}}, \quad (6.3)$$

де C_T – оплата праці за тарифною сіткою, грн./зм.;

$W_{\#M}$ – продуктивність агрегату за зміну, га/зм.

Для двох механізаторів, які працюють на базовому комплексі машин, оплата праці за 1 га зібраної площі буде становити:

$$C_{oB}^1 = \frac{291}{5,88} \times 2 = 98,98 \text{ грн/га.}$$

Крім того в господарстві проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт, що становить 49,49 грн/га; 12 % - за інтенсивність робіт, що становить 11,88 грн/га. І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{oB}^H = 98,98 + 49,49 + 49,49 + 11,88 = 209,84 \text{ грн/га}$$

На цю суму нараховується 20 % за класність механізатора (становить 41,97 грн/га) і 51 % соціального страхування і інших відрахувань (становить 107,02 грн/га). І тоді з врахуванням всіх нарахувань затрати на оплату праці механізатору при роботі базової машини будуть становити:

$$C_{oB} = 209,84 + 41,97 + 107,02 = 358,83 \text{ грн/га.}$$

Для механізатора, який працює на агрегаті з розробленою вдосконаленою коренезбиральною машиною, оплата праці за 1 га зібраної площі буде становити:

$$C_{oM}^1 = \frac{291}{8,68} = 33,53 \text{ грн/га.}$$

Аналогічно крім цього проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт (становить 16,76 грн/га), 12 % за інтенсивність робіт (становить 4,02 грн/га). І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{oM}^H = 33,53 + 16,76 + 16,76 + 4,02 = 71,08 \text{ грн/га}$$

На цю суму проводиться нарахування 20 % за класність механізатора (складає 14,22 грн/га) і 51 % на соціальне страхування і інше (становить 36,25 грн/га). І тоді оплата праці механізатора, який працює на вдосконаленій машині, буде становити:

$$C_{\text{ом}} = 71,08 + 14,22 + 36,25 = 121,55 \text{ грн/га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм на відрахування від загальної вартості машини за формулою:

$$C_a = \frac{C \cdot \alpha}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}}, \quad (6.4)$$

де C – балансова ціна машини, грн.;

D – кількість днів роботи в рік;

K – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для трактора – 10%, для гичкозбиральної і коренезбиральної машини становить 15 % [19]. Тоді відрахування для комплексу машин базової технології будуть становити:

$$C_{\text{аб}} = \frac{180000 \cdot 10}{100 \cdot 228 \cdot 1,8 \cdot 5,95} + \frac{40000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 5,95} + \frac{210410 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 5,95} = 124,27 \text{ грн/га}$$

Амортизаційні відрахування на вдосконалену коренезбиральну машину будуть становити:

$$C_{\text{ам}} = \frac{397500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 8,68} = 127,21 \text{ грн/га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування агрегату також визначається за нормативами, які становлять для трактора – 8%, гичкозбиральна і коренезбиральна машини - 15 % в рік від вартості машини. Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{C \cdot \beta}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}}, \quad (6.5)$$

де β - норма річних відрахувань на ремонт і технічне обслуговування, %.

Для машин базової технології затрати на ремонт і технічне обслуговування машини будуть дорівнювати:

$$C_{аб} = \frac{180000 \cdot 8}{100 \cdot 228 \cdot 1,8 \cdot 5,95} + \frac{40000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 5,95} + \frac{210410 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 5,95} = 122,8 \text{ грн./га}$$

Для вдосконаленої коренезбиральної машини затрати на ремонт і технічне обслуговування будуть становити:

$$C_{ам} = \frac{397500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 8,68} = 127,21 \text{ грн/га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{пмм} = C_{п} \cdot G_{га} \quad (6.6)$$

де $C_{п}$ – комплексна ціна 1 кг палива;

$g_{га}$ – витрати палива на 1 га.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали і диференціюється в залежності від марки двигуна і машини, а також зони застосування. Приймаємо слідуєчі норми витрат мастильних матеріалів і пускового бензину в % до основного палива [19]:

- моторне масло – 11,7 %;
- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустриальне масло – 0,64 %;
- консерваційні мастила – 0,47 %;

На сьогодні вартість на паливо і мастильні матеріали залежить від цінової політики ринку, величини оптових закупок, постачальника і т. ін. Для розрахунків приймаємо комплексну ціну 1 кг палива в розмірі 56,1 грн/кг. Тоді затрати на паливо і мастильні матеріали для базової машини становлять:

$$C_{пмм}^б = 56,1 \cdot 15,9 + 56,1 \cdot 10,75 = 1495,1 \text{ грн./га.}$$

При збиранні цукрових буряків удосконаленою коренезбиральною машиною затрати на ПММ будуть становити:

$$C_{пмм}^м = 56,1 \cdot 9,65 = 541,37 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі машин за базовою технологією будуть дорівнювати:

$$C_6 = 358,83 + 124,27 + 122,8 + 1495,1 = 2101,0 \text{ грн./га}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі агрегату з удосконаленою машиною будуть становити:

$$C_m = 121,55 + 127,21 + 127,21 + 541,37 = 917,34 \text{ грн./га}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні розробленої машини в виробництво в порівнянні з базовим об'єктом буде становити:

$$E = C_6 - C_m = 2101,0 - 917,34 = 1183,66 \text{ грн./га} \quad (6.7)$$

Таблиця 6.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Базовий комплекс машин	Удосконалений
1. Продуктивність, га/год	0,85	1,24
2. Питомі витрати палива, кг/га	26,55	9,65
3. Затрати праці, люд.год/га	2,35	0,81
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	2101,0	917,34
в т.ч. – оплата праці з нарахуваннями	358,83	121,55
- амортизаційні відрахування	124,27	127,21
- затрати на ремонт і ТО	122,8	127,21
- затрати на ПММ	1495,1	541,37
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	1183,66
6. Річний економічний ефект, грн.	-	112448
7. Строк окупності затрат, років	-	3,5

В відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_b = \frac{1183,66 \cdot 100}{2101,0} = 56,3 \%$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 95 га буде становити:

$$E_p = 1183,66 \cdot 95 = 112448 \text{ грн.}$$

Окупність затрат на удосконалення збиральної машини визначаються за формулою:

$$E_o = \frac{Ц_M}{E_p} \quad (6.8)$$

$$E_o = \frac{397500}{112448} = 3,5 \text{ років}$$

Основні техніко-економічні показники, розраховані в проекті, приведені в таблиці 6.2.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз біологічних особливостей цукрових буряків дозволяє оптимізувати технологію їх вирощування, правильно вибрати систему удобрення, обробітку ґрунту, вибрати строки сівби, спланувати операції по догляду за посівами, правильно застосувати засоби захисту рослин від хвороб і шкідників. Це дає можливість отримати максимальний урожай і зібрати його удосконаленим комплексом машин.

2. Вивчення і аналіз конструкції гичкозбиральних робочих органів дав можливість вибрати оптимальний напрямок удосконалення гичкозрізального апарату самохідного бурякозбирального комбайна.

3. Комбайн КБС-6 обладнаний гичкозрізувальним апаратом, який складається з роторного гичкоріза і пасивних дообрізчиків. Ножі пасивного дообрізчика жорстко кріпляться 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.

4. Запропоновано вдосконалити гичкозрізувальний пристрій, встановивши ніж на осі обертання і підпружинити пружиною, а його хід обмежити упорами. Гичкозрізувальний пристрій з такою конструкцією ножа дозволяє виконувати різання головок коренеплодів з просковзуванням їх вздовж леза ножа, виконує цей процес значно “м’якше” ніж “жорстким” ножем рубленням і дозволяє покращити якість зрізуваної поверхні коренеплоду, отримуючи меншу кількість зколів.

5. Проведені розрахунки, під час яких визначено зусилля, що виникають на лезі ножа в процесі різання. В наслідок зміни конструкції вузла і внесення в неї пружини виникла потреба в розрахунку її параметрів, що і було проведено в конструктивних розрахунках. Визначено її геометричні розміри, кількість витків, напруження при номінальних та максимальних

навантаженнях.

6. Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при проведенні збиральних робіт, що позитивно вплине на безпеку їх виконання.

7. Запропоновані розробки позитивно вплинуть на загальну роботу бурякозбирального комбайна КБС-6, зменшиться травмування коренеплодів, підвищиться якість процесу очищення коренеплодів цукрових буряків від гички, а отже збільшиться загальна кількість збору цукрової сировини.

Економічний ефект від впровадження розробки у виробництво на площі 95 га становить 112448 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Потаєва О. В умовах воєнного часу цукровий буряк набуває економічної доцільності для аграріїв. – 28.04.2022.// <https://agrotimes.ua/agromarket/v-umovah-voennogo-chasu-czukrovij-buryak-nabuvaye-ekonomichnoyi-doczilnosti-dlya-agrariyiv/>.
2. Челапко Н. Цукровий буряк 2022. Посівні площі. Переробні потужності. Залишки й експорт//<https://latifundist.com/spetsproekt/964-tsukrovij-buryak-2022-posivni-ploshchi-pererobni-potuzhnosti-zalishki-j-eksport>.
3. Бондар В. Про прибутковість вирощування цукрових буряків// Агробізнес сьогодні. - № 4 (203), лютий 2011. – с. 9-13.
4. Пиркін В.І. Перспективи ефективного розвитку галузі буряківництва на Україні// Цукрові буряки. - №3-4, 2008. с. 9 – 11.
5. Українська інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків// За ред.. О.М.Ткаченка, М.В.Роїка – Київ: «Академпрес», 1998. – 240 с.
6. Кобець А.С., Іщенко Т.Д, Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
7. Карабиньош С., Новицький А., Сиволапов А. Бурякозбиральні машини та їх характеристики// Пропозиція. – № 11, 2011. с. 135-141.
8. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г.Войтюк, Л.В.Аніскевич, В.В.Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г.Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
9. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
10. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза та ін. –

Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.

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

12. Опір матеріалів. Під заг. ред. акад. НАНУ Г. С. Писаренко. – К.: Вища школа, 1974. – 304 с.

13. Довідник з опору матеріалів / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.

14. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка, Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. –384с.

15. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві /В.Ю. Ільченко, В.П. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. –К.: Урожай, 1993. 224 с.

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

17. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..

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

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