

**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  
другого (магістерського) рівня вищої освіти  
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ  
БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ТА КОНСТРУКЦІЇ  
КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ**

**Виконав:** студент \_\_\_\_\_ Пархоменко Р.Є

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кобець Анатолій Степанович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2025

**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

Пархоменко Р.Є. Удосконалення процесу механізації збирання буряків цукрових та конструкції коренезбиральної машини/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025. – 79 с.

В проекті представлено аналіз технологій і машин для збирання цукрових буряків, а також характеристики сучасних сортів і гібридів та їх основні фізико-механічні та технологічні властивості. На підставі проведеного аналізу агротехнічних вимог до збиральних машин і проблемних питань при їх роботі обрано напрям удосконалення коренезбиральної машини з метою підвищення надійності і зменшення простоїв на ремонтні роботи.

Розроблена удосконалена конструкція рами двигуна машини КС-6Б і проведені відповідні розрахунки по перевірці надійності і міцності елементів рами. Приведені заходи по охороні праці при організації збиральних робіт з використанням удосконаленої машини.

Розрахунки економічної ефективності показали, що економічний ефект від використання розробок становить 678,4 грн/га, а затрати праці зменшуються на 0,5 люд.год/га.

## З М І С Т

В С Т У П . . . . .	6
1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ. . . . .	9
2 СОРТИ І ГІБРИДИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ . . . . .	27
3 ОСНОВНІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ. . . . .	33
4 ВИХІДНІ ВИМОГИ ДО МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ БУРЯКІВ . . . . .	39
5 ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ. . . . .	45
6 РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ. . . . .	48
7 ОХОРОНА ПРАЦІ. . . . .	57
7.1 Загальні положення по охороні праці. . . . .	57
7.2 Основні правила безпечної експлуатації удосконаленої машини. . . . .	58
7.3 Основні правила пожежної безпеки. . . . .	61
8 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ. . . . .	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. . . . .	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. . . . .	70
Д О Д А Т К И. . . . .	62

## В С Т У П

Цукровий буряк при забезпеченні всіх необхідних умов вирощування є високорентабельною культурою і дає чи не найвищий прибуток з гектара серед усіх традиційних для України культур. Інтерес до вирощування цукрових буряків в умовах воєнного часу обумовлено обмеженням експорту зернових та олійних культур. А дана культура приваблива тим, що є можливість переробки сировини в Україні та ще й у світі значно зростає ціна на цукор [1, 2].

Війна, яку розпочала росія, також внесла певні корективи і в розвиток цієї галузі. За даними Держстату України площа посівів цукрового буряку в країні в довоєнному 2021 році становила 226 тис. га, а в 2022 році – 173 тис. га, урожай довоєнного 2021 року становив 10,8 млн. т, а 2022 року – 8,6 млн. т, при середній врожайності відповідно 47,9 і 49,8 т/га [3]. В Дніпропетровській області середня врожайність становила 43 т/га.

Цукрові буряки вирощують як технічну і кормову культуру. Коренеплоди сучасних сортів містять 17-19% цукру. 100 кг коренеплодів відповідають 26 кормовим одиницям і містять 1,2 кг перетравного протеїну, 0,5 кг кальцію, 0,5 кг фосфору. Кормова патока містить близько 60% цукру, 100 кг її відповідають 77 кормовим одиницям і містять 4,5 кг перетравного протеїну [1]. Цукрові буряки в Україні є єдиним джерелом для виробництва цукру – життєво необхідного джерела харчування. Цукор володіє високими смаковими якостями, сприяє підвищенню розумової і фізичної діяльності людини. Більша частина цього продукту використовується в харчовій промисловості: в хлібобулочному, кондитерському виробництві, виготовленні різних напоїв і т. ін.

При виробництві цукру з'являється багато побічних продуктів – меляса, жом, які використовують при виробництві кормів, паперу, дріжджів, амінокислот, спирту. Відходи цукрового виробництва можуть

використовуватися навіть як покращувачі ґрунтів. Особливий інтерес має використання цукру в якості біопалива як замітника традиційних вуглеводневих видів пального. Цукор можна ферментувати в спирт, який у поєднанні з бензином можна використовувати як пальне.

Основна задача при вирощуванні буряку – підвищення врожайності коренеплодів та зменшення затрат ручної праці і коштів. Це забезпечується запровадженням інтенсивної технології вирощування, основою якої є використання новітніх спеціальних машин.

Підвищення ефективності використання наявних технічних засобів і розробка нових в Україні стало найактуальнішим питанням сьогодення. Розробка і використання нових машин мають спиратися на попередній еволюційний досвід, наявність нових наукових ідей і технічних засобів для реалізації цих розробок, професійну підготовку обслуговуючого персоналу.

Багаторічні дослідження процесів механізованого збирання цукрових буряків, результати Державних випробувань бурякозбиральної техніки та досвід її використання в умовах реальної експлуатації у господарствах різних зон бурякосіяння свідчать, що кількість пошкоджених коренеплодів і рівень втрат врожаю залежить від технічних, технологічних, організаційно-господарських чинників і погодних умов, а також від стану розвитку рослин, вологості й твердості ґрунту.

Головне ж для запобігання втратам урожаю цукрових буряків на збиранні — це правильне технологічне налагодження всього комплексу збиральної техніки та кожної машини відповідно до її конструктивних умов збирання. Спеціалістам і механізаторам слід чітко знати всі можливі причини та розміри технологічних втрат врожаю цукрових буряків на збиранні та способи їх усунення. За правильного технологічного налагодження бурякозбиральних машин і відрегульованості їх робочих органів показники якості збирання цукрових буряків мають відповідати нормативним вимогам.

Дослідження процесів збирання цукрових буряків показали, що втрати коренеплодів складають 10 - 15% від біологічної урожайності. Крім того 40 -

60% коренеплодів пошкоджуються робочими органами машин [4, 6].

В зв'язку з цим удосконалення технології збирання цукрових буряків і робочих органів машин, радикально понижуючих втрати гички та втрати і пошкодження коренеплодів при збиранні цукрових буряків являється актуальною науковою та виробничою задачею.

Метою даного дипломного проєкту є удосконалення механізації збирання буряків цукрових з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи удосконаленої коренезбиральної машини.

## 1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Найбільш поширеними способами збирання цукрових буряків є потоковий, перевалочний і потоково-перевалочний (комбінований) способи.

*При поточковому способі* коренеплоди і гичку, зібрані бурякозбиральними машинами, подають у транспортні засоби. Коренеплоди доставляють на приймальні пункти, а гичку — до місць силосування чи згодовування тваринам. При відсутності тваринництва в господарстві гичка розкидається по зібраному полю як додаткове добриво. Це найбільш раціональний спосіб організації збиральних робіт, але він потребує достатньої кількості транспортних засобів і чіткої системи приймання коренеплодів на приймальних пунктах.

*При перевалочному збиранні* коренеплоди подають від комбайнів на тракторні самоскидні причепа і укладають на край поля в кагати. Потім при наявності транспорту їх вивантажують із кагатів на навантажувачі і везуть на приймальні пункти.

*При потоково-перевалочному способі* частину коренеплодів вивозять безпосередньо від збиральних машин на приймальні пункти, а решту — укладають у тимчасові кагати.

Той чи інший спосіб збирання цукрових буряків залежить від кліматичних умов зони, стану урожаю і ґрунту.

Залежно від обраного способу збирання цукрових буряків і конструкції бурякозбиральних машин можна здійснювати одно-, дво- і трифазне їх збирання. Однофазне збирання цукрових буряків здійснюють прямим комбайнуванням однією машиною — бурякозбиральним комбайном.

Бурякозбиральні комбайни за кількістю одночасно зібраних рядків поділяють на 1-, 2-, 3- та 6-рядні. За наявністю бункера їх поділяють на бункерні й безбункерні. За способом агрегування з енергетичним засобом

бурякозбиральні комбайни поділяють на самохідні, монтовані, навісні та причіпні.

Ще в багатьох господарствах України буряки збирають комплексом вітчизняних шестирядних машин: причіпною гичкозбиральною БМ-6Б (рис. 1.1), МГ-6, МБП-6, БС-6 (рис. 1.2), МБС-6 (рис. 1.3), МБК-2,7 (рис. 1.4), начіпним очисником гички ОГД-6А та коренезбиральними машинами КС-6Б (рис.1.5), РКС-6 (рис.1.7) або МКК-6 (рис. 1.8). Вантажать буряки з кагатів навантажувачами СПС-4,2 (рис.1.9).



Рисунок 1.1 - Гичкозбиральна машина БМ-6Б

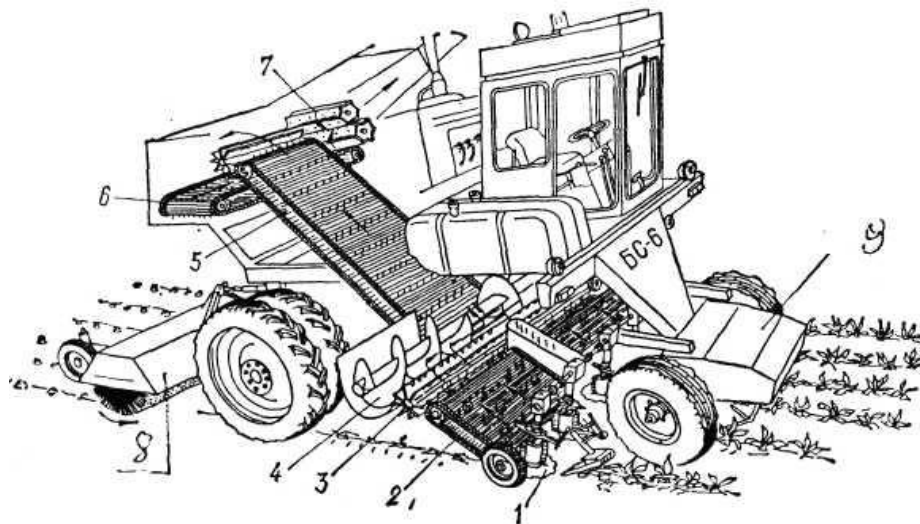


Рисунок 1.2 - Функціональна схема самохідної гичкозбиральної машини БС-6: 1 – гичкозрізуючі апарати; 2, 5, 6 – транспортери гички; 3, 7 – гичкокидачі; 4 – шнековий транспортер; 8 – до очисник головок; 9 – автомат водіння

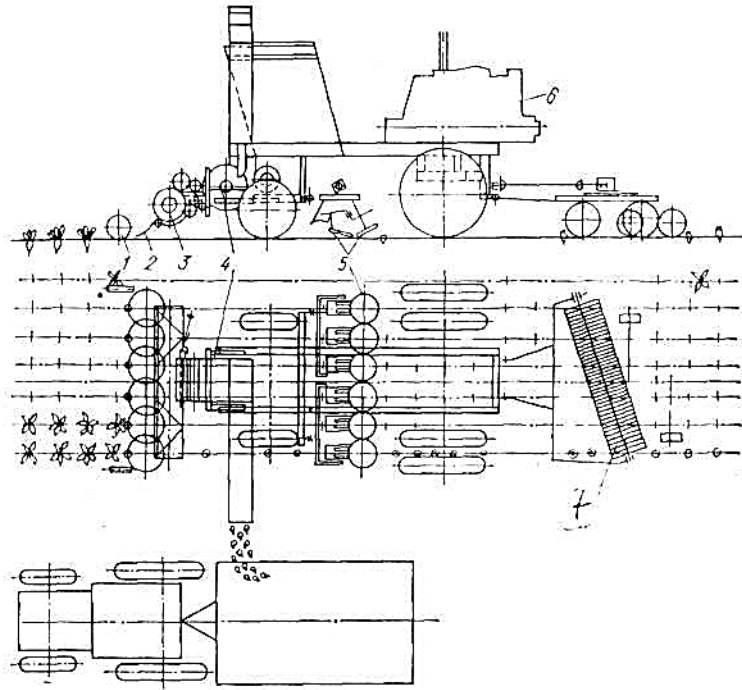


Рисунок 1.3 - Функціональна схема самохідної гичкозбиральної машини з двоетапним зрізом гички МБС-6:

1 – опорне колесо гичкозрізуючої секції; 2 – роторний гичкоріз; 3 – транспортуючий шнек; 4 – гичкокидач пневматичний; 5 – гичкозрізуючий апарат; 6 – енергетична установка; 7 – роторний до очищувач головок

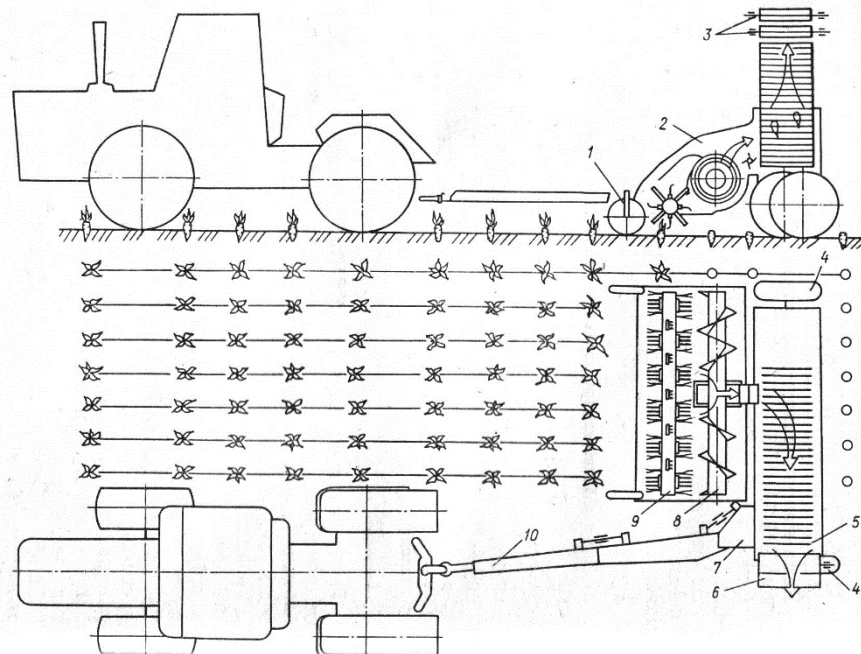


Рисунок 1.4 - Технологічна схема гичкозбиральної машини МБК-2,7:

1- копіювальні колеса; 2- гичкозрізувальний апарат; 3- завантажувальні барабани; 4- ходові колеса; 5- завантажувальний транспортер; 6- дифлектор; 7- основна рама; 8- шнек; 9- ротор гичкоріза; 10- сниця.

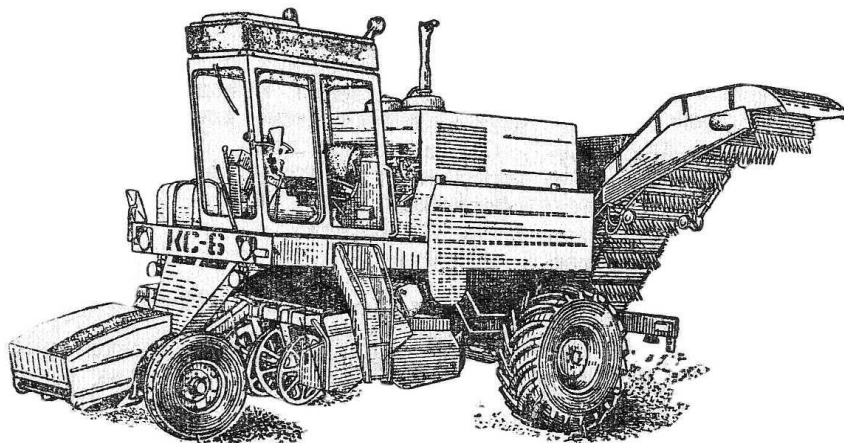


Рисунок 1.5 - Коренезбиральна машина КС-6

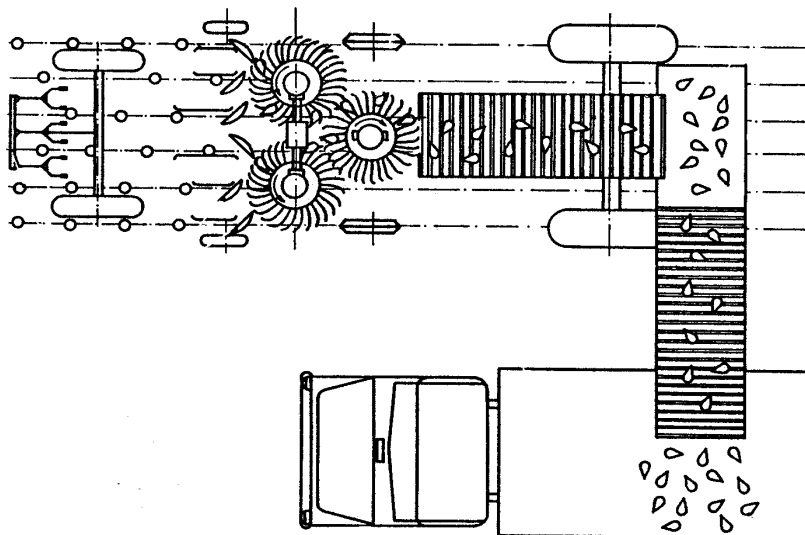


Рисунок 1.6 - Технологічна схема роботи машини КС-6Б-05

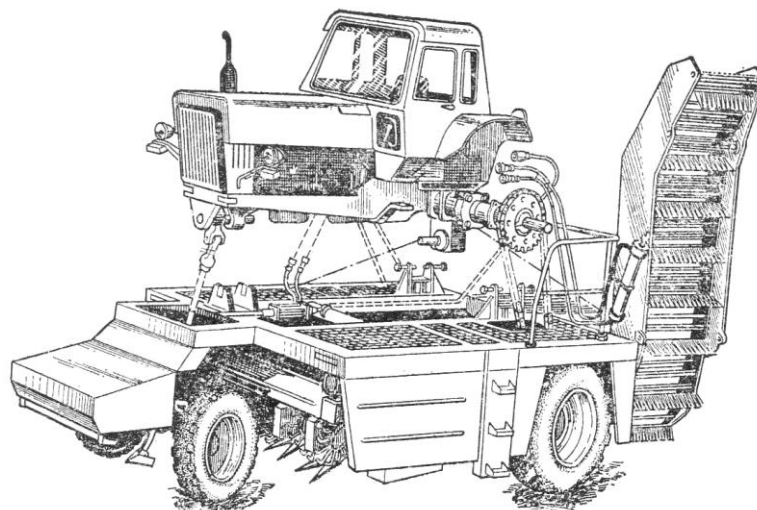


Рисунок 1.7 - Коренезбиральна машина РКС-6

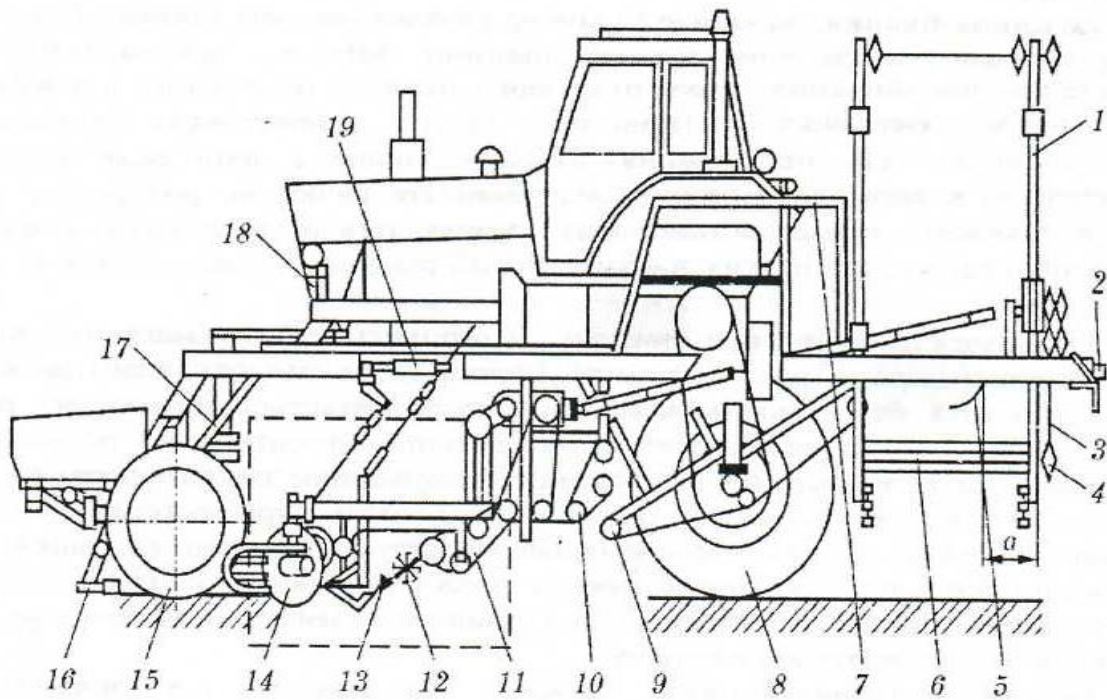


Рисунок 1.8 – Конструктивна схема коренезбиральної машини МКК-6:

1 – вивантажувальний елеватор; 2 – електрообладнання; 3 – рама; 4 – трансмісія; 5 – прогумований пристрій; 6 – поперечний конвеєр; 7 – огороження; 8 – міст ведучих коліс; 9 – поздовжній транспортер; 10 – шнековий очисник; 11 – приймальний транспортер; 12 – другий кулачковий вал; 13 – перший кулачковий вал; 14 – дисковий копач; 15 – міст керованих коліс; 16 – копір-водій; 17 – механізм рульового керування; 18 – трактор; 19 – гідросистема

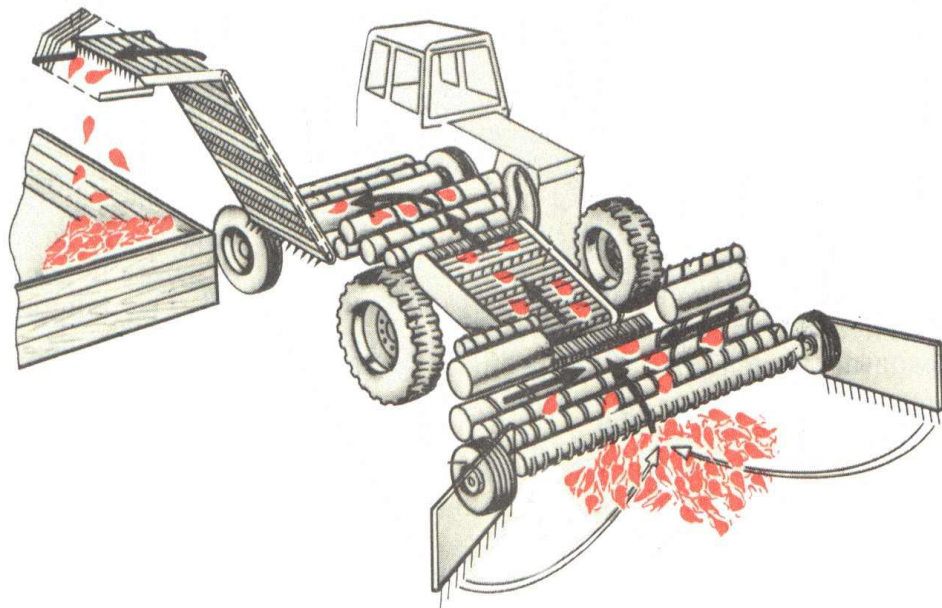


Рисунок 1.9 - Схема навантажувача СПС-4,2

Останнім часом все більше і більше в господарствах, які вирощують цукрові буряки, використовують сучасні, високоефективні комплекси машин, в тому числі і бурякозбиральну техніку, яку обирають в залежності від конкретних умов господарювання. Це машини та знаряддя відомих світових фірм – KLEINE, HOLMER, ROPA, TIM, MATROT, MOREAU і ін. Як приклад – фірма KLEINE випускає різні типи бурякозбиральної техніки (рис. 1.10).

а)

б)

в)

г)

д)

е)

Рисунок 1.10 – Самохідний комбайн SF 10 (а), причіпний комбайн L 6 (б),  
начіпний модульний комплекс KR 6 III (в), начіпний гичкоріз К 6 II (г),  
начіпний копач R 6 (д), причіпний гичкоріз К 6 (е)

Вибір техніки проводиться з врахуванням умов кожного господарства.

Рисунок 1.11 – Навантажувач RL 200 “MOUSE” фірми KLEINE

*Самохідні бурякозбиральні комбайни.*

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

Рисунок 1.12 – Бурякозбиральний комбайн ЄвроТИГР фірми ROPA

Гичкорізи бурякозбиральних комбайнів можуть обладнуватися різальними апаратами копінного, роторного, турбобітного, шабельного, шнекового та стрічкового типів. У конструкціях бурякозбиральних комбайнів

найбільшого поширення набули різальні апарати роторного типу. Такий апарат — це вал (порожниста труба), на якому шарнірно прикріплено Г-подібні ножі. На цьому ж валу можуть бути закріплені щітки та била для доочищення головок коренеплодів.

#### Рисунок 1.13 – Самохідний бурякозбиральний комбайн фірми HOLMER

Гичку цукрових буряків використовують як корм для тварин або органічне добриво. Залежно від використання гички, гичкозбиральні модулі комбайнів мають різні конструктивні особливості. У разі використання гички на корм бурякозбиральні комбайни обладнують стрічковими або прутковими навантажувальними транспортерами. Нині здебільшого використовують стрічкові транспортери. Вони менш металомісткі та енергоємні, ніж пруткові. У разі використання гички як органічного добрива її розкидають по полю. Для цього використовують різні конструкції розкидачів. У разі розкидання гички по полю у вологих умовах роботи або під час атмосферних опадів зафіксовано ускладнення руху автотранспорту, який відвозить коренеплоди. У вітряну погоду під час розкидання гички її соки забруднюють лобове скло автотранспорту. За таких умов роботи практикують відмикання розкидача і гичку укладають у валок. Без дальшого перерозподілу гички з валків по всій зібраній площі поживні речовини в ґрунті розподіляються неоднаково. Це впливає на рівномірність розвитку та продуктивність нової культури в

сівозміні. Крім того, під час розкидання гички по полю на забур'яненних ділянках бур'ян штучно розсівається. Для найефективнішого використання гички цукрових буряків її слід збирати на корм або переробляти на органічні добрива в спеціальних місцях (гноєсховищах).

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

Бурякозбиральні комбайни оснащують пасивними або активними викопувальними робочими органами. Пасивні викопувальні органи - це такі знаряддя та пристосування, які в динаміці стало виконують технологічний процес і не потребують приводу. До пасивних робочих органів належать: безприводні дискові, полозково-дискові, лемішні та полозково-ножеві копачі.

Активні викопувальні органи — це такі знаряддя та пристосування, які в динаміці стало виконують технологічний процес і мають примусовий привод. До активних робочих органів належать: бральні, приводні дискові, ротаційно-вилчасті, лемішно-коливальні копачі.

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

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

характерне для неуніверсальних, суто збиральних машин, а переднє — для універсальних шарнірно-блочних, що будуються за модульним принципом і мають можливість ширше використовувати енергомодуль. Усі комбайни оснащені бункерами для нагромадження зібраних коренеплодів. Місткість бункерів — від 4 до 40 м<sup>3</sup>.

Бункери невеликої місткості (4–4,5 м<sup>3</sup>) розміщено ззаду комбайнів, середньої (12,5–25 м<sup>3</sup>) та великої (40 м<sup>3</sup>) — між переднім і заднім мостами. Комбайни з великою місткістю бункерів оснащені трьома мостами. Завдяки оснащенню бункерів високопродуктивними вивантажувальними транспортерами, досягається швидке вивантаження коренеплодів навіть із бункерів великої місткості. Тривалість вивантаження — не більше 1 хв. Більшість самохідних комбайнів — 6-рядні, але є й 3-рядні. Маса 6-рядних самохідних комбайнів — 15100–25200 кг, 3-рядних — 9500–12900 кг. Потужність двигунів, установлених на 6-рядних самохідних комбайнах, — 200–480 к.с., на трирядних — 180–260 к.с.

Для полегшення обслуговування самохідні комбайни оснащено автоматизованими системами водіння по рядках і регулювання глибини ходу викопувальних органів, системами автоматичного контролю технологічних і технічних параметрів, системами централізованого автоматичного змащування всіх вузлів, бортовими комп'ютерами, зручними постами керування, комфортабельними кабінами з кондиціонерами та опаленням, потужним електроосвітленням. Деякі моделі комбайнів передбачають можливість бічного зміщення мостів для запобігання проходженню коліс по одному сліду та зменшення ущільнення ґрунту.

Передбачено також можливість поворотів передніх і задніх коліс у різні боки (для зменшення радіуса повороту) та в один бік (для забезпечення бічного зміщення всієї машини — система “крабового” ходу). Застосовуються також повороти задніх коліс під певним кутом до напрямку руху та їх автоматична фіксація в повернутому положенні — для запобігання знесенню машини під час роботи на поперечних схилах. Завдяки фронтальному

розміщенню гичкозбирального й викопувального модулів, що автоматично спрямовуються по рядках, і спеціальних технологічних люфтів активних лемішно-коливальних копачів ( $\pm 20\text{--}30$  мм), створюються умови для спрощення й поліпшення виконання технологічного процесу в цілому. Велика протяжність очисного тракту (10–12 м) із зміною напрямків руху та створенням турбінними очисниками значних інерційних зусиль забезпечують належне очищення коренеплодів від землі, рослинних решток і навіть часткове обминання необрізаної гички у технологічному потоці. Наявність бункерів місткістю 12,5–25 м<sup>3</sup> дає змогу формувати великі польові кагати на одному кінці поля. Із збільшенням місткості бункера до 40 м<sup>3</sup> коефіцієнт робочих ходів і продуктивність комбайна зростають на 15–20%.

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

Поширенню самохідних потужних 6-рядних бункерних комбайнів сприяє їх висока технологічна й технічна готовність працювати навіть за несприятливих пізньоосінніх перезвожених умов, а також бажання вилучити з роботи дорогий технологічний транспорт і мати на збиранні цукрових буряків лиш одного машиніста.

Самохідні бурякозбиральні комбайни виробляють фірми: Franz Kleine, Holmer, Stoll, ROPA (Німеччина), Matrot, Moreau (Франція), TIM (Данія), AGRIFAC, RIECAM, VREDO (Нідерланди), P.Barigelli&C, Italo svizzera (Італія) та інші. В Україні найвідоміші такі самохідні бурякозбиральні комбайни: SF-10 фірми Franz Kleine (Німеччина), M-41MH фірми Matrot (Франція), GR-4000, LECTRA-4005 фірми Moreau (Франція), R26.45K та R26.50K фірми ROPA (Німеччина), KRBS фірми Holmer (Німеччина), SR-1800 і SR-2500 фірми TIM (Данія). Зарубіжні бурякозбиральні комбайни дорогі, їх

використання ефективно в господарствах з високою урожайністю (понад 50 т/га) та великою площею посіву (сезонний наробіток на комбайн має бути 600–800 га). Україні, яка вирощує цукрові буряки на площі 800 тисяч гектарів, доцільно виробляти власний самохідний бурякозбиральний комбайн, який би відповідав таким вимогам.

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики 6-рядних комбайнів французьких фірм

Показники	АТ-64	Non stop	МТО5F225
1. Ширина захвату, м	2,7; 3,0	2,7; 3,0	2,7; 3,0
2. Ширина міжрядь, см	45 50	45 50	45 50
3. Потужність двигуна, кВт	147 або 184	117,6	166
4. Робоча швидкість, км/год	До 10	До 10	До 12
5. Транспортна швидкість, км/год	До 20	До 26	До 22
6. Кількість ведучих коліс, шт	4	4	4
7. Кількість обслуговуючого персоналу	1	1	1
8. Габарити в робочому положенні, мм:			
довжина	10600	10950	10500
ширина	3350	3400	3500
висота	3920	3900	4000
9. Дорожній просвіт, мм	--	320	350
10. Відстань між осями коліс (база), мм	--	5000	5050
11. Загальна маса, кг	13000	12040	12250
12. Ємність бункера-накопичувача, м <sup>3</sup>	3,0	2,8	--

Бурякозбиральні комбайни призначено для збирання гички чи розкидання її по полю та збирання коренеплодів із одночасним навантаженням у транспортний засіб або для нагромадження їх у бункері з дальшим перевантаженням у транспортний засіб. Бурякозбиральні комбайни обов'язково оснащують автоматичною системою керування напрямком руху машини міжряддями, системою автоматичного контролю за технологічним процесом робочих органів, обліком часу роботи, зібраної площі та за

іншою інформацією із її збереженням і можливістю перенесення в комп'ютерну мережу.



Рисунок 1.14 - Самохідний бурякозбиральний комбайн  
Grimme Rexor 620



Рисунок 1.15 - Самохідний бурякозбиральний комбайн MAXTRON 620

інформацією із її збереженням і можливістю перенесення в комп'ютерну мережу.

Робоча швидкість бурякозбиральних комбайнів має бути не меншою 6,0 км/год., транспортна - близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу - не менше 0,54 га для 2-рядних, не менше 0,81 - для 3-рядних і не менше 1,62 - для 6-рядних комбайнів. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу - не менше 0,98, коефіцієнт використання змінного часу - не менше 0,75. Бурякозбиральні комбайни повинні забезпечувати 98,5% збору коренеплодів. У купі зібраних коренеплодів домішок має бути не більше 8,0%, у тому числі рослинних решток - не більше 0,20%. Пошкоджених коренеплодів може бути не більше 10,0%, у тому числі сильно пошкоджених - не більше 5,0. Питомі витрати палива мають становити для 2-рядних - не більше 24,0 кг/га, для 3- та 6-рядних - не більше 30,0 кг/га. Напрацювання на відмову має бути не менше 50 годин основного часу, коефіцієнт готовності за оперативним часом - не менше 0,95. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов - не більше 0,08 люд·год./год. Середньозмінний оперативний час технічного обслуговування (ТО) - не більше 0,40 год. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО - не більше 0,09 люд·год./год. Питома конструкційна маса на виконанні технологічної операції для 2-рядних комбайнів - не більше 4400 кг/м, для 3-рядних - не більше 5100 і для 6-рядних - не більше 6500 кг/м. Питома матеріаломісткість для 2-рядних - не більше 9700 кг/га/год., для 3-рядних - не більше 11000 і для 6-рядних - не більше 14400 кг/га/год. Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки - не більше 0,10 люд·год. Дорожній просвіт - не менше 300 мм. Бурякозбиральні комбайни повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189–93: “Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки”. Комбайни має обслуговувати один тракторист, витрати праці при цьому мають бути для 2-рядних - не більше 2,44 люд·год./га, для 3-рядних - не більше 1,64 і для 6-рядних - не більше 0,82 люд·год./га. Річне завантаження повинне бути не менше 160 годин. Термін експлуатації комбайнів - 8 років.

### *Монтовані бурякозбиральні комбайни.*

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

### *Причіпні бурякозбиральні комбайни.*

Усі причіпні бурякозбиральні комбайни мають міцну основну раму, на якій монтують гичкозбиральний і коренезбиральний модулі з механічними або гідравлічними системами приводів, бункер, встановлюють автономну гідросистему, систему автоматичного керування руху рядками. Причіпні бурякозбиральні комбайни оснащують бункерами-нагромаджувачами різної місткості.

Однорядні комбайни агрегатують із енергозасобами, які мають двигуни потужністю 30–55 к.с., а 2- і 3-рядні - із енергозасобами на 75–120 к.с. Ширина міжрядь цукрових буряків, на яку розраховано комбайни, - 45 і 50 см. В окремих комбайнах передбачено можливість зміни ширини міжрядь у межах від 40 до 70 см. Маса комбайнів залежить від конструкції та ширини захвату. Для 1-рядних комбайнів вона становить 2400–2800 кг, 2-рядних - 3600–6300, 3-рядних - 5400–7020 кг.

Усі комбайни розраховано на автоматичне розкидання гички по полю, але окремі їх моделі передбачають оснащення транспортерами або пристроями для навантаження гички в транспортні засоби. Зрізання гички причіпними комбайнами здійснюється в дві фази. Перша фаза - зрізання гички на рівні найвище розміщених головок коренеплодів з одночасним її подрібненням і розкиданням по полю (або навантаженням у кузов транспортного засобу, що рухається поряд). Друга фаза - дообрізування

головок коренеплодів.

Першу фазу зрізання гички здійснюють роторні гичкорізи з горизонтальним валом і шарнірно підвішеними до нього ножами, другу фазу – дообрізувачі з пасивними гребінчастими копірами та пасивними ножами.

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

Для очищення викопаних коренеплодів від землі та рослинних решток застосовують пруткові турбіни з бічними решітками. Транспортери - пруткові, виготовлені на основі прогумованих пасів.

Усі комбайни обладнано автоматичними системами проходження по рядках та регулювання глибини ходу копачів. Для полегшення обслуговування комбайнів застосовують електрогідравлічні системи керування. У ходових системах причіпних бурякозбиральних комбайнів застосовують колеса із широкопрофільними шинами для зменшення ущільнення ґрунту.

Більшість комбайнів оснащено автономними гідросистемами для приводу робочих органів та для керування технологічним процесом. Найбільшого сучасного поширення набули 2- та 3-рядні причіпні бурякозбиральні комбайни фірм Franz Kleine, Stoll (Німеччина) та TIM (Данія). Це 2-рядні KR2 (Franz Kleine), V202 (Stoll), RATIONAL (Becker), MISA/TE120 (AIM) та 3-рядкові V300 (Stoll), ROTIONAL (Becker), MISA/TE120 (TIM). Україна на КВП “ДКЗ” (Дніпропетровськ) серійно виробляє бурякозбиральний комбайн КСП-2. Причіпні бурякозбиральні комбайни в 60-ті роки виробляли у колишньому СРСР. Це СКД-2 та КСТ-3. У колишній Чехословаччині - ЗVСХ (“АГРОСТРОЙ”, ЙПЧИН), у ФРН - Automatic 3001/5002/5003/5500 (Franz Kleine), в Данії - KRB/S2RE, KRB/S301RE (TIM).

Вимоги до якості виконання технологічного процесу монтованими та причіпними бурякозбиральними комбайнами аналогічні до самохідних.

Двофазне збирання цукрових буряків здійснюють дві окремі машини: гичкозбиральна та коренезбиральна.

Гичкозрізувальні машини призначено для зрізання гички з коренеплодів, доочищення головок від незрізаних залишків, видалення гички та рослинних решток із зони рядків із дальшим розкиданням її на вільне від буряків поле. Гичкозбиральні машини обладнують автоматичним регулюванням керування напрямком руху вздовж рядків.

Гичкозбиральні та гичкозрізувальні машини можуть бути обладнані системою автоматичного контролю за виконанням технологічного процесу робочими органами, для обліку часу роботи та зібраної площі, іншої інформації з її збереженням і можливістю перенесення в комп'ютерну мережу.

Робоча швидкість машин має бути не менше 6,0 км/год, а транспортна — близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу — не менше 1,62 га. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу — не менше 0,98, а коефіцієнт використання змінного часу — не менше 0,80. Коренеплодів із нормальним зрізом має бути не менше 85%, а коренеплодів із низьким зрізом — не більше 5%. Коренеплодів із гладкою поверхнею зрізу — 90%. Загальні втрати гички — не більше 10%, у тому числі вільною — не більше 5. У купі має бути не менше 95% гички, ґрунту допускається — не більше 0,2%. Кількість необрізаної гички на коренеплодах — не більше 1,5%. Вибитих із рядків коренеплодів — не більше 0,1%. Питома витрата палива — не більше 9,0 кг/га для гичкозбиральних і, відповідно, 7,0 — для гичкозрізувальних машин. Наробіток на відмову має становити не менше 50 год для гичкозбиральних і не менше 60 год — для гичкозрізувальних машин. Коефіцієнт готовності за оперативним часом повинен бути не менше 0,96. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов — не більше 0,05 люд·год/год. Середньозмінний оперативний час ТО — не більше 0,30 год і не більше 0,25 год, відповідно. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО —

не більше 0,05 та 0,04 люд·год/год, відповідно. Питома конструкційна маса на виконанні технологічної операції — не більше 1020 кг/м і не більше 400 кг/м, відповідно. Питома матеріаломісткість — не більше 2100 і 830 кг/га/год, відповідно. Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки — не більше 0,10 люд·год. Дорожній просвіт — не менше 300 мм. Гичкозбиральні та гичкозрізувальні машини повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189–93, мати автоматичну систему навішування на енергетичний засіб, простоту заміни робочих органів, щоб їх міг обслуговувати один тракторист. Витрати праці повинні бути не більшими, ніж 0,77 люд·год/га за нормативного річного завантаження 160 годин. Термін експлуатації машин — 8 років.

Під час збирання цукрових буряків застосовують групове використання машин на одному полі в складі спеціалізованих збирально-транспортних комплексів, до складу яких входять ланки: збиральні, навантажувально-транспортні, із заготівлі і переробки гички, технічного і побутового обслуговування.

Важливою складовою системи заходів щодо раціональної організації збиральних робіт є планування. Складання робочого плану забезпечує потокове виконання всього комплексу робіт. Розробка його дає змогу чітко розподілити обсяг робіт між ланками, продуктивно використати збиральні машини і транспорт, забезпечити злагоджену роботу всіх ланок комплексу.

Таким чином, використання сучасної техніки і планування та організація виконання польових робіт дозволить суттєво підвищити економічні показники вирощування і збирання цукрових буряків.

## 2 СОРТИ І ГІБРИДИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Сучасні (інтенсивні) технології виробництва цукрових буряків у принципі неможливі без використання високопродуктивних однонасінних сортів і гібридів та їх насіння з хорошими показниками посівних якостей.

Базовий і зональні варіанти української інтенсивної технології виробництва цукрових буряків повністю забезпечуються сучасними сортами і гібридами вітчизняної селекції.

У державний Реєстр сортів рослин України занесено більше двадцяти однонасінних сортів та гібридів цукрових буряків вітчизняної та спільної з іноземними фірмами селекції. На значних площах в Україні вирощуються вітчизняні однонасінні диплоїдні сорти та однонасінні гібриди, які за комплексом ознак (продуктивність, екологічна стабільність, стійкість до хвороб, а особливо до гнилі коренеплодів, висока потенційна продуктивність насінників в умовах України) ще досить конкурентоспроможні. Крім того, вони адаптовані до зональних варіантів інтенсивної технології виробництва цукрових буряків [5, 7].

При належному виконанні всіх елементів технології ці сорти в кінцевому результаті мають досить високі показники за виходом цукру з одиниці сировини. Найбільш поширені в сучасному виробництві п'ять сортів:

*Веселоподолянський однонасінний 29* — створений Веселоподільською дослідно-селекційною станцією ІЦБ, диплоїдний сорт урожайно-цукристого напрямку, однонасінність плодів 92-94 %. Сорт високопродуктивний. На сортодільницях Полтавської області за роки сортовипробування в середньому зібрано коренеплодів 51,4 т/га при вмісті цукру 17-18,9% і його виході та зборі 7,6-8,9 т/га. Реєстром рекомендований для вирощування в зоні нестійкого та недостатнього зволоження (Лісостеп, Північний степ).

*Уладівський однонасінний 35* — Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції ІЦБ, диплоїдний сорт урожайно-цукристого напрямку,

виведений методом індивідуально-групового добору, однонасінність плодів 82-92 %, схожість насіння — 81-84 %, високопродуктивний. На сортодільницях Житомирської області зібрано коренеплодів 50,4-46,5 т/га при вмісті цукру 16,8 % і його зборі 8,49 т/га. Реєстром рекомендований для вирощування в зоні достатнього зволоження (Полісся).

*Ялтушківський однонасінний 30* — Ялтушківської дослідно-селекційної станції ЩБ, диплоїдний сорт урожайно-цукристого напрямку, виведений методом індивідуального добору та гібридизації, однонасінність плодів 86-94 %, схожість насіння — 80-85%, високоврожайний. Стійкіший від стандарту до церкоспорозу, ерізіфозу та кагатної гнилі. На сортодільницях Київської області зібрано коренеплодів 43,3-49,4 т/га при вмісті цукру 18,5-18,8 % і його зборі 7,71-9,02 т/га. Реєстром рекомендований для вирощування в усіх зонах буряківництва України.

*Білоцерківський однонасінний 45*- Білоцерківської дослідно-селекційної станції ЩБ, диплоїдний сорт урожайно-цукристого напрямку, виведений методом індивідуально-групового добору, однонасінність плодів – 97%, схожість 85-90%, високоврожайний, стійкіший до хвороб листків та цвітущості, ніж стандарти. Забезпечує врожайність коренеплодів на рівні 43,8 т/га при вмісті цукру 17,6 % і його зборі 7,63 т/га. Реєстром рекомендований для вирощування в зоні достатнього зволоження (Полісся).

*Ялтушківський однонасінний 64* — виведений Ялтушківською дослідно-селекційною станцією ЩБ, сорт урожайно-цукристого напрямку. Середня врожайність при випробуванні — 48,2 т/га, цукристість коренеплодів - 17,9 %, збір цукру - 8,6 т/га. Характерною особливістю сорту є хороша стійкість до церкоспорозу і середня стійкість до борошнистої роси та коренеїду. Найкраще проявляє себе в Західному регіоні України (зона достатнього зволоження).

Занесені в Реєстр сортів України вітчизняні гетерозисні гібриди (ЧС гібриди) за продуктивністю не поступаються гібридам зарубіжної селекції, які теж останнього часу в зростаючій кількості заносяться до Реєстру (табл. 2.1).

Продуктивність нових ЧС гібридів української селекції, особливо новітнє їх покоління, має потенціал урожайності коренеплодів на рівні 60 т/га і більше, збору цукру — 10-12 т/га.

Нижче наведена коротка характеристика вітчизняних ЧС гібридів, що культивуються в Україні.

*Ювілейний* — перший районований вітчизняний однонасінний диплоїдний ЧС гібрид, виведений Центральною селекційно-генетичною станцією разом з Верхняцькою дослідно-селекційною станцією Інституту цукрових буряків. Урожайно-цукристого напрямку. Відносно стійкий до хвороб, малоцвітушний, високопродуктивний. За роки випробувань на держсортодільницях Черкаської області забезпечив урожай коренеплодів 46,6-58,2 т/га, збір цукру — 8,8-10,4 т/га.

*Український ЧС 70* — однонасінний диплоїдний ЧС гібрид, виведений Центральною селекційно-генетичною станцією разом із Львівським опорним пунктом Інституту цукрових буряків. Середня врожайність коренеплодів -- 52,5 т/га, цукристість - 17,8 % (при потенціалі 20,7 %) збір цукру - 10,0-11,0 т/га.

Таблиця 2.1 - Продуктивність та якісні показники вітчизняних і зарубіжних сортів та гібридів цукрових буряків

Показники	Вітчизняні : Зарубіжні	
Урожайність коренеплодів, т/га	45,5	45,9
Цукристість, %	17,25	17,28
Збір цукру, т/га	7,85	7,90
Ураження коренеплодів паршою, %	3-5	7,5-15,4
Ураження гнилями, % гнилої маси	0,05-0,08	0,6
Втрати при зберіганні в кагатах терміном 70 діб: %	0,003-0,03	0,06-0,6
% загнилих коренеплодів	1-3	3-6
Ціна 1 пос. одиниці насіння (100 тис. насінин), доларів США	20-27	70-85

*Слов'янський ЧС 94* — однонасінний триплоїдний ЧС гібрид урожайно-цукристого напрямку. Виведений Уладово-Люлинецькою дослідно-селекційною

станцією разом з Інститутом буряківництва Югославії. Середня врожайність коренеплодів — 53,5 т/га, цукристість — 17,2 %, потенціал цукристості — 20,4 %. Більш стійкий до ураження церкоспорозом і борошнистою росою, ніж стандарти.

*Іванівський ЧС 33* — однонасінний диплоїдний гібрид, виведений Іванівською дослідно-селекційною станцією. Врожайно-цукристого напрямку. Середня врожайність коренеплодів — 53,0 т/га. Потенціал цукристості — 20,4 %. Має підвищену стійкість до цвітухи та ураження церкоспорозом і кагатною гниллю.

*Уладівський ЧС 5* — однонасінний диплоїдний ЧС гібрид. Виведений Уладово-Люлинецькою дослідно-селекційною станцією, врожайно-цукристого напрямку. За роки випробувань на держсортодільницях Вінницької області в середньому забезпечив урожай коренеплодів 43,5 т/га з цукристістю 17,4 % і збором цукру 7,6 т/га. Гібрид малоцвітушний, стійкий до кагатної гнилі, слабо вражається церкоспорозом.

*Верхняцький ЧС 31* - однонасінний диплоїдний ЧС гібрид урожайно-цукристого напрямку, виведений Верхняцькою і Льговською дослідно-селекційними станціями. Характеризується відносною стійкістю до хвороб. Середня врожайність коренеплодів — 50,5 т/га, цукристість -- 17,9 % (потенціал її — 20,8 %). Середньостійкий до ураження церкоспорозом і коренеїдом.

*Білоцерківський ЧС 51* -- однонасінний диплоїдний ЧС гібрид. Характеризується високими показниками продуктивності. Його потенціал продуктивності за роки випробування складає: за врожайністю -72,1 т/га, цукристістю — 20,4 %, збором цукру — 12,3 т/га.

*Білоцерківський ЧС 57* — однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі, врожайно-цукристого напрямку. Виведений Білоцерківською та Ялтушківською дослідно-селекційними станціями. Відзначається підвищеною стійкістю до хвороб. За роки випробувань на держсортодільницях

Лісостепу забезпечив середню врожайність коренеплодів 49,8 т/га, цукристість 18,1 %, збір цукру 9,8 т/га, а потенційні можливості — 12,5 т/га.

*Верхняцький ЧС 63* — однонасінний диплоїдний гібрид на стерильній основі, врожайно-цукристого напрямку. Виведений Верхняцькою дослідно-селекційною станцією.

За роки випробування на сортодільницях Лісостепу забезпечив середню врожайність коренеплодів 47,6 т/га, цукристість 18,3 %, збір цукру 8,5 т/га, має досить високі потенційні можливості.

*Уманський ЧС 76* — однонасінний диплоїдний гібрид на стерильній основі, врожайно-цукристого напрямку. Виведений філіалом Інституту цукрових буряків. За роки випробування на сортодільницях Лісостепу забезпечив середню врожайність коренеплодів 47,6 т/га, цукристість 18,3 %, збір цукру 8,5 т/га.

*Олександрія* — однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі, врожайно-цукристого напрямку. Виведений Білоцерківською та Іванівською дослідно-селекційними станціями. За роки випробування на сортодільницях Лісостепу забезпечив урожайність коренеплодів 47,3 т/га, цукристість 17,9 %, збір цукру 8,4 т/га.

*Ялтушківський ЧС 72* — однонасінний диплоїдний гібрид на стерильній основі, врожайно-цукристого напрямку. Виведений Ялтушківською дослідно-селекційною станцією спільно з Інститутом цукрових буряків Словаччини. Відносно стійкий до хвороб. Характеризується високою насінневою продуктивністю. За роки випробування на сортодільницях Лісостепу забезпечив урожайність коренеплодів 50,2 т/га, цукристість 17,3 %, збір цукру 8,6 т/га.

*Ярина* — однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі, врожайно-цукристого напрямку. Виведений Інститутом цукрових буряків та «СЕС-Європ, Зенека». Гібрид інтенсивного типу, з високими потенційними можливостями. За роки випробування на сортодільницях Лісостепу забезпечив

урожайність коренеплодів 50,8 т/га, цукристість 17,6 %, збір цукру 9,1 т/га. Потенціал урожайності досягає 70-75 т/га.

*Каверось* -- однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі, врожайно-цукристого напрямку. Виведений Білоцерківською дослідно-селекційною станцією та фірмою КВС (Німеччина). За роки випробування на сортодільницях Лісостепу забезпечив урожайність коренеплодів 50,5 т/га, цукристість 17,5 %, збір цукру 9,1 т/га.

*Галина* — однонасінний диплоїдний гібрид на стерильній основі, врожайно-цукристого напрямку. За роки випробування на сортодільницях забезпечив

урожайність коренеплодів 53,1 т/га, цукристість 17,9 %, збір цукру 9,7 т/га.

Порівняльна комплексна оцінка гібридів і сортів вітчизняної та іноземної селекції показала, що останні не мають переваг у виробництві України.

### 3 ОСНОВНІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Ефективність збирання цукрових буряків залежить від розміщення їх у рядку, сили зв'язку з ґрунтом, характеристик міцності коренеплоду, від інших фізико-механічних факторів, що характеризують взаємодію коренеплоду з робочими органами машини. Тому група показників їхніх механіко-технологічних властивостей дещо відрізняється від таких властивостей інших культур.

Цукровий буряк має два продукти врожаю: корінь і гичку (рис. 3.1), які збираються окремо. Тому властивості треба розглядати в такій послідовності: корінь з гичкою в цілому та окремо властивості кореня і властивості гички.

Хімічний склад основних частин буряка представлено в таблиці 3.1 [7].

Таблиця 3.1 - Хімічний склад основних частин буряка, %

Частини рослини	Вода	Сахароза	Клітчатка і пектинові речовини	Азотисті речовини	Безазотисті речовини	З о л а
Коренеплод	75,2	17,6	4,8	1,1	0,8	0,5
Листя	84,1	-	2,1	2,2	8,9	2,7

Схема будови коренеплода і гички представлена на рис. 3.1, а основні розмірні характеристики представлені в таблиці 3.2. Дослідження розмірних характеристик [1] показують, що їх значення мають високий ступінь варіації, а їх розподіл підлягає нормальному закону. Тому при розрахунках і проектуванні робочих органів необхідно знати межу зміни цих розмірних характеристик і регресійні залежності, які відображають кореляційні зв'язки.

Рівняння регресії, які характеризують залежність основних розмірів,

мають вид:

$$d_k = 0,061l_k^2 + 2,15l_k + 12,0; \quad (3.1)$$

$$Q_k = 17,18d_k - 774,1; \quad (3.2)$$

$$Q_k = 0,046l_k^2 + 19,37l_k + 32,86, \quad (3.3)$$

де:  $d_k$  – діаметр коренеплоду;

$l_k$  – довжина коренеплоду;

$Q_k$  – маса коренеплоду.

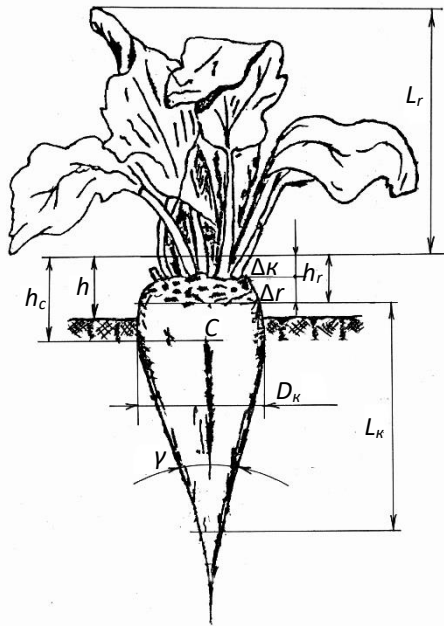


Рисунок 3.1 - Розмірні характеристики коренів цукрових буряків:  
 $L_r$  – висота гички;  
 $L_k$  – довжина кореня;  
 $h_c$  – координата центра ваги;  $h$  – висота положення голівки над рівнем ґрунту;  $D_k$  – діаметр кореня;  $h_r$  – висота голівки;  
 $\Delta_k$  – товщина зони коронки;  
 $\Delta_r$  – товщина зони сплячих вічок;  $\gamma$  – кут конусності

Таблиця 3.2 - Основні розмірні характеристики

Показники	Значення, мм		
	Середнє	Максимальне	Мінімальне
1. Довжина коренеплоду	200	343	72
2. Діаметр коренеплоду	72	154	30
3. Висота голівки	23	74	7
4. Висота коронки	15	43	4
5. Довжина пучка гички	398	600	250
6. Діаметр пучка гички	54	120	20

Кореляційні залежності між приведеними вище характеристиками в основному мають лінійний характер, парні коефіцієнти кореляції коливаються в межах 0,60 – 0,89.

Коефіцієнти тертя спокою гички і коренеплодів визначаються на похилій площині при різному питомому тиску. Для гички найбільші показники коефіцієнта тертя отримані по покритому гумою пасу і найменші – по листовій сталі (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 - Коефіцієнти тертя спокою гички і коренеплодів цукрових

буряків

Поверхня тертя	Коефіцієнти тертя						
	Гички, при питомому тиску, Н/см <sup>2</sup>			Коренеплодів, при навантаженні, Н			
	0,16	0,33	0,66	Q	30	60	120
Покрита гумою сталь	0,53	0,54	0,55	0,54	0,37	0,37	0,32
Листова сталь	0,49	0,49	0,51	0,63	0,44	0,43	0,37
Прогумований пас	0,58	0,58	0,59	0,71	0,56	0,56	0,51
Оброблена сосна	-	-	-	0,73	0,65	0,63	0,51
Примітка: Q – особиста маса.							

Таблиця 3.4 - Коефіцієнти тертя спокою гички по чистих і забруднених ґрунтом поверхнях

Поверхня тертя	Коефіцієнти тертя	
	Чиста поверхня	Забруднена поверхня
1. Оброблена сталь	0,62	0,84
2. Гума	0,73	0,87
3. Прогумований пас	0,72	0,84

У коренеплодів спостерігається аналогічна картина (закономірність).

Коефіцієнти тертя по дереву (сосна) виявилися найменш високими. Збільшення навантаження спочатку суттєво, а потім менш суттєво знижує коефіцієнт тертя. Забруднення поверхонь тертя ґрунтом вирівнює їх по показниках тертя (таблиця 3.4).

Характеристики міцності характеризуються силою, необхідною для обрізання головок коренеплодів цукрових буряків. При швидкості різання 0,1 м/с, товщині ножа 1,5 мм, куті загострення  $10^0$  і встановленні ножа по відношенню до напрямку різання під кутом  $90^0$  (прямий удар) встановлено, що сила різання знаходиться в прямій залежності від товщини частини коренеплоду, яка зрізається, і становить 100 – 140 Н (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 - Сила зрізу головки коренеплоду

Товщина шару, який зрізується, мм	Діаметр коренеплоду, мм	Діаметр зрізу, мм	Сила зрізу, Н
5	78	41	103
10	74	48	116
20	80	56	144

Важливими механічними характеристиками буряків є також сили зв'язку коренеплодів з ґрунтом, їх пружні властивості і характеристики міцності, особливо при динамічних навантаженнях, момент інерції, координата центра маси, власні частоти коливань при защемленні і ін.

Міцність зв'язку коренеплодів з ґрунтом характеризується величиною бокового вивалюючого зусилля і вертикально направленої сили витягування коренеплодів з ґрунту. Ці сили залежать від ряду факторів – сорту цукрового буряка, фізико-механічних властивостей ґрунту, розмірів коренеплодів, їх розташування в рядку і ін. Значення сил зв'язку, які приведені в таблиці 2.6, отримані при вологості ґрунту в горизонтах 0-10 і 20-30 см відповідно 18,7 і 10,5 %, твердості 80,7 і 351 Н/см<sup>2</sup> [3].

У випадку вертикального прикладання сили біля 1,8% наступних коренеплодів групи практично витягувалися разом з першим коренеплодом.

Таблиця 3.6 - Сили зв'язку коренеплодів з ґрунтом

Показники	Значення сили, Н		
	мінімальне	середнє	максимальне
Вертикальна сила:			
$F_H$	100	426 – 480	1000
$F_{II}$	0	346 – 394	705
$F_o$	80	422 – 484	830
$F_{вд}$	60	438 – 496	1150
$F_p$	50	418 – 480	902
Бокова сила: $F_{бн}$	220	502 – 626	1150
$F_{бп}$	80	287 – 373	830
$F_{бо}$	100	414 – 470	900

Встановлено, що розподіл коренеплодів цукрових буряків по вертикальній і боковій силі виймання з ґрунту підлягає нормальному закону розподілу. А між розмірними характеристиками і силами зв'язку існують тісні кореляційні зв'язки.

Опір коренеплодів згину і злому зростає із збільшенням діаметра перетину защемлення. Необхідними являються також показники опору коренеплодів боковим переміщенням, так як технологічний процес зрізання гички на кореню, а потім викопування протікають при безпосередньому контактуванні копіра і ножа гичкозрізального апарату з коренеплодом, а викопування – при фронтальному підпорі шару ґрунту. При цьому слід враховувати, що значення цих показників змінюються в залежності від ґрунтово-кліматичних умов.

Матеріал коренеплоду – хрумкий, анізотропний, неоднорідний по довжині і в поперечному перетині. Поблизу хвостової частини (діаметр 10-30 мм) коренеплід менш хрумкий і при навантаженні показує помітні признаки пластичних деформацій. В цій частині коренеплоду тимчасовий опір

матеріалу і критичні кути згину значно більші, а жорсткість згину менше, ніж в основній. При динамічній дії маятниковим копром коренеплоди проявляють більшу крихкість і менший часовий опір, ніж при статичному навантаженні.

Пружні властивості характеризуються коефіцієнтом відновлення пружного стану головок і тіла коренеплоду, ефективним коефіцієнтом жорсткості. Від пружних властивостей залежить також частота власних коливань заземлених в ґрунті коренеплодів. Нижчі тони власних частот заземлених в нижній частині коренеплодів (діаметром 30-50 мм) знаходяться в межах  $3,5 - 67,0 \text{ с}^{-1}$ , а для коренеплодів, що природно ростуть, -  $80 - 120 \text{ с}^{-1}$  (при високій твердості ґрунту).

Зв'язки коренеплодів з ґрунтом при різних механічних діях найбільш ефективно руйнуються при знакоперемінному імпульсному навантаженні. Вже після 4-6 ударів маятникового копра з енергією 24,5-30,0 Н·м коренеплоди в більшості випадків звільнюються від зв'язку з ґрунтом, розхитуються і легко звільняються з ґрунту.

Великий інтерес представляють фізико-механічні характеристики гички і її зв'язків з головками коренеплодів. Модуль пружності внутрішніх черешків, як більш пластичних і пружних, має більші значення, ніж зовнішніх. Міцність зв'язку окремих черешків гички з головкою при осьовому навантаженні сили перевищує міцність черешків. Тільки 6-8% черешків відривається біля основи головки – природної поверхні розділу гички і коренеплоду. При дотичному напрямку сил, які прикладаються до головки, опір черешків відділенню від головок знижується в середньому в 2,0-2,5 рази.

На значення цих показників впливають сорт, умови вирощування і збирання, ґрунтово-кліматичні умови і ін. Ці показники змінюються в досить великих межах і при розрахунках параметрів і режиму роботи необхідно враховувати як середні показники, так і мінімальні та максимальні.

## 4 ВИХІДНІ ВИМОГИ ДО МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ БУРЯКІВ

Розробка нових і удосконалення існуючих робочих органів збиральних машин проводиться з урахуванням агротехнічних і фізико-механічних характеристик цукрових буряків і на основі аналізу існуючих технічних рішень як в нашій країні, так і за кордоном. При цьому розроблені робочі органи і збиральна машина в цілому повинні відповідати існуючим агротехнічним вимогам.

Сучасні виробничо-технологічні вимоги, які висуваються до бурякозбиральних машин, визначаються загальними тенденціями переведення процесів виробництва цієї культури на промислову основу, специфічними агробіологічними властивостями і особливостями механізованого вирощування цукрових буряків, обумовленими зміною сортів, широким впровадженням точного висіву, застосуванням хімічних засобів боротьби з бур'янами, а також заміною ручної праці при формуванні густоти рослин на машинну.

В зв'язку з об'єктивним погіршенням рівномірності розподілу коренеплодів в рядку, викликаним зменшенням норм висіву і механізованим формуванням густоти насаджень, доцільно пристосовувати бурякозбиральні машини, особливо їх гичкорізальні і викопувальні робочі органи, для збирання буряків з підвищеним варіюванням їх агрофізичних характеристик.

Враховуючи тривалі строки зберігання і переробки коренеплодів, цукровою галуззю цілком обґрунтовано висуваються вимоги до підвищення кондиційних якостей коренеплодів, головним чином до їх обрізки, зниженню забрудненості гичкою, домішками ґрунту і особливо до зменшення пошкоджень, виконання яких дозволить знизити втрати цукру в декілька раз.

Цукрові коренеплоди вирощуються на полях, які мають схил до 5<sup>0</sup> при вологості ґрунту в горизонті 0-300 мм до 25 %. Твердість ґрунту до 3,0 МПа.

Ширина міжрядь в залежності від умов вирощування може бути 450 і 600 мм.

До початку збирання висота розташування головок коренеплодів над ґрунтом може становити 100-250 мм. На одному погонному метрі рядка в середньому знаходиться від 4 до 6 коренеплодів. При цьому відстань між коренеплодами можлива 100 і менше міліметрів. Густота рослин становить 70-100 тис. шт. на гектар.

Максимальна величина відхилення центра головок коренеплодів від осьової лінії рядка може становити:

- для міжрядь шириною 600 мм – 100,0 мм;
- для міжрядь шириною 450 мм – 50,0 мм.

Зусилля на відрив пучка гички від коренеплоду має бути в межах (Н):

- максимальне – 410;
- середнє – 235;
- мінімальне – 120.

Характеристики міцності зв'язку коренеплодів з ґрунтом (Н) при різних напрямках прикладеного до головки коренеплоду зусилля:

а) вертикальний напрямок зусилля:

- максимальне – 220;
- середнє - 155;
- мінімальне - 50;

б) боковий напрямок зусилля:

- максимальне – 130;
- середнє - 55;
- мінімальне - 5,0.

Форма розташування листя на початок збиральних робіт може бути:

- конус, якщо більше 60 % листків розташовані під кутом 60-75<sup>0</sup> до горизонту;
- напіврозетка, коли більше 50 % листків відхилені на кут 60<sup>0</sup> від вертикалі;

- розетка, коли основна частина листків розташована паралельно поверхні і притиснута до ґрунту.

Середня довжина листків може досягати 400-500 мм, урожай гички – не більше 60,0 т/га. Кількість “цвітух” на 1 га не повинна перевищувати 5% від кількості нормально розвинутих рослин. Поле повинно бути засіяне насінням одного сорту. Допустима забрудненість на 1 м<sup>2</sup> бур’яном – не більше 0,1 кг.

Гичкозбиральна машина повинна забезпечити відділення гички на висоті не більше 40 мм від основи головки коренеплодів. Площина зрізу гички повинна проходити вище головки найбільш високо стоячих коренеплодів. Допускаються окремі черешки довжиною більше 40 мм, але загальна кількість гички на коренеплодах не повинна перевищувати 3% від маси коренеплодів.

Забрудненість гички частинами ґрунту не повинна перевищувати 0,5% від її маси. Втрати вільної гички за машиною не повинні перевищувати 10 % від її урожайності.

При роботі машини загальна маса вибитих з рядків коренеплодів не повинна перевищувати 15 % від урожаю. Пошкодження робочими органами і ходовими колесами гичкозбиральної машини коренеплодів допускається до 1,5 %.

Гичкозбиральна машина повинна бути причіпною, начіпною або напівначіпною і агрегатуватись з тракторами відповідного тягового класу і забезпечувати збирання гички цукрових коренеплодів, які посіяні з шириною міжрядь  $600 \pm 30$  і  $450 \pm 30$  мм. Ширина стикових міжрядь –  $600 + 50$  мм і  $450 + 50$  мм.

Кількість рядків, з яких одночасно збирається гичка при ширині міжрядь 600 мм – 4, 450 мм – 6. Сівба виконується сівалками з рядністю кратною 4 для міжрядь 600 мм і 6 для міжрядь шириною 450 мм.

Конструкція гичкозбиральної машини повинна забезпечувати:

- встановлення ножів на задану висоту зрізання гички;
- відділення і збір гички при робочій швидкості до 6,0 км/год;
- транспортну швидкість до 20 км/год;

- вивантаження гички в транспортні засоби підвищеної вантажопідйомності з висотою вивантаження до 3,0 м;
- доочищення головок коренеплодів від залишків гички.

Робочі органи машини не повинні залипати і забиватися ґрунтом і рослинними домішками. Обслуговувати агрегат повинен тракторист. Дорожній просвіт – не менше 250 мм. Радіус повороту агрегату має бути не більше 9 м.

Коефіцієнт надійності технологічного процесу не нижчий 0,95. Коефіцієнт використання робочого часу зміни – 0,75. Коефіцієнт готовності – не нижче 0,96 з врахуванням організаційного часу і 0,97 з врахуванням оперативного часу. Напрацювання на відказ повинно бути не менше 40 годин.

Конструкція гичкозбиральної машини повинна передбачати простоту і зручність регулювання робочих органів, заміну зношених деталей і вузлів, а також ремонту. Маса машини повинна бути в межах 3,0 т.

В конструкції машини повинна бути передбачена сигналізація про порушення технологічного процесу окремими робочими органами або їх відказах.

Конструкція машини повинна відповідати “Єдиним вимогам до конструкції тракторів і сільськогосподарських машин по безпеці і гігієні праці”.

Коренеплоди, які збирають перевалочним способом, потрібно укладати у польові кагати певних розмірів. При роботі буряконавантажувачів ширина основи кагату повинна бути в межах 1,9 – 2,1 м, а висота 0,8 – 1 м.

Буряконавантажувачі повинні забезпечувати підбирання не менше 99% кондиційних коренеплодів з польових кагатів вказаних розмірів.

Загальна забрудненість вороху коренеплодів після буряконавантажувача не повинна перевищувати 5%, у тому числі гичкою та іншими рослинними домішками не більше 1% (при вихідній забрудненості вороху землею 20%, гичкою і рослинними залишками 5%).

Кількість сильно пошкоджених коренеплодів робочими органами навантажувачів не повинна бути більше 3%.

Вибір конструкції робочих органів та компоновальних схем коренезбиральних машин значною мірою визначається типом ґрунту, його вологістю, а також врожайністю коренеплодів.

Значні зміни умов роботи бурякозбиральних машин і недостатнє пристосування існуючих конструкцій гичкозрізувальних, викопувальних і очисних робочих органів не дозволяють отримати постійних агротехнічних показників, особливо при високих врожаях, сухому і вологому ґрунті, нерівномірному розташуванні коренеплодів у рядку, незадовільному стані гички, забрудненості поля.

При збиранні високих врожаїв буряків (500-700 ц/га) знижується якість зрізання гички і збирання коренеплодів. Втрати коренів на поверхні ґрунту досягають 6-12%, а продуктивність, наприклад, шестирядних комплексів зменшується до 3,0-4,5 га/зм. Суттєво (в 2 - 6 разів) зменшується продуктивність і знижується якість роботи машини при збільшенні вологості ґрунту до 24 - 28%, особливо в кінці агростроку збирання [8, 10].

Викопувальні робочі органи є основними складовими технологічних вузлів коренезбиральних машин. Від їх компоновальної схеми, взаємозв'язку з очисними пристроями, вибору конструктивних та технологічних параметрів відповідно до ґрунтово-кліматичних умов, значною мірою залежить якість викопування коренеплодів, їх пошкодження і втрати.

Відповідно до агротехнічних вимог МСМ (Міжнародної системи машин) допустимі втрати не викопаних і втрачених коренів цукрових буряків при виконанні технологічного процесу не повинні перевищувати 1,5% від їх врожайності. Забрудненість коренеплодів землею допускається до 8%, а доля максимально допустимих легких (до глибини 5мм) і важких (глибина більше 5мм) пошкоджень відповідно складає 20% і 5%. Насправді загальні втрати, які виникають під час збирання, у 2-3 рази перевищують допустимі норми і складають 3-5%, а інколи перевищують 10% (важкі умови роботи).

Основними причинами втрати коренеплодів є конструктивна недосконалість робочих органів, неправильний вибір типу копача для конкретних умов, а також стан плантації, тобто розташування коренеплодів у рядках).

До втрат, які виникають у процесі викопування коренеплодів, можна віднести: не викопані корені, коренеплоди, що впали на поле перед входом на очисні пристрої, обрив хвостової частини, розрізання або дроблення коренів цукрових буряків. Такі втрати виникають у результаті наступних причин: недостатнє заглиблення копачів для даного стану ґрунту або велике заглиблення коренів в землю, відхилення центральної осі копача від лінії рядків; натуральне відхилення окремих коренів від лінії рядка або відхилення внаслідок розсування коренів колесами трактора перед викопуванням; скупчення землі і коренеплодів на копачі; надто велика відстань між складовими елементами копача відносно розмірів коренеплодів; неправильна конструкція переходу з копача на очисний пристрій; розташування коренеплодів у заглибленнях поля.

Окрема група цих втрат виникає на очисних робочих органах. Однак, вони також пов'язані з копачами, оскільки інтенсивність роботи очисника залежить від кількості землі, яка подається разом з коренеплодами.

Варто підкреслити, що розміри втрат при застосуванні окремих типів робочих органів можуть залежати від рядності копача, способу його з'єднання з рамою, а також конструкції сепаруючого вузла. Втрати залежать також від робочої швидкості машин, типу і вологості ґрунту.

Аналіз вище перерахованих причин виникнення втрат показує, що існує дві групи. До першої групи необхідно віднести причини, пов'язані з технологічною якістю обробки; до другої групи – причини, які виникають через конструкцію копача і компоновальну схему машини [10].

Представлені вимоги є основою при випробуваннях і експлуатації створеної техніки. Показники її роботи не повинні виходити за межі приведених вище значень.

## 5 ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Суттєві відмінності фізико-механічних властивостей ґрунтів, розмірно-масових характеристик коренеплодів, технологій їх збирання і переробки призвели до застосування різнотипних конструкцій робочих органів бурякозбиральних машин. Механізовані комплекси для збирання цукрових буряків забезпечують ряд складних технологічних операцій: зрізання гички, доочищення головок коренеплодів від її залишків, викопування, сепарацію вороху, транспортування і завантаження коренів у транспортні засоби.

Базова коренезбиральна самохідна машина КС-6Б (рис. 5.1) складається з шасі з об'ємним гідроприводом на ходову частину, підбирача коренеплодів, автомата водіння, системи автоматичної сигналізації.

Шасі складається з несучої рами 15, яка опирається на мости ведучих 17 і керованих коліс 2, силового агрегату 5, площадки водія з кабіною, а також електричною і гідравлічною системами.

Викопувальна частина (копач) складається з викопуючого пристрою 22, поздовжнього транспортера 9 і бункера 11 з вивантажувальним транспортером 10. Вузли машини змонтовано на основній рамі 15: поздовжній транспортер 9, бункер 11, вантажний транспортер 10, стрічковий транспортер 13. Копачі 22, шнековий очисник 20 – на окремій рамі 6, яка приєднана до несучої рами шасі 15 за допомогою одного шарового шарніру 7.

В робочому положенні викопуючого пристрою, коли копачі заглиблені в ґрунт, рама опирається своїми кронштейнами 3 на міст керованих коліс 2, а в транспортному – утримується гідроциліндром 4 і фіксується механічним фіксатором.

Машини обладнані автоматичною системою, яка контролює роботу основних вузлів і сигналізує водію про наявність порушень в їх роботі, а також автоматом керування 1.

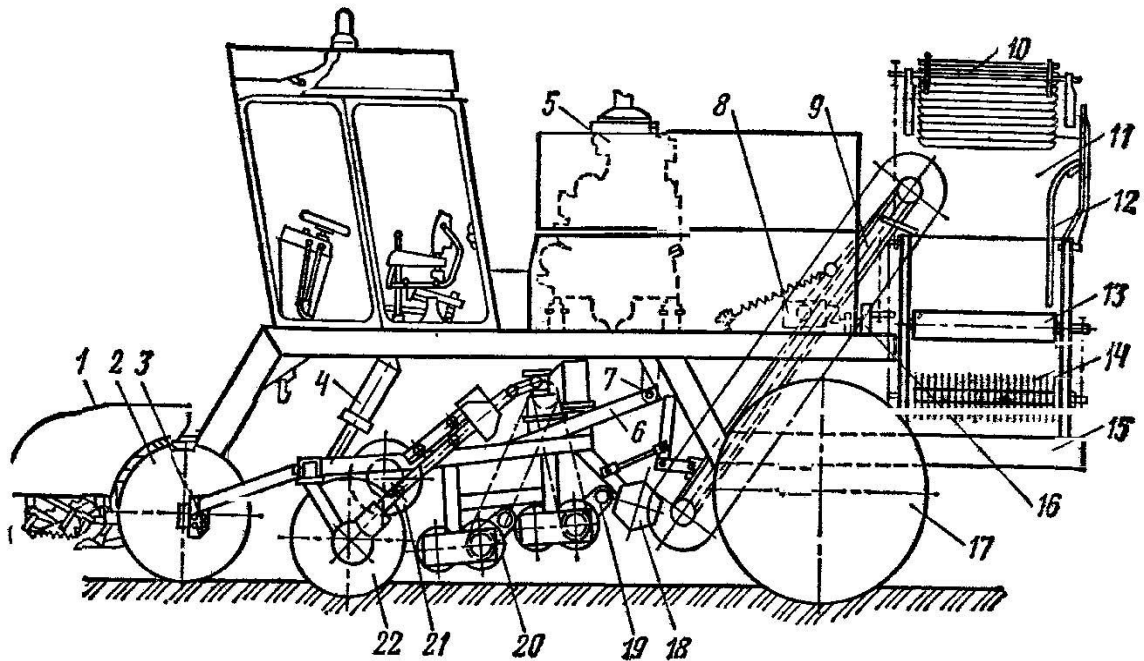


Рисунок 5.1 - Схема коренезбиральної машини КС-6Б:

1-автомат водіння; 2-передній міст коліс керування; 3-штирі регулювання глибини ходу копачів; 4-гідроциліндр підйому рами копачів; 5-силовий агрегат; 6-рама викопуючого пристрою; 7-шаровий шарнір; 8-редуктор приводу повздовжнього транспортера; 9-повздовжній транспортер; 10-вивантажувальний транспортер; 11-бункер; 12-планетарний редуктор; 13-стрічковий транспортер; 14-грудкоподрібнювач; 15-основна рама; 16-планетарний редуктор; 17-міст ведучих коліс; 18-передавальний бітер; 19-задній валець шнекового очисника; 20-шнековий очисник; 21-бітер; 22-копачі.

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

На підставі результатів багаторічної експлуатації і спостереженнями за роботою машини для збирання цукрових буряків КС-6Б, встановлено, що одними із основних причин виходу з ладу і тривалих простоїв, а також великих витрат на ремонт та їх відновлення є вкрай низька надійність (відмови становлять 40-60% від загальних відмов по машині) двигуна СМД-60-02

Харківського заводу тракторних двигунів (ХЗТД), а також руйнування рамних опорних конструкцій цих машин.

Так, випробування в експлуатаційних умовах на витривалість бурякозбиральної машини КС-6Б дали змогу виявити цілий ряд недоліків, які практично не можливо було передбачити під час її проектування і розробки, але суттєво впливають на надійність машини в цілому.

На основі аналізу недоліків можна виділити два основних типи поломок опорних рамних конструкцій бурякозбиральних машин: експлуатаційні та конструктивні. Експлуатаційні поломки виникають внаслідок виконання машиною технологічних процесів у жорстких експлуатаційних умовах (вібрації, перевантаження, рельєфні та кліматичні умови). Причиною конструктивних поломок є прорахунки при проектуванні: неправильна кінематична побудова рамних конструкцій (геометрія прикладання і напрямку дії сил), концентратори напружень і т.д.

Опорні рамні конструкції бурякозбиральних машин є основою, на котру монтуються практично усі складові частини машини. При цьому дуже важко, особливо для систем з відкритого профілю, досягнути, щоб навантаження прикладалися у центрі згину даних профілів. Це є причиною того, що елементи опорних рам перебувають в умовах надзвичайно небезпечного типу навантаження – стисненого кручення. Крім того рамні конструкції бурякозбиральних машин працюють в умовах інтенсивних динамічних навантажень, що може бути причиною появи і розвитку у металоконструкціях тріщин.

З цієї причини, для забезпечення необхідної міцності і довговічності опорних конструкцій з одного боку, і з метою зменшення металоемності рам при великих запасах міцності з другого, важливим є прогнозування розвитку тріщин від втоми в умовах циклічного навантаження.

Метою даної роботи і є удосконалення рами двигуна коренезбиральної машини КС-6Б.

## 6 РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ

Всі базові елементи машини кріпляться до основної рами. Двигун машини, марки СМД-60, встановлюється на раму двигуна, яка в свою чергу встановлена на чотирьох опорах на поперечні балки основної рами. Для гасіння коливань двигуна передбачено амортизатори марки АКСС-300М.

Рама двигуна є зварною стержневою системою, котра складається з елементів катаного швелерного профілю №12 (120×50×4) із сталі Ст. 5пс2-св (повздовжні лонжерони, поперечна балка, розкоси), і опорної торцевої площини проставки гідронасоса у вигляді пластини із сталі Ст. 3пс.

При внесенні змін в конструкцію рами двигуна необхідно виконати статичний розрахунок на міцність удосконаленої рами двигуна коренезбиральної машини КС-6Б з урахуванням динамічних навантажень, що виникають в реальних умовах експлуатації, визначити напруження в найбільш навантажених і небезпечних елементах конструкції рами і оцінити довговічність її роботи.

Маси основних складальних одиниць, що монтуються на раму, наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Маси основних складальних одиниць

Найменування	Маса, кг
Двигун	930
Радіатори (водяний і масляний)	220
Гідронасос	19,1
Насос ГСТ-90	80
Маслобаки	21,5

Розрахункові коефіцієнти динамічності в місцях кріплення основних складальних одиниць на раму наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Розрахункові коефіцієнти динамічності в опорах основних складальних одиниць

Найменування вузла	Коефіцієнт динамічності
Двигун:	
Опори - Ліва задня	1,71
Права задня	1,86
Ліва передня	1,28
Права передня	1,32
Привід гідронасосів	3,24
Насос ГСТ	1,88
Радіатори і маслобаки	1,73

Розрахункова схема рами двигуна представлена на рис. 6.1. Рама є статично невизначеною стержневою системою (приймається умова розміщення стержнів по центру перетинів відповідних елементів рами) і в цілому є зварною конструкцією. Вважаємо, що повздовжні лонжерони з поперечними балками з'єднані жорстко. Це перешкоджає вільному переміщенню (закручуванню) поперечних перетинів гнучого швелера, в результаті чого ділянки повздовжніх лонжеронів є затиснутими ввареними у них поперечинами. Тобто перетини в цьому випадку депланують (скручуючись, розтягуються чи стискаються). Рама встановлена на опори, які перешкоджають закручуванню кінців стержнів і як наслідок усувають їх депланацію.

Розрахунок рами двигуна було проведено з використанням типового програмного забезпечення “Ліра”, “Mathcad 8”, на ПК, у наступній послідовності:

- побудова розрахункової схеми;
- нумерація вузлів;
- визначення координат вузлів у вибраній системі координат;
- визначення геометричних характеристик стержнів;
- визначення внутрішніх силових факторів від діючих навантажень;

- вибір найбільш небезпечних перетинів;
- оцінка довговічності рами.

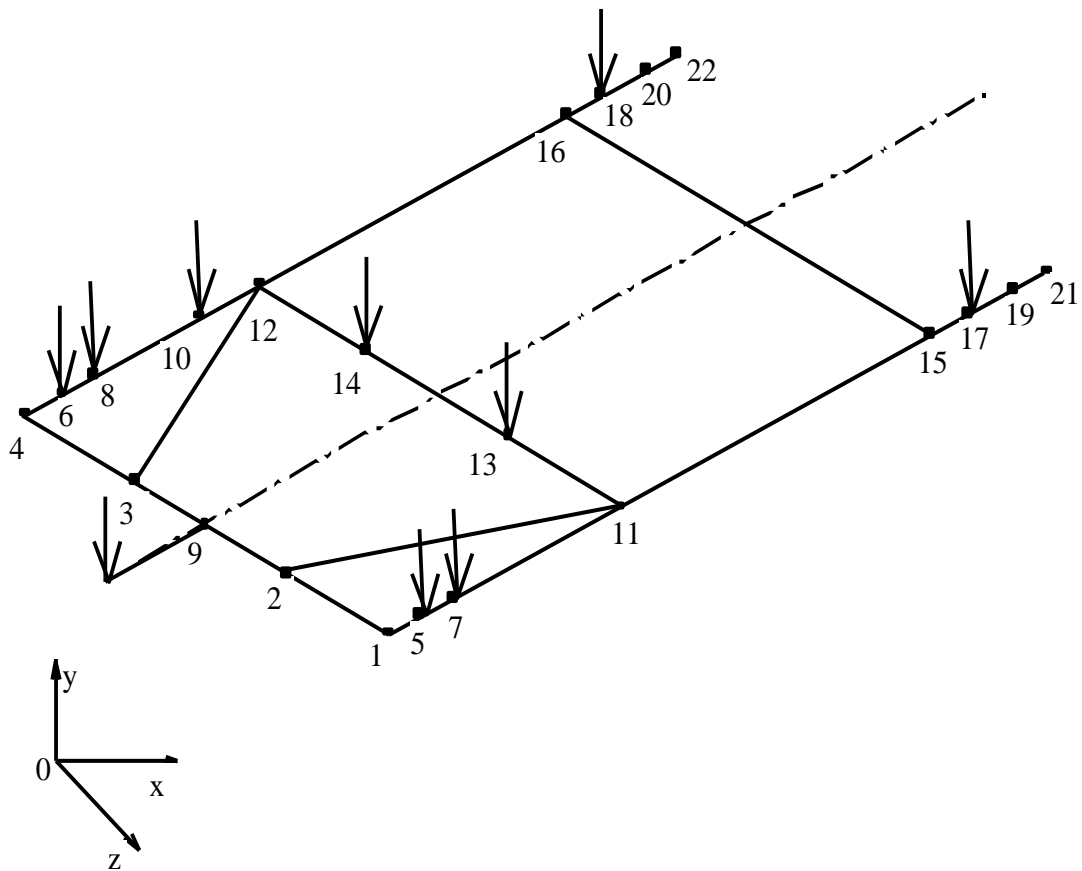


Рисунок 6.1 - Розрахункова схема рами двигуна машини КС-6Б

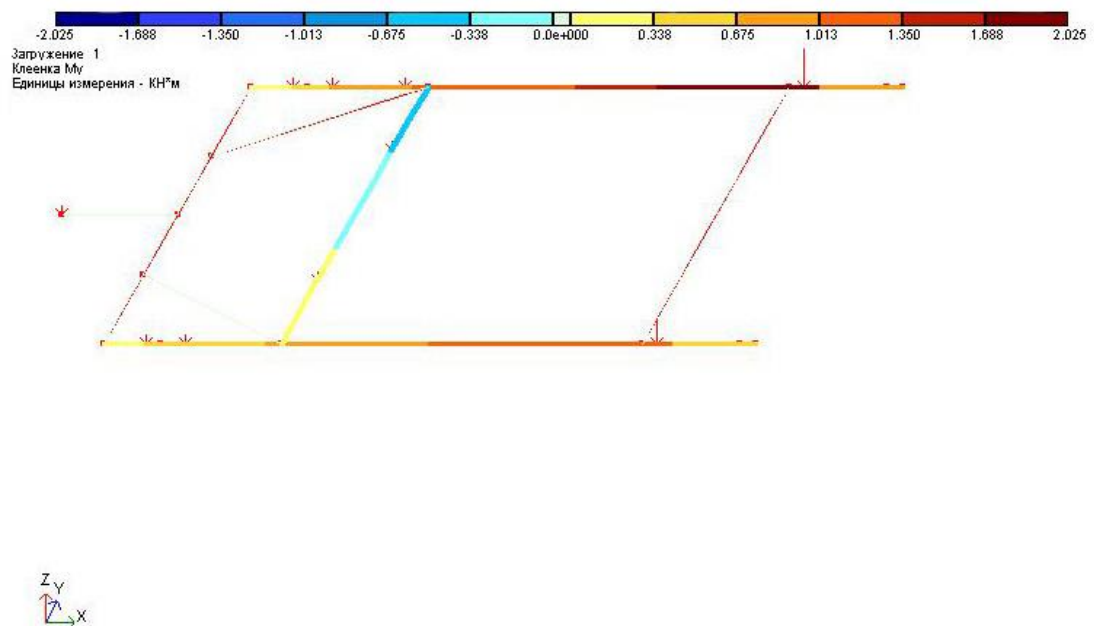


Рисунок 6.2 - Діаграма завантаженості рами крутними моментами

В результаті розрахунку на ПК, було отримано невідомі внутрішні силові фактори: згинальні моменти, крутні моменти, поперечні зусилля, повздовжні зусилля і встановлено найбільш навантажені елементи конструкції (рис. 6.2-6.5, табл. 6.3).

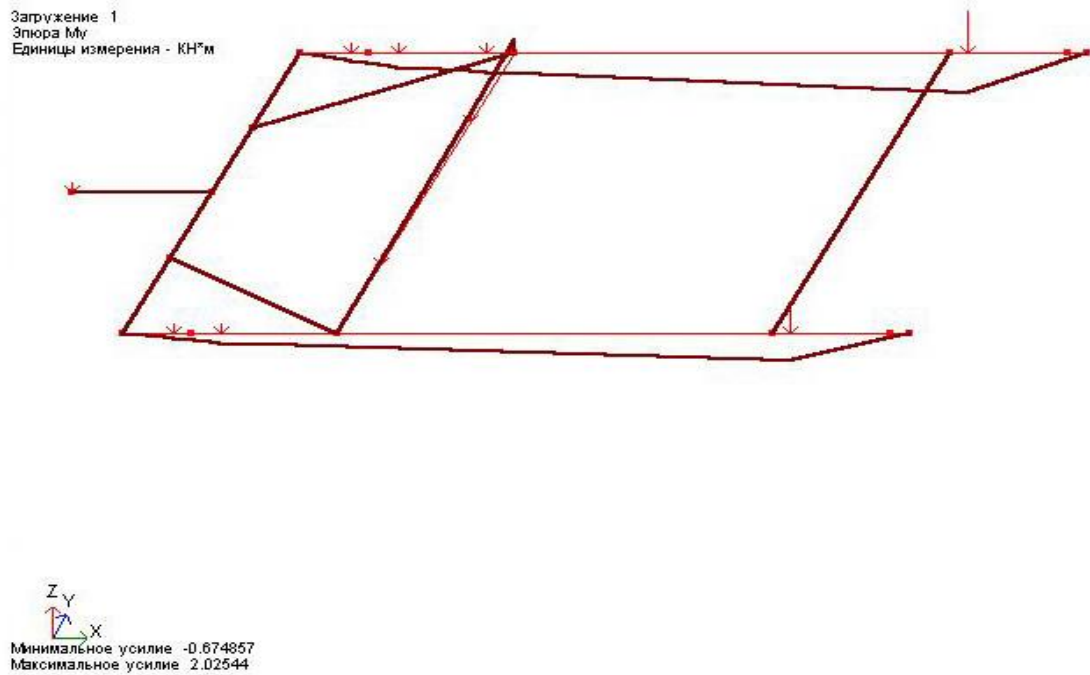


Рисунок 6.3 - Епюра завантаженості рами крутними моментами

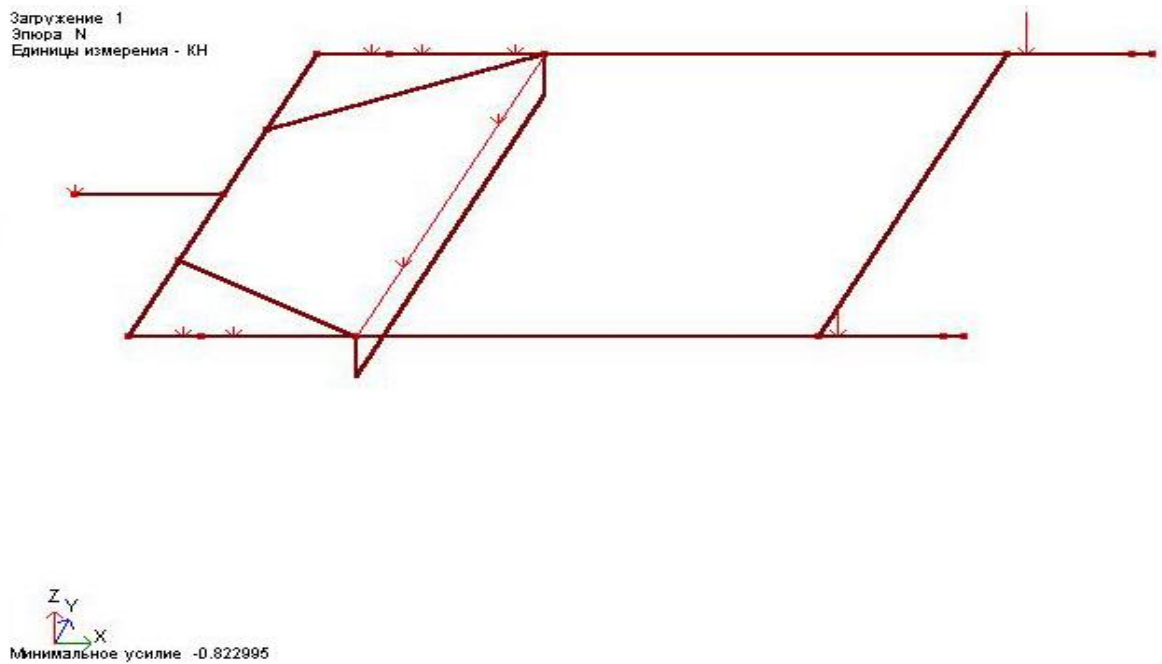


Рисунок 6.4 - Епюра нормальних зусиль

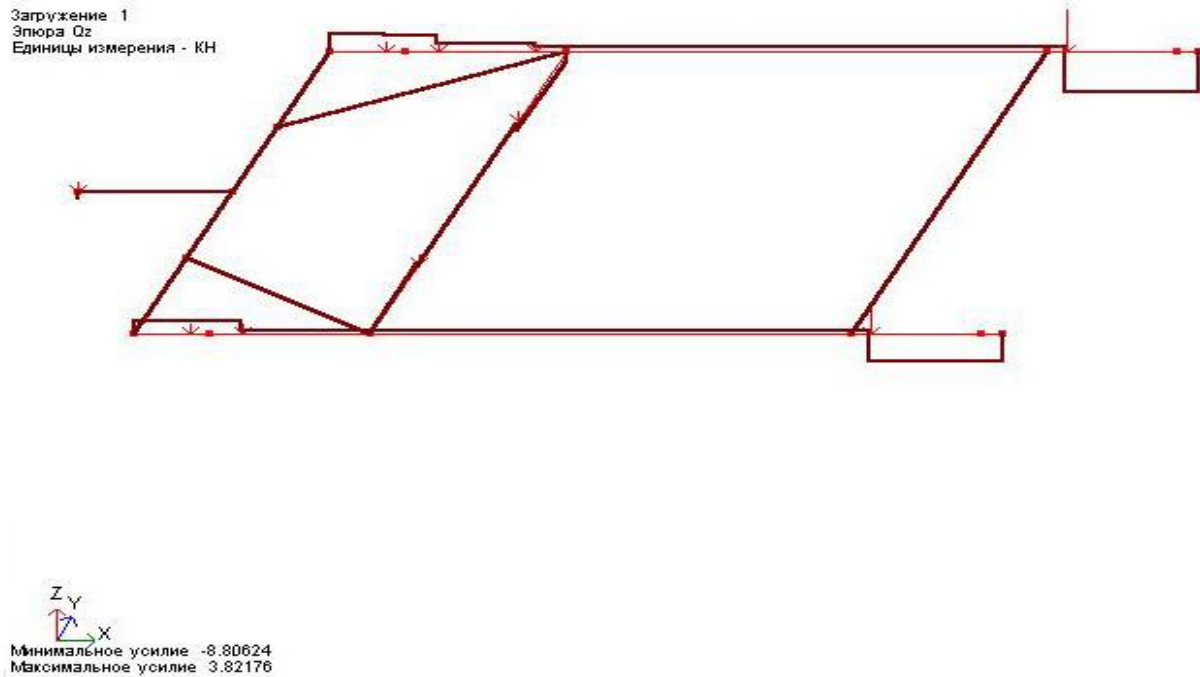


Рисунок 6.5 - Епюра поперечних сил

Таблица 6.3 - Розрахункові значення крутних моментів рами

Вузли	6	8	10	18	17	7	13	14
$M_{кр}$ , кН·м	0,338	0,680	1,0	2,025	1,2	0,4	0,3	-0,3

Оскільки елементи рами – незамкнуті тонкостінні стержні, знаходяться в умовах стисненого кручення, тобто існують перешкоди вільній депланації поперечних перетинів, то в поперечних перетинах виникають нормальні і додаткові їх секторіальні дотичні напруження і дотичні напруження при чистому крученні.

Приймаємо, що по товщині перетину нормальні напруження розподіляються рівномірно, а по самому перетину – за законом секторіальних площ; дотичні напруження в будь-якій точці перетину тонкостінного стержня направлені паралельно дотичної до дуги контуру, а по товщині стержня змінюються за лінійним законом [16, 17].

Нормальні напруження в крайніх точках перерізу можна визначити, скориставшись формулою:

$$\sigma_{\omega} = \frac{B_{\omega}}{W_{\omega}}, \quad (6.1)$$

де  $W_{\omega}$  - секторіальний момент опору,  $m^4$ ;

Згинно-крутний бімомент  $B_{\omega}$  можна виразити через крутний момент для даних умов навантаження згідно формули [16]:

$$B_{\omega} = \frac{M}{2k} \cdot \frac{sh(kz)}{ch\left(\frac{kl}{2}\right)}, \quad (6.2)$$

де  $M$  – крутний момент,  $H \cdot m$ ;

$k$  – пружна згинно-крутна характеристика,  $m^{-1}$ .

Секторіальний момент опору  $W_{\omega}$  для кутових точок 1 і 2 (край полички швелера і місце перетину полички із стінкою) знайдемо із формул [16]:

$$W_{1\omega} = \frac{b^2 \cdot h \cdot \delta(3b + 2h)}{6(3b + h)},$$

$$W_{2\omega} = \frac{b \cdot h \cdot \delta(3b + 2h)}{18} \quad (6.3)$$

де  $h$  – висота стінки,  $m$ ;

$b$  – ширина полички,  $m$ ;

$\delta$  - товщина профілю,  $m$ .

Як видно із формул (6.3)  $W_{2\omega}$  завжди більший за  $W_{1\omega}$  внаслідок того, що в швелері відстань центру згину від осі стінки завжди менша половини ширини полички. Тому максимальні значення нормальних напружень будуть на краю полички швелера.

Дотичні напруження від чистого кручення визначаються за формулою:

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр} \cdot \delta}{J_d}, \quad (6.4)$$

де  $M_{кр}$  – крутний момент при чистому крученні,  $H \cdot м$ ;

$\delta$  - товщина перерізу в тому місці, де визначається напруження,  $м$ ;

$J_d$  – полярний момент інерції перетину при чистому крученні,  $м^4$ .

Дотичними секторіальними напруженнями можна знехтувати, оскільки вони складають лише 2-5% від дотичних напружень, які відповідають чистому крученні [16, 17].

Величини розрахункових напружень можна визначити згідно формул:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{\omega}^2 + 3\tau^2} . \quad (2.13)$$

Оскільки максимальні значення згинального моменту і поперечного зусилля найбільші у вузлі №18, проведемо обчислення напружень і перевірку міцності саме для цього вузла.

Обчислення згинно-крутного бімомента:

$$M := 2.025 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad k := 0.021 \cdot 10^2 \cdot \text{м}^{-1} \quad z := 0.135 \text{ м} \quad l := 1.135 \text{ м}$$

$$B\omega := \frac{M \sinh(k \cdot z)}{2k \cdot \cosh\left(\frac{k \cdot l}{2}\right)} \quad B\omega = 77.033 \frac{\text{кг м}^3}{\text{с}^2}$$

Обчислення секторіального моменту опору:

$$h := 0.120 \text{ м} \quad b := 0.052 \text{ м} \quad \delta := 0.0048 \text{ м}$$

$$W1\omega := b^2 \cdot h \cdot \delta \cdot \frac{(3 \cdot b + 2 \cdot h)}{6 \cdot (3 \cdot b + h)} \quad W2\omega := \frac{b \cdot h \cdot \delta \cdot (3 \cdot b + 2 \cdot h)}{18}$$

$$W1\omega = 3.724 \times 10^{-7} \text{ м}^4$$

$$W2\omega = 6.589 \times 10^{-7} \text{ м}^4$$

Обчислення нормального напруження:

$$\sigma\omega := \frac{B\omega}{W2\omega} \quad \sigma\omega = 1.169 \times 10^8 \frac{\text{КГ}}{\text{МС}^2}$$

Обчислення дотичного напруження:

$$Q := 8.8 \cdot 10^3 \text{ Н} \quad Jd := 5.1 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4 \quad x := 1.48 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$f := \frac{b}{2} + x \quad M_{кр} := Q \cdot f$$

$$\tau_{кр} := \frac{M_{кр} \cdot \delta}{Jd} \quad \tau_{кр} = 3.379 \times 10^7 \frac{\text{КГ}}{\text{МС}^2}$$

Як показують результати розрахунку, домінуючими напруженнями при депланації перерізів є нормальні напруження, тому в подальших розрахунках дотичними напруженнями нехтуємо.

Обчислення розрахункового напруження:

$$\sigma := \sqrt{\sigma\omega^2 + 3 \cdot \tau_{кр}^2}$$

$$\sigma = 1.307 \times 10^8 \frac{\text{КГ}}{\text{МС}^2}$$

Таблиця 6.3 - Значення напружень у максимально навантажених елементах рами двигуна машини КС-6Б при робочому режимі

№ вузлів	Нормальні секторіальні напруження, МПа	Дотичні напруження, МПа	Результуючі напруження, МПа
6	2,68	0,63	2,90
8	27,5	6,48	29,71
10	8,947	2,11	9,66
18	116,9	33,79	130,7
17	96,46	22,75	104,20
7	27,5	6,48	29,71
13	15,78	3,72	17,05
14	20,64	4,86	22,29

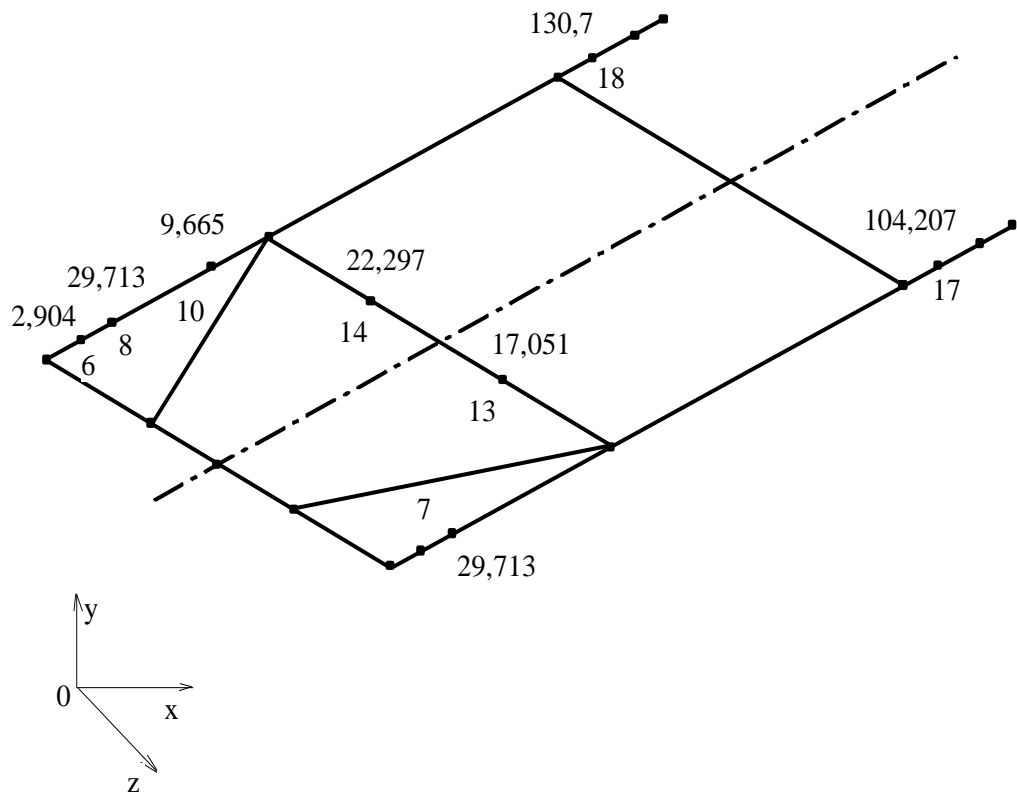


Рисунок 6.6 - Схема напружень у найбільш навантажених елементах рами двигуна

Аналогічно проводяться розрахунки для інших вузлів.

В таблиці 6.4 наведено величини напружень в найбільш навантажених елементах рами. Також величини даних напружень показані на розрахунковій схемі рис.6.6.

Як видно із таблиці 6.3 найбільш навантаженим перетином є вузол № 18, де отримано напруження, величиною 130,7 МПа (при допустимих межах для матеріалу Ст. 3пс  $\sigma_T = 250$  МПа  $\sigma_B = 420$  МПа) [2, 6]. Тобто удосконалена рама має надлишковий запас міцності.

## 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 7.1 Загальні положення по охороні праці

При розробці всіх заходів з охорони праці в конкретних умовах необхідно керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542) [18].

Охорона праці у нашій країні, яка охоплює заходи по подальшому полегшенню і оздоровленню умов праці на основі механізації і автоматизації важких і шкідливих виробничих процесів, широкому впровадженню сучасних засобів техніки безпеки, усуненню причин, що призводять до травматизму і професійних хвороб робочих і службовців, створенню на підприємстві необхідних гігієнічних і санітарно–побутових умов – важлива державна задача.

Охорона праці механізаторів має велике значення. Механізаторам необхідні знання по правовим питанням охорони праці і правилам техніки безпеки. Це особливо відноситься до тих працівників, які працюють по договорам з господарствами.

Механізаторам необхідно мати певні навички при роботі з сучасними високопродуктивними машинами, дотримуватися правил виробничої санітарії і користуватися засобами індивідуального захисту.

Важливі нормативні документи, які дозволяють правильно організувати охорону праці, навчання і інструктаж з техніки безпеки, дотримання вимог виробничої санітарії і гігієни праці у сільському господарстві викладенні достатньо детально в існуючій довідниковій літературі [19].

Враховуючи інтенсивний розвиток сучасної сільськогосподарської техніки, енергонасиченість інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур та широку хімізацію аграрного виробництва в

наш час питання охорони праці та навколишнього середовища набувають особливого значення.

## 7.2 Основні правила безпечної експлуатації удосконаленої машини

Під час експлуатації удосконаленої машини для збирання цукрових коренеплодів необхідно виконувати всі вимоги безпеки, вказані в “Правилах техніки безпеки при роботі на тракторах, сільськогосподарських і спеціалізованих машинах”.

Для безпечної роботи на машині необхідно:

1. Не допускати до роботи осіб без посвідчення тракториста-машиніста і прав на управління збиральною машиною і які не пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що повинен бути зроблений відповідний запис в реєстраційному журналі.

2. Під час руху машини тракторист-машиніст повинен знаходитися на сидінні в кабіні трактора. Стороннім особам категорично забороняється знаходитися на машині, яка працює, а також в безпосередній близькості від неї.

3. Забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів і робочих органів машини при працюючому двигуні. Всі види регулювань і технічного обслуговування виконуються тільки після повної зупинки машини і заглушеному двигуну трактора.

4. Забороняється проводити будь-які роботи під машиною, якщо під її колеса не поставлені гальмівні башмаки. Забороняється проводити будь-які роботи під копачем, який знаходиться в транспортному положенні. Для проведення таких робіт необхідно зафіксувати копач механічним фіксатором, а в місцях піддомкращення поставити спеціальні підставки, під колеса – гальмівні башмаки. При піддомкращуванні машини в випадку слабого ґрунту під домкрат необхідно підставити міцну дошку, але ні в якому випадку не підкладку з крихкого матеріалу. Всі огороження повинні бути закріплені деталями, які передбачені конструкцією машини.

Особливу увагу слід звернути на наступне: задня площадка повинна бути закріплена двома болтами. Місця встановлення домкрата і опор для піднімання різних частин машини вказані на машині. Необхідно своєчасно усувати несправності домкрата.

5. Перед включенням двигуна приводу машини і важеля коробки передач для переміщення машини необхідно обов'язково подати тривалий звуковий сигнал.

6. Після подання сигналу перевірити можливість руху машини і роботи її механізмів і, впевнившись, що це нікому не загрожує, провести запуск двигуна або включити привід машини.

7. Необхідно дотримуватися особливої уваги і не знаходитися поблизу неогороджених робочих органів і деталей, які обертаються. Не розпочинати роботу при знятих огороженнях.

8. Забороняється робота машини при ослабленому кріпленні вузлів та агрегатів.

9. Забороняється чіпати руками робочі органи збиральної машини під час роботи.

10. Необхідно систематично перевіряти надійність роботи гальма і рульового управління.

11. Не допускати роботу з несправним інструментом.

12. В кабіні трактора необхідно мати аптечку і слідкувати за її поповненням необхідними медикаментами.

13. Забороняється працювати в незручній одежі з рукавами і лавами, які розвіваються.

14. Забороняється перевезення будь-яких вантажів на машині.

15. Максимально допустимий схил під час руху машини не повинен перевищувати  $15^{\circ}$ . При цьому швидкість руху повинна бути не більше 3...4 км/год.

16. При поворотах і розворотах швидкість руху машини необхідно зменшувати до 3 – 4 км/год.

17. Після зупинки машини необхідно обов'язково перевести важіль коробки передач в нейтральне положення і виключити вал відбору потужності трактора.

18. Забороняється робота машини в нічний час без електричного освітлення.

19. Транспорт, швидкість руху якого дорівнює або перевищує швидкість руху машини, обганяти забороняється, а з наступом темноти обгін будь-якого транспорту, який рухається, заборонено.

20. Перегін машини по дорогах загального користування необхідно проводити в відповідності з Правилами дорожнього руху.

21. Необхідно періодично оновлювати знаки безпеки, які нанесені на машині.

22. При відсутності тракториста-машиніста в кабіні машини необхідно використовувати стояночні гальма трактора. Для цього зблоковані педалі гальма витиснути в крайнє нижнє положення і поставити на защіпку гірського гальма.

23. При виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт необхідно:

а) Керуватися правилами будови і безпечної експлуатації вантажопідійомних кранів, які затверджені відповідними Комітетами і організаціями.

б). Стропування машини проводити тільки за спеціальні кронштейни, які приварені до повздовжніх лонжеронів рами.

в). Для підймання машини в зборі використовувати кран вантажопідійомністю не менше 8 т.

г). При використанні апарелі рух дозволяється тільки на самій низькій передачі вперед або назад (1-а передача з редуктором).

24. При буксируванні машини з несправним трактором необхідно обов'язково виключити передачу коробки швидкостей.

### 7.3 Основні правила пожежної безпеки

1. Необхідно постійно слідкувати за технічним станом збиральної машини.
2. Забороняється підносити до паливного бака полум'я, а також палити під час заправки паливом. Після заправки бак необхідно насухо протерти.
3. Не допускати протікання з системи живлення, змащення і гідросистеми трактора і збиральної машини.
4. В випадку загорання палива користуватися вогнегасником або засипати полум'я землею, піском або накрити войлоком, брезентом. Категорично забороняється заливати паливо, яке горить, водою.
5. В нічний час в випадку виходу із строю електропроводки необхідно користуватися вогнебезпечними ліхтарями.
6. Щодня необхідно перевіряти справність електропроводки і не допускати її забруднення мастилами і пилом. Несправність може призвести до замикання проводів і їх загорання.
7. Місця стоянки і зберігання машин необхідно забезпечити протипожежними засобами, узгодженими з пожежною інспекцією.

## 8 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

Доцільність впровадження нововведень підтверджується економічною ефективністю. Новизна повинна не тільки не уступати базовому варіантові, а й перевищувати його за певними показниками.

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

Удосконалення рами двигуна коренезбиральної машини дає можливість зменшити простой і затрати часу на ремонтні роботи, тобто збільшити продуктивність машини в цілому.

Вихідні дані для визначення економічних показників проекту представлені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 - Вихідні дані для розрахунку економічних показників

Назва показників	Базова машина	Модернізована
1. Продуктивність, га/год.	0,8	1,34
2. Питомі витрати палива, кг/га	10,75	8,65
3. Балансова вартість машини, грн.	870000	885000
4. Ширина захвату, м	2,7	2,7
5. Кількість збираємих рядків, шт.	6	6
6. Кількість обслуговуючого персоналу	1	1

Затрати праці на збиранні цукрових коренеплодів визначаються за формулою:

$$H = \frac{m}{W_{\text{год}}}, \quad (8.1)$$

де:  $m$  – кількість обслуговуючого персоналу;

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

При збиранні цукрових буряків базовою машиною затрати праці становлять:

$$H_6 = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ люд.год./га.}$$

При збиранні коренеплодів модернізованою машиною затрати праці будуть становити:

$$H_M = \frac{1}{1,34} = 0,75 \text{ люд.год./га.}$$

Зниження затрат праці при використанні модернізованої машини будуть становити:

$$H_z = H_6 - H_M = 1,25 - 0,75 = 0,5 \text{ люд.год./га.}$$

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

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{ПММ}}, \quad (8.2)$$

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. З врахуванням останнього підвищення мінімальної заробітної праці до 8000 грн. вона становить 347,8 грн. за зміну [20]. За 1 га зібраної площі оплата праці становить:

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{\#M}}, \quad (.3)$$

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

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

Для механізатора, який працює на базовій машині, оплата праці за 1 га зібраної площі буде становити:

$$C_{OB}^1 = \frac{347,8}{5,6} = 62,1 \text{ грн./га.}$$

Крім того в господарстві проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт, що становить 31,1 грн./га; 12 % - за інтенсивність робіт, що становить 7,5 грн./га. І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{об}^н = 62,1 + 31,1 + 31,1 + 7,5 = 131,8 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{OM}^1 = \frac{347,8}{9,38} = 37,1 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно крім цього проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт (становить 18,6 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (становить 4,5 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{ом}^н = 37,1 + 18,6 + 18,6 + 4,5 = 78,8 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{зм}}, \quad (8.4)$$

де  $\mathcal{C}$  – балансова ціна машини, грн.;

$\mathcal{D}$  – кількість днів роботи в рік;

$\mathcal{K}$  – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для коренезбиральної машини становить 15 % [20]. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{870000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 5,6} = 431,6 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування на вдосконалену коренезбиральну машину будуть становити:

$$C_{ам} = \frac{885000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 9,38} = 262,1 \text{ грн./га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування агрегату також визначається за нормативами, які становлять 15 % в рік від вартості машини. Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{\mathcal{C} \cdot \beta}{100 \cdot \mathcal{D} \cdot \mathcal{K} \cdot W_{3M}}, \quad (7.5)$$

де  $\beta$  - норма річних відрахувань на ремонт і технічне обслуговування, %.

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

$$C_{p.б} = \frac{870000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 5,6} = 431,6 \text{ грн./га}$$

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

$$C_{p.m} = \frac{885000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 9,38} = 262,1 \text{ грн./га}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{\text{ПММ}} = C_{\text{п}} \cdot G_{\text{га}} \quad (8.6)$$

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

$g_{\text{га}}$  – 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 у % до основного палива [20]:

- 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 59,8 грн./л. Тоді затрати на паливо і мастильні матеріали для базової машини становлять:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 59,8 \cdot 13,44 = 803,7 \text{ грн./га.}$$

При роботі агрегату з удосконаленою коренезбиральною машиною затрати на ПММ будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{м}} = 59,8 \cdot 8,65 = 517,3 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_6 = 131,8 + 431,6 + 431,6 + 803,7 = 1798,7 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_M = 78,8 + 262,1 + 262,1 + 517,3 = 1120,3 \text{ грн./га.}$$

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

$$E = C_6 - C_M = 1798,7 - 1120,3 = 678,4 \text{ грн./га.} \quad (8.7)$$

Таблиця 8.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Базовий агрегат	Модернізований
1. Продуктивність, га/год.	0,8	1,34
2. Питомі витрати палива, кг/га	10,75	8,65
3. Затрати праці, люд.год./га	1,25	0,75
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	1798,7	1120,3
в т.ч. – оплата праці з нарахуваннями	131,8	78,8
- амортизаційні відрахування	431,6	262,1
- затрати на ремонт і ТО	431,6	262,1
- затрати на ПММ	803,7	517,3
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	678,4
6. Річний економічний ефект, грн.	-	67840
7. Строк окупності затрат, років	-	1,9

У відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_B = \frac{678,4 \cdot 100}{1798,7} = 37,7 \%$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 100 га буде становити:

$$E_p = 678,4 \cdot 100 = 67840 \text{ грн.}$$

Окупність затрат на удосконалення збиральної машини визначаються за формулою:

$$E_o = \frac{Ц_M}{E_p} \quad (7.8)$$

$$E_o = \frac{15000}{67840} = 0,2 \text{ роки.}$$

Основні техніко-економічні показники, розраховані в проекті, приведені в таблиці 8.2.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На практиці в багатьох господарствах на збиранні цукрових буряків застосовуються вітчизняні машини для збирання гички і РКМ-6 чи КС-6 для збирання коренеплодів. Одним із напрямків вдосконалення коренезбиральних машин КС-6Б є удосконалення опорної рами двигуна для рівномірного розподілу навантаження на раму і зменшення її поломок в процесі роботи.

2. Аналіз науково-технічної літератури показує, що фізико-механічні характеристики цукрових буряків змінюються в великих межах і залежать від сорту, технології та умов вирощування, кліматичних умов. При цьому потенційна урожайність цієї цінної культури досить висока.

3. Удосконалена конструкція опорної рами двигуна дозволяє знизити затрати на ремонт і підвищити продуктивність збиральної машини. Проведені розрахунки дозволили визначити оптимальні параметри і рівномірний розподіл навантажень на раму двигуна.

4. Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані для проведення інструктажу на робочому місці перед початком збиральних робіт.

5. Економічний ефект від застосування удосконаленої машини на практиці становить 678,4 грн/га. Зниження затрат праці складає 0,5 люд.год/га. Затрати на виготовлення удосконаленого вузла до коренезбиральної машини окупаються за рік експлуатації машини.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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>.
2. Чи варто вирощувати цукровий буряк?// <https://aggeek.net/ru-blog/ukraintsi-siyut-tsukrovij-buryak>.
3. Маковей Ю. Як виростити та скільки можна заробити на цукровому буряку. - 25 січня 2024 р.// <https://kurkul.com/spetsproekty/1543-yak-virostiti-ta-skilki-mojna-zarobiti-na-tsukrovomu-buryaku--daydjest>.
4. Маковей Ю. Чи вигідний цукровий буряк - аналіз та підсумки сезону 2024. - 27 грудня 2024// <https://kurkul.com/spetsproekty/1684-chi-vigidniy-tsukroviy-buryak--analiz-ta-pidsumki-sezonu-2024>.
5. Опис та характеристика рослини цукровий буряк// <https://agrarii-razom.com.ua/plants/cukroviy-buryak>.
6. Буряк мігрує до лісостепу. 04.01.2011//<https://www.epravda.com.ua/news/2011/01/4/264734/>.
7. 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.
8. 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.
9. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
10. Карабиньош С., Новицький А., Сиволапов А. Бурякозбиральні машини та їх характеристики// Пропозиція. – № 11, 2011. с. 135-141.

11. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука.– К.: Грамота,2007.- 360 с.
12. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин. / Дніпропетровськ , 1999. – 204 с.
13. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
14. Землеробська механіка. Т.3. Аналіз і результати досліджень робочих органів машин для обробітку ґрунту/ Кобець А.С., Сокол С.П., Пугач А.М., і ін. – Дніпро, Пороги, 2022. – 408 с.
15. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001. - 384с.
16. 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.
17. Опір матеріалів під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973 р. – 672 с.
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. Охорона праці в агропромисловому комплексі: підручник/ Беліков А.С., Сухий К.М., Кобець А.С. і ін. – Дніпро, Журфонд, 2025. – 644 с.
20. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.