

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНИЙ
Завідувач кафедри агроінженерії та
технічного сервісу, к.т.н., професор
_____ І.В. Гунько
«____» _____ 2024 р.

РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проєкту
на тему «УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК
КОРЕНЕПЛОДІВ»
ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ

Виконав: студент групи АІ-20-2
Семчук Владислав Дмитрович

Керівник: к.т.н., доцент
_____ Спирін А.В.

2024 р.

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет**

**Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри АІ та ТС, к.т.н., професор

_____ І.В. Гунько

« _____ » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт**

студенту _____ *Семчуку Владиславу Дмитровичу*

на тему: Удосконалення конструкції очисника головок коренеплодів

затверджену наказом № 334 д від 11.09.2023 р.

Термін подання дипломного проєкту

на кафедру для попереднього захисту _____

Вихідні дані для проєкту

Вид роботи – удосконалення конструкції очисника головок коренеплодів.

Методичні вказівки для виконання бакалаврської роботи

Підручники і навчально-методичні посібники.

Наукові видання (монографії, книги, збірники, журнали, методики, матеріали ЦНТЕІ, тощо).

Технічна та довідникова література

Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Вступ.

1. Аналіз літературних джерел по технологіям збирання коренів і гички цукрових буряків.

2. Організація використання техніки при збиранні цукрових буряків.

3. Обґрунтування конструктивної схеми очисника головок коренеплодів і його розрахунки.

Висновки.

Список використаної літератури.

Додатки.

Перелік графічного матеріалу:

1. Доочисник головок коренеплодів (ВЗ)

2. Очисник, пристрій копіювальний, перо копіра (СК).

3. Деталювання

4. Операційно-технологічна карта

Завдання видано _____

Завдання прийняв до виконання _____ В.Д. Семчук
(підпис)

Керівник _____ А.В. Спирін, к.т.н., доцент
(підпис)

ЗМІСТ

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ПО ТЕХНОЛОГІЯМ ЗБИРАННЯ КОРЕНІВ І ГИЧКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.....	6
1.1 Огляд технологій збирання цукрових буряків.....	7
1.2 Огляд конструкцій машин для збирання гички.....	10
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ ПРИ ЗБИРАННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.....	18
2.1 Розробка технологічної карти на збирання цукрових буряків.....	18
2.2 Погодження роботи збирально-транспортного загону.....	23
2.3 Операційно-технологічна карта на зрізання гички.....	26
РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ І ЙОГО РОЗРАХУНКИ.....	35
3.1 Обґрунтування конструктивної схеми очисника головок коренеплодів і його будова.....	35
3.2 Енергетичний розрахунок до очисника головок коренів.....	37
3.3 Розрахунок пальця кріплення копіювального пристрою.....	40
3.4 Розрахунок на міцність пера копіра.....	44
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49
ДОДАТКИ.....	53

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення конструкції очисника головок коренеплодів			Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Семчук В.Д.								4	42
Перевір.		Спірін А.В.									
Реценз.											
Н. Контр.		Спірін А.В.									
Затверд.		Гуцько І.В.			ВНАУ гр. АІ-20-2						

ВСТУП

Найбільш трудомісткими, що потребують багато затрат енергії та грошових коштів, є операції збирання цукрових буряків. Вони включають: зрізання гички і її транспортування до місць силосування, очистка головок коренеплодів від залишків гички, викопування коренеплодів, очищення їх від землі та транспортування на завод чи вкладання в тимчасові кагати. Від своєчасного і якісного збирання цукрових буряків залежить повнота збирання вирощеного урожаю і технологічні якості сировини цукрових буряків.

Дослідження процесів збирання цукрових буряків показали, що втрати коренеплодів складають 10...15 % від біологічної урожайності. Крім того 40...60 % коренеплодів пошкоджуються робочими органами машин.

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

Основною з причин втрат та пошкоджень коренеплодів є недосконалість технологій збирання гички та робочих органів гичкозбиральних машин. Існуючою технологією передбачається проводити зрізання гички з головкою коренеплоду. При цьому майже всі коренеплоди травмуються, а валовий збір цукроносної маси зменшується на 10...15 %.

З метою усунення даних недоліків пропонується технологія, при якій гичка зрізається безкопірним способом вище рівня головки коренеплоду, а потім залишки гички видаляються спеціальним доочисником головок коренеплодів.

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ПО ТЕХНОЛОГІЯМ ЗБИРАННЯ КОРЕНІВ І ГИЧКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Цукровий буряк для виробництва цукру почали вирощувати на початку ХІХ століття. Вирощувався він в ті часи вручну. Розширення площ цукрового буряка привели в 20-30 рр. ХХ століття до розвитку засобів механізації для його вирощування. Це були переважно сівалки та підйомники. Обрізання гички проводилося, як правило вручну плоскими ножами. Були спроби механізувати процес обрізання гички за допомогою деяких пристосувань. Це був невеликих розмірів стіл з ножем, лезо якого вигнуто по профілю головки коренеплоду. Розробка парку машин по комплексній механізації процесу збирання гички почалось в кінці 40-х років. В 1948 р. випущено комбайн брального типу і обрізання гички проводилось в машині, тобто після викопування коренеплоду. Гичка після обрізання збиралась в спеціальному бункері або завантажувалась в спеціальний транспортний візок. Даний принцип роботи використовувався в послідуючих модифікаціях цих машин, а також в комбайнах КС-3, КСТ-2, КСТ-3.

В 1964 р. промисловість випустила комбайн СКН-2 з обрізанням гички на кореню. Пізніше був випущений комбайн СКД-2, котрий відрізнявся тим, що гичкозрізувальні та викопуючі органи розміщені послідовно, а не фронтально, як у СКН-2.

Важливим етапом в процесі розвитку бурякозбиральної техніки є створення комплексу машин для роздільного збирання, що складається із причіпної гичкозбиральної машини БМ-6 та самохідного коренезбирального комбайна КС-6.

Комплекс машин КС-6 і БМ-6 колективно розроблений СРСР, Німеччиною та Болгарією. З 1972 р машини цього типу поступають в господарства країн СРСР та інших країн Європи.

Перехід на випуск шестирядних машин для збирання цукрових буряків було завершено в кінці 70-х років. З цієї пори науково-дослідними установами проводяться роботи по вдосконаленню робочих органів і конструкцій

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

бурякозбиральних машин з метою створення більш досконалих, більш продуктивних машин.

До теперішнього часу назбиралось дуже багато пропозицій по вдосконаленню конструкцій бурякозбиральних машин.

1.1 Огляд технологій збирання цукрових буряків

Внаслідок тривалості процесу переробки цукрових буряків виникає необхідність зберігання частини сировини. Виходячи з цього розрізняють наступні типи технологій збирання урожаю цукрових буряків:

- потоковий - коренеплоди викопуються і зразу ж від коренезбирального комбайна відправляються на завод;
- перевалочний - сировина зберігається в господарстві і здається на завод безпосередньо перед переробкою;
- потоково – перевалочний - сировина зберігається певний час в господарстві в наслідок неможливого її транспортування на завод для переробки, проте зберігання не може бути тривалим із-за непридатності сировини до зберігання або неможливості його якісного проведення.

Дані способи мають свої переваги та недоліки і вибір того чи іншого проводять безпосередньо в господарстві виходячи із місцевих умов: відстань перевезення сировини до заводу, забезпеченість господарства транспортом, якість сировини і її придатність до зберігання і таке інше.

Значним чином на процес цукроваріння впливає вміст зеленої гички у воросі коренеплодів. Відомо, що гичка містить азотисті речовини, які шкідливо впливають на вихід цукру в процесі цукроваріння. Саме з цієї причини якість відокремлення гички від коренеплодів дуже важлива.

На теперішньому етапі розвитку відомо два основних напрямки механізації відокремлення гички від коренеплодів:

- відокремлення гички на пні (попередньо зрізається гичка, а потім викопується коренеплід);

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		7

- відокремлення гички в комбайні, тобто спочатку викопуються коренеплоди, а вже потім обрізається гичка.

Відокремлення гички на пні отримало широке розповсюдження завдяки кращій стабільності технологічного процесу.

Відокремлення гички в комбайні проходить при збиранні машинами брального типу. Необхідність такої операції, як вирівнювання головок в машині призводить до складності механізму вирівнювання, нестабільності процесу обрізання гички. Досить часто коренеплоди обриваються внаслідок різного стану гички. І крім того неможливо досягти необхідної чистоти відокремлення лише за рахунок одного обрізання, яке не забезпечує залишків гички в межах допустимої норми (5%) при оптимальних відходах цукроносної маси. Саме з цієї причини даний спосіб відокремлення гички від коренеплодів широкого застосування не здобув.

Спосіб зрізання гички на пні набув навпаки самого широкого розповсюдження і застосовується майже в усіх машинах для збирання гички проте з конструкторськими та технологічними змінами залежно від потреб та технічних вимог.

Серед найбільш поширених технологічних схем відокремлення гички цукрових буряків від головок коренеплодів можна виділити такі:

1. Зріз гички на фіксованій висоті (безкопінний зріз) активними роторними пристроями з послідуочим доочищенням головок коренеплодів гнучкими елементами.

2. Зріз гички на фіксованій висоті сегментним ножом, який рухається зворотно-поступальним чином, копіювання головок коренеплодів по висоті з наступним дообрізанням пасивним ножом. Доочищення гнучкими елементами.

3. Копіювання головки коренеплоду на висоті з послідуочим обрізанням гички з частотою головки. Доочищення одно - чи дводольними доочисниками головок коренеплодів.

На технологічні схеми гичкозбиральних машин значним чином впливає те, що відокремлену гичку збирають оскільки вона придатна на корм худобі. Проте існує і

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

спосіб коли зрізану гичку розкидають по полі в якості добрив. Це значно спрощує конструкцію машини і в свою чергу підвищує надійність роботи машини.

Головним недоліком відокремлення гички від головки коренеплодів є те, що одним зрізом чистота головок коренеплодів не забезпечується. Це призвело до застосування доочисників головок коренеплодів. Доочищення головок коренеплодів базується на принципі різниці у міцнісних властивостях гички та головки коренеплода. Можливості щодо конструювання доочисників головок коренеплодів та технологічного процесу їх роботи дуже широкі.

Значного розповсюдження набули одно - та двовальні доочисники із гумовими чи гумометалічними робочими органами, котрі рухаються вздовж рядка і обертаються в протилежний бік руху агрегату. Основна складність доочисників полягає в тому, що висота головки коренеплода знімається, а залишковий запас міцності зв'язку гички з коренеплодом досить великий. З іншого боку, якщо зусилля робочого органу доочисника буде великим це призведе до вибивання коренеплодів та їх пошкодження.

Доочисники головок коренеплодів можна застосовувати, як в агрегаті із гичкозрізувальною машиною так і окремо.

Для порушення зв'язку коренеплодів із ґрунтом безпосередньо перед викопуванням проводять глибоке рихлення міжрядь, проте якщо ґрунти сипучі, то цього можна і не робити.

Викопування коренеплодів проводиться за наступними технологіями:

1. Підкопування і забір коренеплодів викопуючими органами та передача їх на сепаруючі робочі органи. Після очищення коренеплодів від землі вони направляються в бункер - накопичувач чи в поруч їдучий транспортний засіб.

2. Підкопування та вкладання коренеплодів в валок з послідуочим підбиранням спеціальним підбирачем.

Коли забрудненість вороху коренеплодів землею значна, то віддають перевагу другому способу. В цьому випадку коренеплоди краще перетрушуються, підсихають і очищаються від землі. Хоча конструкція викопуючої машини при цьому значно

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

простіша, ніж у першому випадку, до неї додається підбирач коренеплодів, який має складну будову.

Підбирач потрібний і тоді, коли збирання проводиться перевалочним чи потоковоперевалочним способом.

Викопування коренеплодів цукрових буряків проводиться самохідними машинами.

Технологічний процес роботи всіх викопуючих машин майже аналогічний. Основною відмінністю даних машин є конструктивні особливості робочих органів. Загалом викопуючі органи за своєю конструктивною схемою поділяються на наступні типи: лемішні, ротаційні (дискові), вібраційні та комбіновані.

Серед існуючих типів викопуючих робочих органів найбільш універсальними вважаються (дискові). Саме вони набули широкого застосування.

1.2 Огляд конструкцій машин для збирання гички

До вітчизняної гичкозбиральної техніки відносяться машини БМ-6 та модернізована БМ-6А, а також одно- та двовальні очисники.

Машини БМ-6 і БМ-6А аналогічні і відрізняються лише тим, що друга простіша за конструкцією і надійніша в роботі. Гичкозбиральна машина призначена для зрізання гички перед викопуванням коренеплодів із землі. Використовується в основній зоні буряківництва на посівах буряків з міжряддями 45 см. Агрегатується з тракторами класу 1,4 і 2. Робочі органи машини розділено на два потоки, кожний із яких обрізає гичку з трьох рядків і транспортує її на поперечний транспортер, який вивантажує гичку в поруч їдучий транспортний засіб. Привід робочих органів від ВВП трактора. В транспортне положення машина переводиться за допомогою гідроциліндрів. Робоча швидкість 5-9 км/год [18].

Дана машина загалом задовольняє стандартні вимоги, що ставляться до очищення гички, проте в певних випадках можливі відхилення від заданих параметрів. Так, наприклад, при розташуванні головок коренеплодів на рівні ґрунту, або нижче рівня ґрунту, неможливий зріз в зоні вічок, а поширений зріз призводить

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

до збільшення кількості залишків гички у воросі коренеплодів. Опускання ножа на рівень ґрунту призводить до забруднення гички землею, а ножі швидко затупляються, що в свою чергу погіршує якість обрізання. При безкопінному зрізі відходи цукроносної маси зменшаться проте забрудненість вороху коренеплодів залишками гички збільшиться, тому при будь-якому способі важлива правильна організація роботи та технологічного процесу.

Як показали дослідження етапів розвитку механізованої технології збирання цукрових буряків і гички зокрема, загальна тенденція розвитку механізації процесів буряківництва аналогічна в усіх бурякосіючих країнах. Є звичайно свої відмінності, як в конструкціях машин, так і в схемі технологічного процесу.

В більшості західноєвропейських країнах з розвинутим виробництвом цукрових буряків рівень механізації збирання перевищує 95%. Найбільш широко використовується техніка представлена одно -, дво -, багаторядними комбайнами, як причіпними, так і самохідними. Для дво - і трифазного збирання використовується комплекс машин. Найбільше поширення отримали дворядні бункерні комбайни для однофазного збирання, а також шестирядні машини.

В Австрії, Німеччині, Швейцарії переважають одно - і трирядні машини. В Німеччині до 80-х років парк бурякозбиральних машин в основному був представлений однорядними бункерними комбайнами, які збирали 80% всього урожаю цукрових буряків в країні. На даний час розширяється використання трьох рядних машин марки "Шматцер Р-3". Це самохідний комбайн з бункером на 6 т коренеплодів. Він обладнаний роторним очисником головок коренеплодів. Крім того визначне місце займають шестирядні машини.

В Франції близько 90 % цукрових буряків викопується шестирядними машинами. Переважно це шестирядні комбайни і агрегати, що одночасно збирають гичку і коренеплоди з їх завантаженням в транспортний засіб чи накопиченням в бункері. Процес обрізання гички в комбайнах фірми "Мотро" протікає наступним чином: ротор з горизонтальною віссю обертання і шарнірно закріпленими ножами попередньо подрібнює високо обрізану гичку, потім пасивний ніж з гребневим

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		11

копіром проводить дообрізання, а далі розміщені еластичні лопаті доочищають головки коренеплодів (рис.1.1). Обрізання гички в машинах фірми “Еріо” відрізняється лише тим, що за горизонтальним валом з ножами розміщено доочисник з (ножами) еластичними, а вже потім пасивний ніж з гребінчастим копіром. Аналогічні робочі органи застосовуються і на машинах фірми “Морро”.

В Великобританії застосовують одно -, три -, п'яти - та шестирядні машини. Переважно використовують трирядні з фронтальною навіскою копача.

Гичкозрізувальний пристрій представляє собою ніж попереднього зрізу за яким розміщені послідовно пристрій для доочищення та копіюючий пристрій з ріжучим апаратом роторного типу (робоча частина має профіль головки коренеплоду). Гичка подрібнюється і розкидається по полі.

В Голландії найпоширеніший комбайн для збирання коренеплодів “VICON”. Даний комбайн призначений для збирання урожаю цукрових буряків. Він же попередньо зрізає гичку.

Зрізаючі і викопуючі робочі органи розташовані фронтально. Зрізаючий апарат являє собою активний копір, далі іде пасивний ніж, а за ним доочисник головок коренеплодів роторного типу. Для збирання коренеплодів наявний бункер на 3,5 т.

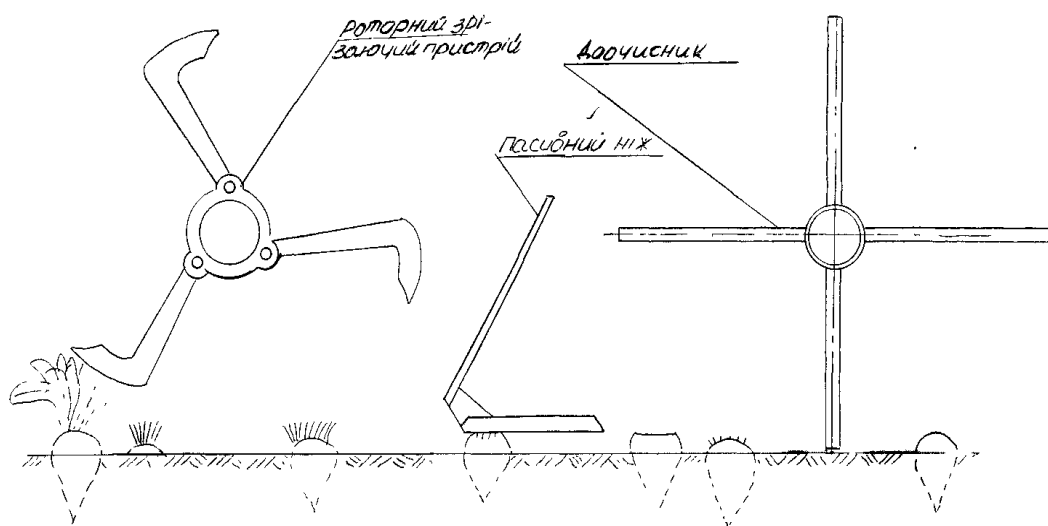


Рис. 1.1. Принципова технологічна схема роботи гичкозбиральної машини фірми “MOTRO” Франція

						ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата			12

В США останнім часом розробляються машини, ширина яких складає 6 рядків. Найпоширеніший комбайн фірми “PARMA”. Ширина захвату його 6 рядків, буряки збираються в бункер-накопичувач.

Найбільш поширеним в Швеції є самохідний шестирядний комбайн А-500 фірми ”Volvo”. Гичка та коренеплоди вкладаються у валок. Валок здвоєний з 12 рядків, який підбирається спеціальним навантажувачем. Зрізана гичка забирається шнеком. Очисник даного комбайна являє собою набір бичів, що коливаються з частотою 600 ударів за хвилину та амплітудою 160 мм.

В Чехії застосовують техніку на збирання цукрових буряків аналогічну як, в країнах пострадянського простору. Проте з деякими модифікаціями (рис 1.2).

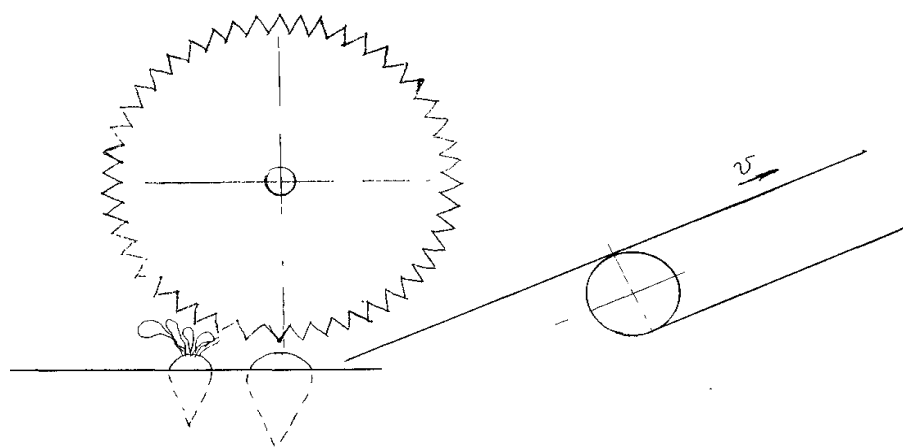


Рис. 1.2. Схема робочих органів машини 6 – ОCS(Чехія)

Ефективність роботи гичкозбиральних машин значною мірою залежить від якості зрізання гички. Однак в зв'язку з механізацією формування густоти насаджень, що в свою чергу погіршує рівномірність розподілу коренеплодів в рядку, інколи одним зрізом не вдається досягнути необхідної якості обрізання гички особливо на підвищених робочих швидкостях.

Саме з цієї причини для доочищення головок коренеплодів застосовують спеціальні доочисники. Процес доочистки головок коренеплодів являється важливою проблемою, вирішення якої дозволять зменшити відходи цукроносної маси,

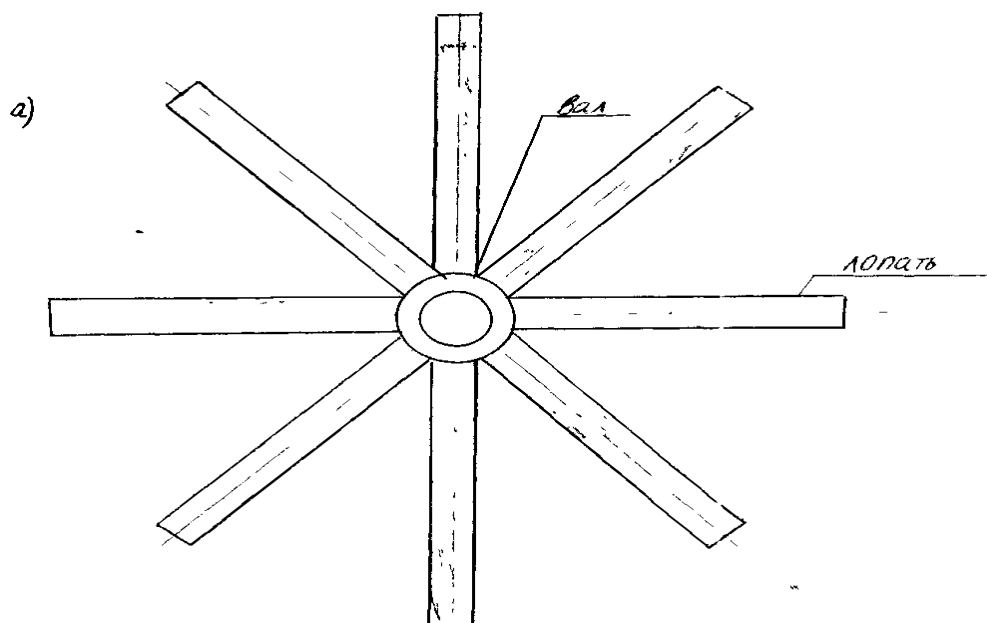
					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		13

виключити відходи ручної праці на доочищення, зменшити кількість гички у воросі коренеплодів, що прямо впливає на вихід цукру.

Аналіз літератури показує, що на даний час в нашій країні і за кордоном застосовуються доочисники головок коренеплодів різних конструкцій і принципів роботи. Вся різноманітність доочисників класифікується за типом робочих органів (доочищувальних елементів) та за напрямком їх відносного руху.

Найбільше розповсюдження здобули доочисники з роторним робочим органом, який обертається в протилежну руху машини сторону. Вал з робочими органами розташовується перпендикулярно до рядків. Основним недоліком даних доочисників є те, що лопаті (рис. 1.3) обертаючись входять в контакт із ґрунтом і на тертя по ґрунту витрачається велика потужність. Крім того при високому виступанні головки коренеплоду можливе вибивання його із ґрунту.

Очисники даного типу використовуються майже в усіх бурякосіючих країнах з різними модифікаціями робочих органів (лопатей). Основною ж їх перевагою є те, що свою працездатність вони зберігають і на підвищених швидкостях, а при встановленні вала під кутом і видаляють рештки.



					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		14

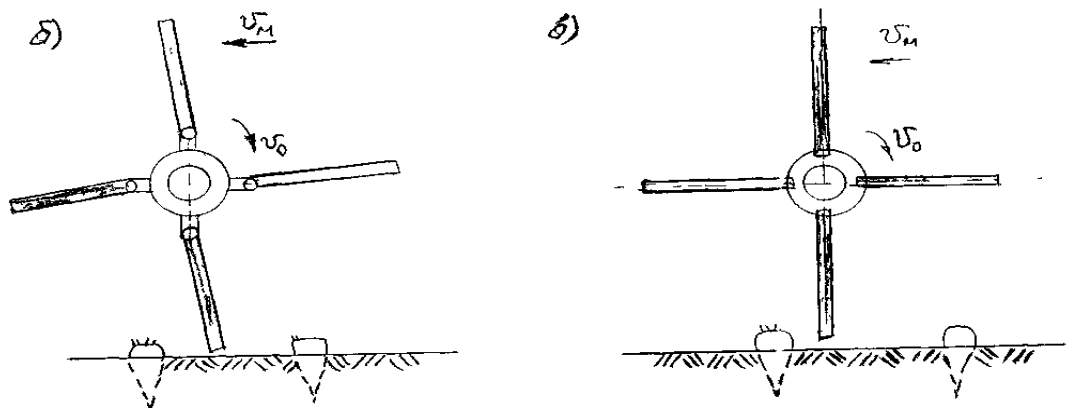


Рис. 1.3. Робочий орган лопатевого очисника а, б, в – модифікації

Інші види конструкцій отримали обмежене застосування. У Німеччині велись розробки по створенню очисників з комбінованим рухом (коливального типу). Проте із-за низької надійності в роботі дані робочі органи (рис. 1.4) не були впровадженні в виробництво.

Були спроби і розташувати вал з очисними лопатями і вздовж рядків, проте збільшення рядності збиральних машин зробило конструкцію недоцільною.

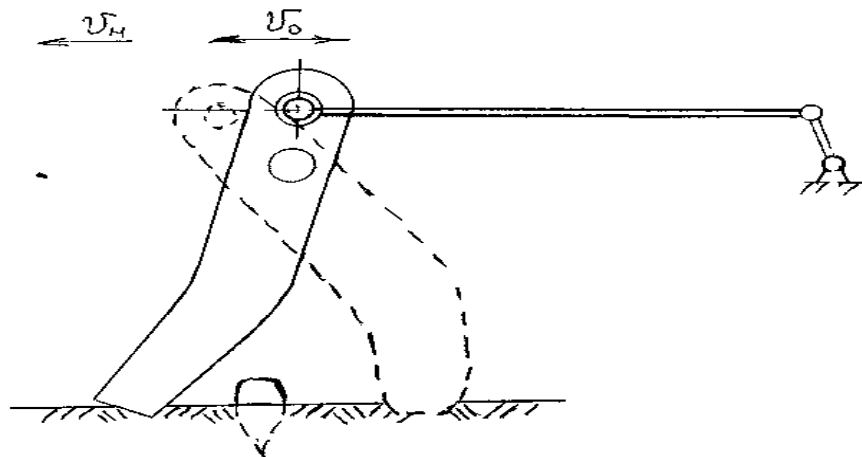


Рис. 1.4. Схема робочого органу очисника коливального типу

Достатньо широкого розповсюдження набули очисники роторно-гвинтового типу (рис. 1.5), які також видаляють рештки гички з рядка, проте при підвищених швидкостях даного типу очисників являється пошкодження коренеплодів і навіть їх вибивання з рядка.

						ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата			15

Очисник з робочими органами, які представляють собою набір дисків з зубчатою робочою поверхнею і пасивним копіром (рис. 1.6) ковзаючого типу за результатами досліджень показав низьку якість очистки при значних пошкодженнях коренеплодів.

За розташуванням в технологічній схемі переважний розвиток отримало встановлення очисника за гичкозрізувальними робочими органами машини.

В самохідних комбайнах для збирання коренеплодів очисник розміщується між гичкозрізуючими і викопуючими робочими органами. Основний тип кріплення робочих елементів до корпусу очисника – шарнірний, проте існують конструкції з жорстким кріпленням очисних елементів, що значно спрощує конструкцію і підвищує її надійність. Проте в цьому випадку зростає кількість пошкоджених коренеплодів.

Для якісного збирання коренеплодів важливо, щоб очисники не лише очищували головки коренеплодів, а і видаляли рештки гички з рядків на зібрану частину поля

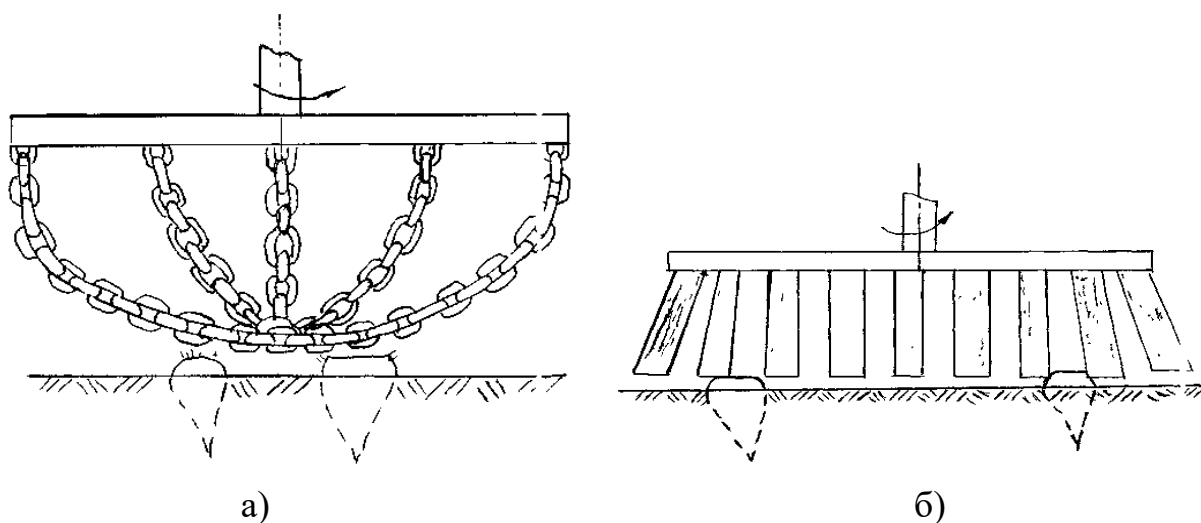


Рис. 1.5. Робочі органи очисників з вертикальною віссю обертання
(а – лопатевий, б – ланцюговий)

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		16

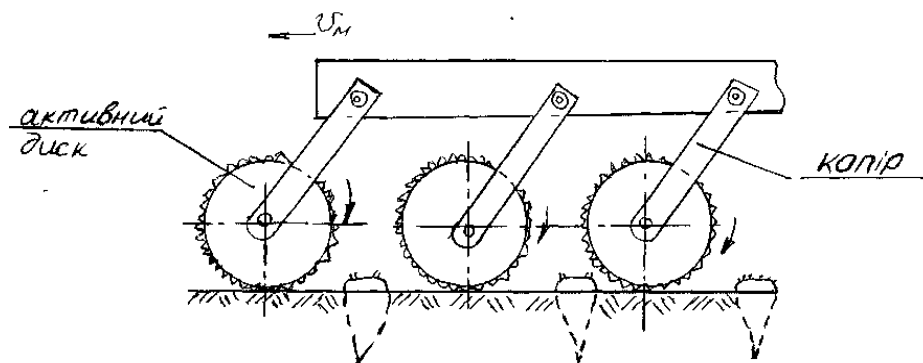


Рис. 1.6. Робочі органи доочисника

. З цією метою були розроблені роторні очисники, вал яких розміщено під кутом до осі рядка (БМ – 6, БМ – 6А).

За типом приєднання очисника до машини переважно поширення набули причіпні та начіпні очисники. Привід таких очисників комбінований: редуктори, кардани, ланцюги і паси.

Велика різноманітність очисників і принципу їх дії вказує на те, що ще не визначилась конструкція, яка б в повній мірі задовольнила тим вимогам, що пред'являються до очисників.

В якості основного критерію оцінки ефективності роботи очисника прийнято залишкову кількість зв'язаної з коренеплодами гички.

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		17

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ ПРИ ЗБИРАННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

2.1 Розробка технологічної карти на збирання цукрових буряків

Для покращення використання техніки та підвищення якості організації робіт складають технологічні карти, які є основними документами на планування і проведення сільськогосподарських робіт.

В технологічній карті розрізняють вступну частину і три групи показників та заключну частину. Вступна частина містить вихідні дані та характеристику умов роботи. Три групи показників характеризують безпосередньо сам процес збирання та техніку, необхідну для його проведення. В заключній частині за даними попередніх розрахунків встановлюється витрата палива, об'єм робіт в умовних еталонних гектарах, затрати праці та прямі експлуатаційні затрати, всього по всіх операціях, на весь об'єм робіт, на 1 га площі та одиницю продукції.

Приведемо приклад розрахунку технологічної карти.

В графі 1 вказується номер операції згідно послідовності виконання.

В графі 2 перераховуються всі сільськогосподарські роботи, котрі необхідно провести зокрема для якісного збирання цукрових буряків та для полегшення викопування коренеплодів проводять глибоке рихлення міжрядь. Цим порушується зв'язок коренеплодів із землею. Дану операцію проводять до зрізання гички або після нього. Доцільніше це рихлення міжрядь проводити до зрізання гички так як при цьому із міжрядь видаляються (якщо вони є) бур'яни і цим самим зменшується забрудненість гички. Рихлення міжрядь проводять за допомогою агрегату, до складу якого входять трактор Т-70 С із шириною гусениць 300 мм та універсальний культиватор УСМК-5,4 А.

Щоб запобігти утворенню грудок рихлення проводять ярусним способом, стрільчатими лапами (рис 2.1).

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		18

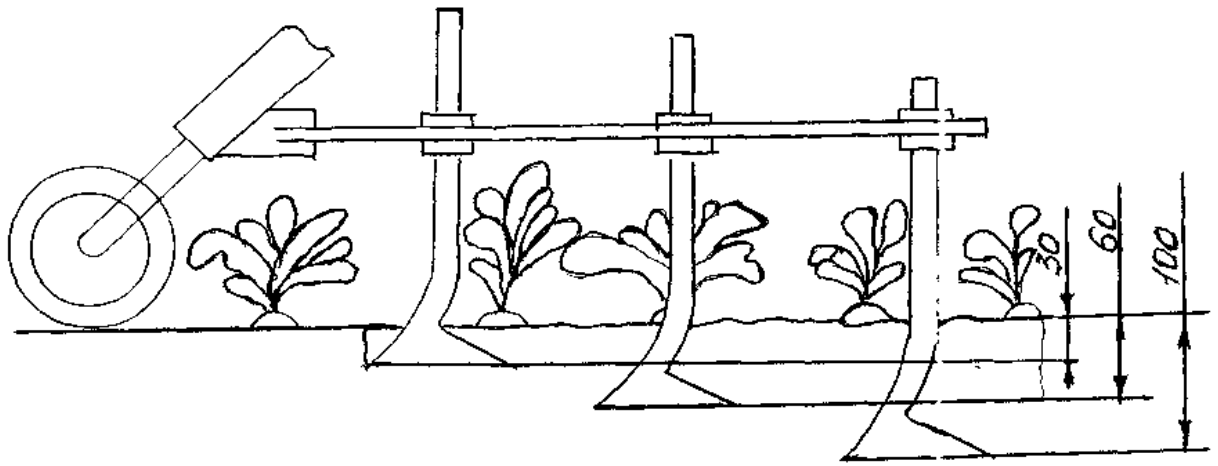


Рис. 2.1. Схема розташування стрільчатих лап на секції культиватора УСМК- 5,4 А

Після рихлення міжрядь видаляють з поля бур'яни, що залишились (в рядках), а також рослини цукрових буряків, що зацвіли, наявність яких у воросі коренеплодів погіршує її якість.

Для попередньої технологічної наладки робочих органів збиральних машин необхідно провести агротехнічну оцінку поля, визначити урожайність коренеплодів і гички, ширину міжрядь, розміри і масу коренеплодів, положення головок коренеплодів відносно поверхні ґрунту, бокові відхилення від осьової лінії рядків.

Біологічну урожайність коренеплодів і гички та густоту посівів визначають наступним чином. На полі беруть проби в 13 точках. Забрані, коренеплоди очищають від землі, гичку зрізають так, щоб діаметр зрізу на головці коренеплоду складав близько 3 см. Видаляють також хвостову частину коренеплода діаметром зрізу не більше 1 см. Коренеплоди і гичку зважують окремо. За масою коренеплодів (гички) всіх проб визначають біологічну урожайність за формулою:

$$Y_6 = Y/13 * 10, \quad (2.1)$$

де Y – загальна маса коренеплодів чи гички з усіх залікових потреб, кг;

10 – коефіцієнт переведення.

Для визначення залікової урожайності від біологічної віднімають допустимі за агровогомаги відходи цукроносної маси коренеплодів у гичку і загальні втрати – загалом до 10%.

Біологічну і залікову урожайність коренеплодів та гички визначають на

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		19

однометрових ділянках рядків. Місце знаходження точок взяття проб визначають по картах-схемах полів сівозміни і переносять в натуру на бурякове поле.

Точки(місця) взяття проб на полі визначають так (рис. 2.2).

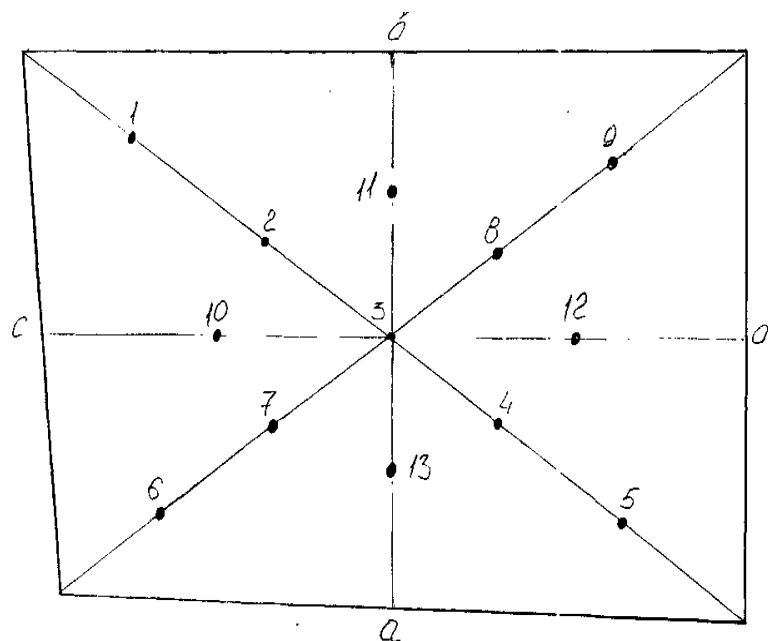


Рис. 2.2. Схема розміщення на полі місць взяття проб для визначення біологічної урожайності цукрових буряків.

Крайні 1, 5, 6, 9 на діагоналях розташовані на відстані 70 м від кутів поля;

Точки 2, 4, 7, 8 – діленням на 2 відстані від точки 3 (перетин діагоналей) до крайніх точок на них;

Точки 10, 11, 12, 13 – діленням довжини осьових ліній (ав, cd) на чотири.

Для розвороту агрегатів збирають буряки із поворотних смуг та кінцевих ділянок. Ширина поворотних смуг 21,6 м (4 проходи 12-рядної сівалки) і кінцевих ділянок 20м. Після збирання буряків на поворотних смугах поле розбивають на загінки по 240 рядків. Для проходу транспортних агрегатів з кожної сторони загінки збирають по 6 рядків (рис. 2.3).

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата

ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ

Арк.

20

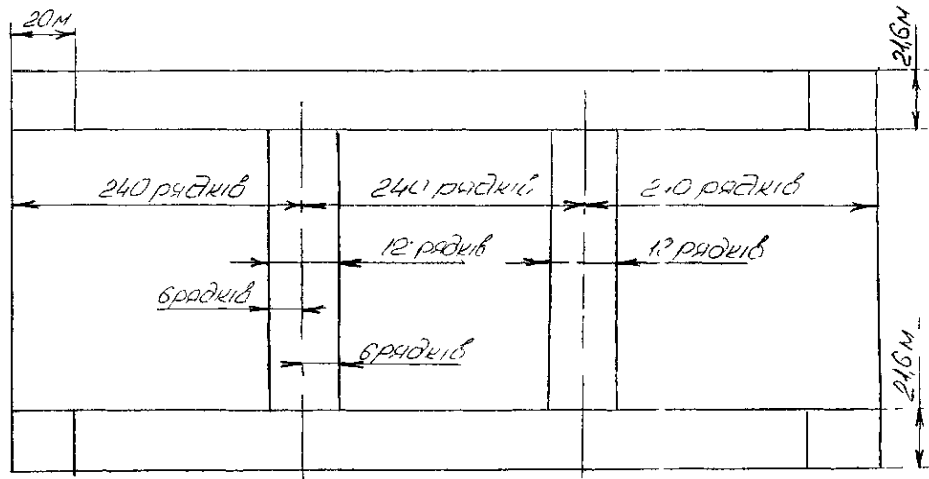


Рис. 2.3. Схема розбивки поля на заїнки

Після проведення всіх підготовчих операцій іде масове зрізання гички. Гичку відвозять до місця силосування де трактором ДТ – 75М трамбують у силосній ямі. Зрізають гичку з допомогою машини БМ – 6А в агрегаті з трактором Т – 6Б.

Збирають коренеплоди поточковим способом з використанням комплексу машин в складі збирально-транспортних загонів. При застосуванні поточково-перевалочного способу збирання весь зібраний урожай цукрових буряків на протязі доби необхідно вивезти на завод. Недотримання цього призводить до значних втрат урожаю. З цієї ж причини буряк вкладають на спеціальні перевалочні площадки довжиною не менше 40 м і шириною 6...8 м. З перевалочних площадок навантажувачем СПС – 4,2 підбирають буряк і навантажують його на автомобільний транспортний засіб і відправляють на завод.

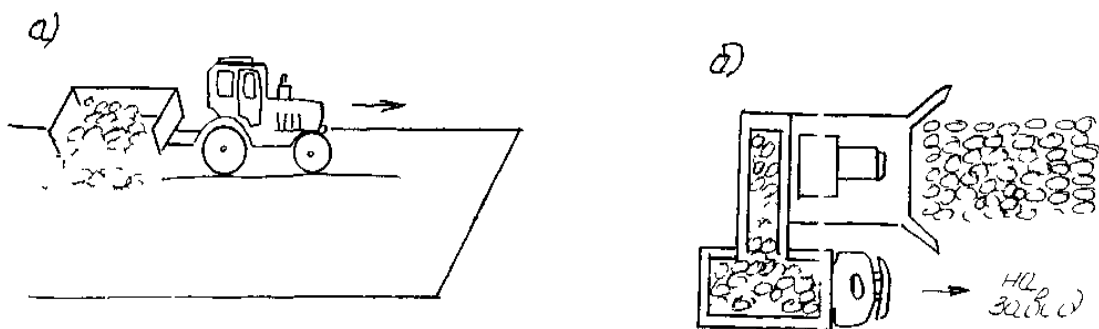


Рис. 2.4. Вкладення коренеплодів на перевалочні площадки (а) і навантаження їх із польових кагатів (б).

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата

В третій графі вказують агровимоги на виконання даної операції.

Розрахунок подальших граф проведемо на прикладі однієї із операцій (першої).

Об'єм робіт: необхідно зрихлити міжряддя на заданій площі – 300га.

Термін виконання: за нормативними даними (100 га буряків) рихлення проводять з 10.09 по 16 09, тобто 6 днів [16], при тривалості робочого дня 10 год [16].

Агрегат Т – 70С + УСМК – 5,4А складається з 1 трактора і 1 культиватора і при робочій швидкості його продуктивність 2 га/год [16]. Продуктивність за зміну в цьому випадку:

$$W_{зм} = 7W_{ujl},$$

$$W_{зм} = 7*2=14 \text{ га/зм}$$

Оскільки робочий день складає 10 год., то

$$W_{день} = 10*W_{год},$$

$$W_{день} = 10*2=20 \text{ га/день}$$

Даний агрегат працює 6 днів, тому

$$W_{агротермін} = 6* W_{день},$$

$$W_{агротермін} = 6*20 = 120 \text{ га/агротермін.}$$

Витрата палива трактора згідно [18]

$$\rho_{га} = \frac{G_T K_T T_{зм} * \tau}{W_{зм}}, \quad (2.2)$$

де G_T - погодинна витрата палива, $G_T = 12,5$ кг;

K_T - коефіцієнт, що враховує умови роботи. $K_T = 0,82$;

$T_{зм}$ - тривалість зміни $T_{зм} = 7$ год;

τ - коефіцієнт використання часу зміни, $\tau = 0,6$;

$$\rho_{га} = \frac{12,5 * 0,82 * 7 * 0,6}{14} = 3,56 \text{ кг}$$

Витрата палива на весь об'єм робіт визначається, як добуток об'єму робіт на погектарну витрату палива.

Кількість агрегатів на виконання даної операції згідно [18]

$$M = \frac{7 * U}{D_p * T_d * W_{зм}}, \quad (2.3)$$

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

де U – об’єм робіт, $U = 300$ га (графа 4);

D_p - кількість робочих днів, $D_p = 6$ (графа 7);

T_o - тривалість робочого дня, $T_o = 10$ (графа 8);

$$M = \frac{7 * 300}{6 * 10 * 14} = 2,5.$$

Оскільки кількість агрегатів може бути лише ціле число, округлюємо його до більшого $M = 3$. Згідно граф 11 та 12 культиваторів – 3, трактористів-машиністів – 3, допоміжний персонал – непотрібен.

Кількість годин роботи одного агрегату визначаємо, як добуток кількості днів роботи агрегату (графа 7) на тривалість робочого дня (графа 8).

Об’єм робіт в умовних еталонних гектарах визначається, як добуток кількості годин роботи одного агрегату, кількості агрегатів та перевідного коефіцієнта, який показує скільки умовних еталонних тракторів в одному агрегаті.

Затрати праці (графа 25) згідно [18]

$$Z_n = \frac{(M_1 + M_2) * 7}{W_{зм}}, \quad (2.4)$$

де M_1 і M_2 – кількість людей, що обслуговують агрегат $M_1 = 3$, $M_2 = 0$.

$$Z_n = \frac{(3+0) * 7}{14} = 1,5 \text{ люд} / \text{год}.$$

Затрати праці на весь об’єм робіт визначається, як добуток затрат праці на одиницю роботи і обсяг робіт (графа 4).

Після завершення всіх розрахунків по роботах, включених в технологічну карту складається заключна частина. Підбивається загальна сума витрат палива, праці та експлуатаційних затрат. Далі визначаємо затрати на 1 га площі, поділивши на 300 і на 1т продукції, розділивши затрати на 1га на урожайність.

2.2 Погодження роботи збирально – транспортного загону

Збирання цукрових буряків проводиться потоково - перевалочним способом комплексом машин з груповим їх використанням в складі збирально – транспортних ланок. Основна проблема технологічного процесу полягає в тому, що гичку і

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

коренеплоди необхідно постійно відтранспортувати від збиральних агрегатів. Інакше порушується схема збирання, агрегати простоюють, що зменшує їх продуктивність і збільшує затрати. Саме тому в даному випадку дуже важлива правильна організація робіт і їх погодження між собою. Це допоможе з одного боку запобігти непередбачених простоїв агрегатів, і з другого – раціонального їх використання.

Графік погодження будується таким чином, щоб момент навантаження зібраною продукцією одного транспортного засобу був в наявності вільний транспортуючий агрегат. Це забезпечить безперебійну роботу збиральних машин. Крім погодження збирально – транспортуючих ланок необхідно враховувати і те, що комбайн КС-6Б не може розпочати роботу разом із гичкозрізувальною машиною БМ-6А, а робоча швидкість його більша. Щоб запобігти простою необхідно врахувати час випередження гичкозрізувального агрегату.

Продуктивність за зміну БМ-6А складає 5,6 га/зм. Склавши пропорцію знайдемо, що КС-6Б цю саму площу збере не за 7 год., а за 6,45 год., тобто на 27 хв. раніше (при умові умовного розпинання в один і той же час). Тому час (мінімальний) випередження буде складати 27 хв. Проте при такій умові після 7 год машина і комбайн можуть опинитись на одному місці, в одній точці, що не можливо. Тому додаємо ще 3 хв. запасу. Отже $t_{\text{зміщення}}$ роботи комбайна складатиме 30 хв.

Дані обраховуємо, час заповнення транспортуючого засобу 2ПТС-4 гичкою та коренеплодами

$$t_{\text{нап}} = \frac{K_v * V_{\sigma} * \gamma * 600}{U * B_p * g_p}, \quad (2.9)$$

де K_v – коефіцієнт, що враховує можливі холості повороти на короткочасні зупинки, $K_v = 1,1$;

V_{σ} - об'єм кузова транспортуючого засобу, $V_{\sigma} = 5\text{м}^3$

γ - питома вага відповідно гички і коренеплодів, $\gamma_2 = 0,4\text{т/м}^3$, $\gamma_{\sigma} = 0,7\text{т/м}^3$;

B_p – робоча ширини захвату, $B_p = 2,7\text{м}$;

g_p - робоча швидкість руху, $g_p = 6,56\text{км/год}$ для БМ-6А і $g_p = 7\text{ км/год}$ для

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		24

КС-6Б.

Отже, час наповнення одного 2ПТС-4 становитиме:

$$t_{\text{нап}}^{\text{гич}} = \frac{1,1 * 5 * 0,4 * 600}{15 * 2,7 * 6,56} = 5 \text{ хв}$$

$$t_{\text{нап}}^{\text{бур}} = \frac{1,1 * 5 * 0,7 * 600}{25 * 2,7 * 7} = 6 \text{ хв}$$

Тривалість робочого циклу обраховується за формулою :

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{нап}} + t_{\text{пер}}, \quad (2.10)$$

де $t_{\text{нап}}$ – час наповнення

$t_{\text{пер}}$ – час зміни транспортних засобів,

$$t_{\text{пер}} = 2 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{ц}}^{\text{г}} = 5 + 2 = 7 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ц}}^{\text{б}} = 6 + 2 = 8 \text{ хв}$$

Тривалість робочого циклу транспортуючих засобів

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{р}} + t_{\text{нап}} + t_{\text{розв}}, \quad (2.11)$$

де $t_{\text{р}}$ – час перевезення вантажу [8]

$t_{\text{розв}}$ – час на розвантаження транспортного засобу

Час перевезення вантажу визначається за формулою: [8]

$$t_{\text{р}} = \frac{60 * \ell_{\text{в}}}{\mathcal{G}_{\text{т}} * a_{\text{п}}}, \quad (2.12)$$

де $\ell_{\text{в}}$ – відстань перевезення вантажу відповідно для гички та коренеплодів;

$$\ell_{\text{в}} = 2 \text{ км і } \ell_{\text{в}} = 1 \text{ км. ;}$$

$$\mathcal{G}_{\text{т}} \text{ – транспортна швидкість агрегату, згідно [3] } \quad \mathcal{G}_{\text{т}} = 15 \text{ км/ год.};$$

$a_{\text{п}}$ – коефіцієнт використання пробігу, $a_{\text{п}} = 0,5$.

$$t_{\text{р}}^{\text{г}} = \frac{60 * 2}{15 * 0,5} = 16 \text{ хв}$$

$$t_{\text{р}}^{\text{б}} = \frac{60 * 1}{15 * 0,5} = 8 \text{ хв}$$

Часом розвантаження гички можна знехтувати із-за малої величини.

Час розвантаження буряків $t_{\text{розв}}^{\text{б}} = 2 \text{ хв.}$, до розвантаження проводиться із формуванням кагатів.

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Тоді

$$t_{ц}^2 = 16+5=21 \text{ хв.}$$

$$T_{ц}^6 = 8+2+6 = 16 \text{ хв.}$$

Зробивши дані обрахунки будуємо графік погодження роботи збирально – транспортуючої ланки.

На графік наносимо шкалу часу зміни (в хв) , значення розрахованих параметрів, номера та назви агрегатів, що входять до збирально – транспортної ланки.

2.3 Операційно-технологічна карта на зрізання гички

Операційно - технологічна карта являється доповненням до технологічної карти і розраховується на конкретну операцію. Вона є планом проведення конкретних робіт, що безпосередньо складають дану операцію.

Для отримання вихідних даних до подальших розрахунків записують вихідні умови роботи. Далі іде підготовка агрегату до роботи (див. Додаток 1).

Далі проводимо розрахунок МТА та вибір режимів його роботи за методикою представленою в [18].

Згідно агротехнічних вимог машина БМ-6А в агрегаті з трактором Т-10С може працювати в інтервалі швидкостей 5...9 км/год.

За тяговою характеристикою визначаємо, що в даний інтервал входить три передачі:

$$IV - g_p = 5,25 \text{ км/год} = 1,45 \text{ м/с}, P_{кр} = 27,8 \text{ кН};$$

$$V - g_p = 6,38 \text{ км/год} = 1,77 \text{ м/с}, P_{кр} = 23,7 \text{ кН};$$

$$VI - g_p = 7,35 \text{ км/год} = 2,04 \text{ м/с}, P_{кр} = 20,4 \text{ кН.}$$

Розраховуємо тяговий опір машини:

$$R_m = K_n * V_p + G_m * \frac{i}{100}, \quad (2.13)$$

де K_n - коефіцієнт, що враховує опір переміщенню машини по полі, кН/м ($K \approx 3$).

V_p - робоча ширина захвату агрегату, $V_p = 2,7$ м;

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		26

G_M - вага машини, $G_M = 35,3$ кН.

Визначаємо коефіцієнт K_H за формулою:

$$K_H = K_0 * [1 + (\vartheta_p - \vartheta_0) * \frac{\Delta C}{100},] \quad (2.14)$$

де K_0 - питома тягове зусилля, $K_0 = 3$ кН/м ;

ϑ_p - робоча швидкість руху агрегату, км/год;

ϑ_0 - розрахункова швидкість руху агрегата, $\vartheta_0 = 5$ км/год;

ΔC - темп наростання тягового зусилля, $\Delta C = 3\%$.

$$K_{HIV} = 3 * [1 + (5,25 - 5) * \frac{3}{100}] = 3,023 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$K_{HIV} = 3 * [1 + (6,38 - 5) * \frac{3}{100}] = 3,124 \text{ кН/м}$$

$$K_{HVI} = 3 * [1 + (6,35 - 5) * \frac{3}{100}] = 3,212 \text{ кН/м}$$

Тоді

$$R_{MIV} = 3,023 * 2,7 + 35,3 * \frac{3}{100} = 9,25 \text{ кН}$$

$$R_{MIV} = 3,124 * 2,7 + 35,3 * \frac{3}{100} = 9,52 \text{ кН}$$

$$R_{MVI} = 3,212 * 2,7 + 35,3 * \frac{3}{100} = 9,76 \text{ кН}$$

Розраховуємо загальний опір агрегату

$$R_a = R_M + P_{пр}, \quad (2.15)$$

де $P_{пр}$ – величина сили тяги, що передається через ВВП трактора на привід машини, кН.

$$P_{пр} = \frac{0,159 * N_{ВВП} * i_T * \eta_{мг}}{r_k * n_n * \eta_{ВВП}}, \quad (2.16)$$

де $N_{ВВП}$ - потужність, що передається через ВВП трактора, згідно [20] $N_{ВВП} = 21$ кВт.

$\eta_{мг}$ - комплексний к.к.д. механічних передач, $\eta_{мг} = 0,87$;

$\eta_{ВВП}$ - механічний к.к.д. ВВП, $\eta_{ВВП} = 0,95$;

n_n - номінальна частота обертів колінчатого вала двигуна, $n_n = 35 \text{ с}^{-1}$;

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		27

r_k - радіус кочення, для гусеничного трактора $r_k = r_o = 0,326$ м - радіус початкового кола ведучих зірочок;

i_T - передаточне число трансмісії трактора, відповідно до передач.

IV - $i_T=45,8$; V - $i_T=38,7$; VI - $i_T=33,1$.

Тоді

$$P_{прIV} = \frac{0,159 * 21 * 45,8 * 0,87}{0,326 * 35 * 0,95} = 12,27 \text{кН}$$

$$P_{прV} = \frac{0,159 * 21 * 38,7 * 0,87}{0,326 * 35 * 0,95} = 10,37 \text{кН}$$

$$P_{прVI} = \frac{0,159 * 21 * 33,1 * 0,87}{0,326 * 35 * 0,95} = 8,87 \text{кН}$$

Звідки:

$$R_{aIV} = 9,25 + 12,27 = 21,52 \text{кН}$$

$$R_{aV} = 9,52 + 10,37 = 19,89 \text{кН}$$

$$R_{aVI} = 9,76 + 8,87 = 18,63 \text{кН}$$

Ступінь завантаження трактора за силою тяги оцінюють коефіцієнтом використання номінальної сили тяги:

$$\xi_P = \frac{Ra}{P_{кр} - G \frac{i}{100}}, \quad (2.17)$$

Визначаємо коефіцієнт використання номінальної сили тяги на кожній із передач:

$$\xi_{P_{IV}} = \frac{21,52}{27,8 - 35,3 * \frac{3}{100}} = 0,81;$$

$$\xi_{P_V} = \frac{19,89}{23,7 - 35,3 * \frac{3}{100}} = 0,88;$$

$$\xi_{P_{VI}} = \frac{18,63}{20,4 - 35,3 * \frac{3}{100}} = 0,97.$$

Економічній роботі двигуна відповідають такі режими, при яких номінальна сила тяги P використовується на 75...90%. Недовантаження двигуна понижує його

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		28

паливну економічність. Тому вибираємо передачу на якій коефіцієнт використання тягового зусилля максимальний. Проте при великому завантаженні двигуна по силі тяги (передача VI) зменшується частота обертання колінчатого вала і робоча швидкість. На певних частках трактор працюватиме з перевантаженням, що в свою чергу зменшує продуктивність машинно-тракторного агрегату. З цих, вище приведених причин вибираємо оптимальний коефіцієнт використання тягового зусилля, що забезпечується на V передачі.

Обраховуємо робочу швидкість агрегату на V передачі згідно [18]:

$$g_p = g_{p1} - \frac{(g_{p1} - g_{p2})(R_a - P_{kp})}{P_{kp2} - P_{kp1}}, \quad (2.18)$$

де $R_a = 19,89$ кН - опір агрегату на робочій (V) передачі. За [18] знаходимо, що R_a знаходиться в інтервалі між $P_{kp1} = 18,2$ кН і $P_{kp2} = 20,9$ кН яким відповідають швидкості $g_{p1} = 6,6$ км/год і $g_{p2} = 6,54$ км/год.

Тоді

$$g_p = \frac{(6,6 - 6,54) * (19,89 - 18,2)}{20,9 - 18,2} = 6,56 \text{ км/год}$$

Аналогічно визначаємо витрату палива:

$$G_{тр} = G_{тр1} - \frac{(G_{тр2} - G_{тр1})(R_a - P_{kp1})}{P_{kp2} - P_{kp1}}, \quad (2.19)$$

де $G_{тр1}$ і $G_{тр2}$ -витрати палива відповідно 11,8 кг/год

$$G_{тр} = 11,8 - \frac{(12,7 - 11,8) * (19,89 - 18,2)}{20,9 - 18,2} = 11,2 \text{ кг/год}$$

Аналогічно визначаємо робочу швидкість агрегату і витрату палива при холостому ході агрегату (переїзди на наступні загінки, повороти і т.д.).

$$R_{ax} = G_m \left(f + \frac{i}{100} \right), \quad (2.20)$$

$$R_{ax} = 35,3 \left(0,12 + \frac{3}{100} \right) = 4,46 \text{ кН}$$

$$g_{px} = 7,05 - \frac{(7,05 - 6,6) * 4,46}{18,2} = 6,94 \text{ км/год}$$

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		29

$$G_{\text{трх}} = 5,5 - \frac{(11,8 - 5,5) * 4,46}{18,2} = 3,96 \text{кВт/год}$$

Визначаємо коефіцієнт використання ефективної потужності трактора за формулою [18]:

$$\xi_N = \xi_P \frac{v_p}{v_{pn}},$$

де ξ_P - коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на робочій передачі (V) $\xi_P = 0,88$;

v_p - робоча швидкість руху агрегату на робочій передачі, $v_p = 6,56$ км/год;

v_{pn} - номінальна швидкість руху агрегату на робочій передачі, $v_{pn} = 6,54$ км/год.

$$\xi_N = 0,88 * \frac{6,56}{6,54} = 0,9$$

Проаналізувавши отримані коефіцієнти $\xi_P = 0,88$ і $\xi_N = 0,9$ робимо висновок, що трактор завантажений по тяговому зусиллю на 88%, а по ефективній потужності двигуна на 90%. Це відповідає оптимальним умовам робочого трактора.

Визначаємо показники використання МТА.

Робочий час зміни:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{техн} + T_{зв} + T_{пер})}{1 + r_{пов}}, \quad (2.21)$$

де $T_{зм}$ - тривалість зміни, $T_{зм} = 7$ год.;

$T_{техн}$ - час на технічне обслуговування агрегату, $T_{техн} = 0,9$ год. [5];

$T_{зв}$ - час запланованих зупинок агрегату, $T_{зв} = 0,2$ год. [5];

$T_{пер}$ - час на переїзди агрегату, $T_{пер} = 0,15$ згідно [5];

$r_{пов}$ - коефіцієнт використання поворотів. Для визначення $r_{пов}$ розраховуємо спочатку наступні величини:

Кінематична довжина агрегату

$$l_k = l_m + l_T, \quad (2.22)$$

де l_m - довжина машини, $l_m = 9,66$ м [18]

l_T - довжина трактора, $l_T = 3,57$ м [18]

										Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата						30

$$\ell_k = 9,66 + 3,57 = 13,3 \text{ м}$$

Ширина поворотної смуги:

$$E = 1,1 * R_o + e + d_k, \quad (2.23)$$

де R_o - найменший допустимий радіус повороту, $R_o = 1,5 * 2,7 = 4,05 \text{ м}$.

e - довжина виїзду агрегату, $e = 0,5 \quad \ell_k = 6,65 \text{ м}$;

d_k - відстань від осі агрегату до його крайньої точки по ширині, $d_k = 1,35 + 0,225 + 1,35 = 2,92 \text{ м}$.

Тоді

$$E = 1,1 * 4,05 + 6,65 + 2,92 = 14,02 \text{ м}$$

Приймаємо $E = 21,6$ ($4B_p$ сівалки ССТ-12Б)

Робоча довжина поля:

$$\ell_p = L - 2E; \quad (2.24)$$

де L - довжина поля, приймаємо поле 700×800 і $L = 700 \text{ м}$.

$$\ell_p = 700 - 2 * 21,6 = 656,8 \text{ м}$$

Ширина заїнки:

$$C \approx \frac{L}{5 \dots 8},$$

Приймаємо C кратне B_p , $C = 240$ рядків = 108 м .

Число робочих ходів:

$$\Pi_p = \frac{C}{B_p} = \frac{108}{2,7} = 40$$

Довжина проходження агрегату на холостому ході при поворотах:

$$L_x = 0,5 * C - \frac{2 * R_o * B_p}{C - B_p} = 0,5 * 108 - \frac{2 * 4,05 * 2,7}{108 - 2,7} = 53,8 \text{ м}$$

Число поворотів:

$$n_x = \frac{C}{B_p} - 1, \quad (2.25)$$

$$n_x = \frac{108}{2,7} - 1 = 39$$

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x} \quad (2.26)$$

де S_p - робоча довжина ходу агрегату, $S_p = L_p * \Pi_p = 656,8 * 40 = 26272\text{м}$.

S_x - шлях холостого руху на загінці, $S_x = L_x * n_x = 53,8 * 39 = 2094,3\text{м}$.

Тоді

$$\varphi = \frac{26272}{26272 + 2094,3} = 0,93$$

Отже, коефіцієнт використання поворотів.

$$\Gamma_{\text{пов}} = \frac{1 - \varphi}{\varphi} = \frac{1 - 0,93}{0,93} = 0,075.$$

Підставимо всі значення і визначимо робочий час зміни:

$$T_p = \frac{7 - (0,9 + 0,2 + 0,15)}{1 - 0,075} = 6,2 \text{ год.}$$

Час на холості переїзди згідно [18]

$$T_x = T_p * \Gamma_{\text{пов}},$$

$$T_x = 6,2 * 0,075 = 0,46 \text{ год}$$

Визначаємо коефіцієнт використання часу руху:

$$\tau = \frac{T_p}{T_p + T_x}, \quad (2.27)$$

$$\tau = \frac{6,2}{6,2 + 0,46} = 0,92$$

Технічна витрата палива на 1 га площі:

$$\rho_{\text{за}} = \frac{G_p * T_p + G_x * T_x + G_o * T_o}{7 * W_{\text{год}}}, \quad (2.28)$$

де G_o - значення середньої погодинної витрати палива [18], $G_o = 1,2 \text{ кг/год}$

T_o - час зупинок агрегату за нормативом на непередбачені зупинки,

$T_o = 0,2 \text{ год.}$

Для обрахунку значення $\rho_{\text{за}}$, визначаємо годинну продуктивність агрегату:

$$W_{\text{год}} = 0,1 * B_p * g_p * \tau, \quad (2.29)$$

$$W_{\text{год}} = 0,1 * 2,7 * 6,56 * 0,92 = 1,4 \text{ га/год.}$$

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Тоді

$$\rho_{га} = \frac{11,2 * 6,2 + 3,96 * 0,46 + 1,2 * 0,2}{7 * 1,4} = 7,3 \text{ кг/га}$$

Після розрахунку експлуатаційних показників складаємо схему розбивки поля на загінки і схему руху агрегату в загінках. (див.рис.2.5, 2.6)

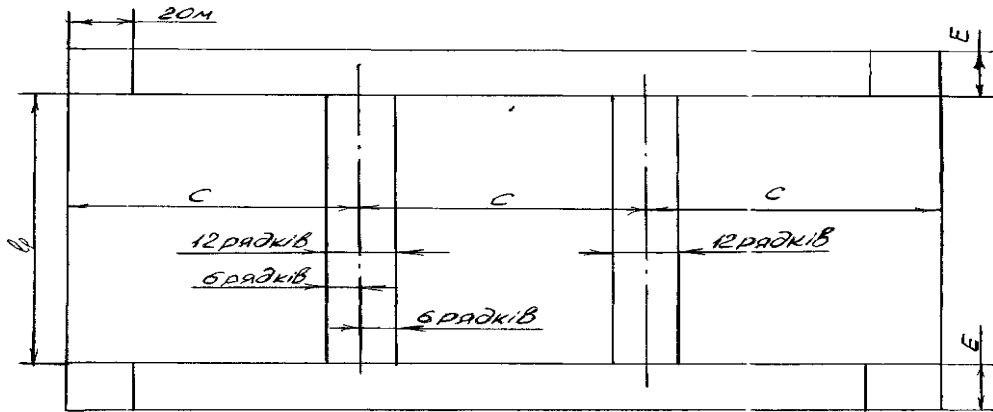


Рис. 2.5. Схема розбивки поля на загінки

На схемі проставляємо значення параметрів. Кінцеві ділянки поворотних смуг збирають на ширину 20 м. Перший прохід роблять з середини поворотної смуги від стикового міжряддя.

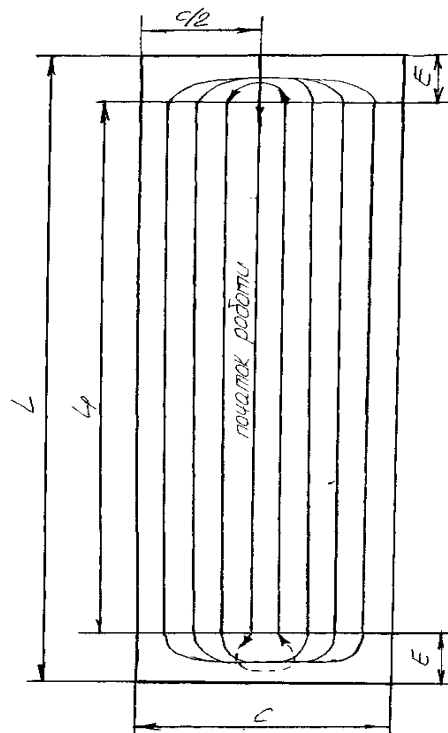


Рис. 2.6. Схема руху агрегату в загінці

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата

При підготовці поля до роботи паралельно із розбивкою поля на загінки, видаляють високорослі бур'яни та квітучі рослини, проводять агротехнічну оцінку поля, визначають ширину основних і стикових міжрядь, густоту посівів, урожайність гички та коренеплодів, розміри і масу коренеплодів та положення головок відповідно поверхні ґрунту і осьової лінії рядка.

Після завершення всіх підготовчих операцій проводять збирання урожаю гички та коренеплодів агрегатами, що попередньо розраховувались і комплектувались.

По завершенню основних операцій по збиранню проводять оцінку якості роботи. Вона полягає в обліку втраченої гички не менше 2 раз в день. Для цього вздовж гонів до проходу збирального агрегату через 150...200 м, намічають три залікові ділянки довжиною 20м і шириною рівною робочому захвату агрегату (2,7м). Після проходу агрегату підраховують на цих ділянках вказані агро вимогами показники (див. табл.2.4). Показники якості роботи враховують при нарахуванні заробітної плати механізаторам, що являється стимулом пониження втрат при збиранні.

Таблиця 2.4. - Оцінка якості збирання гички цукрових буряків

Показник	Агровимоги	Спосіб визначення
1.Повнота збирання гички, %	90	Збирають загублену гичку на облікових ділянках довжиною 20м і шириною що рівна ширині захвату машини.
2.Відходи цукрової маси в гичку, %	5	Розбирають пробу гички, зібраної з облікових ділянок довжиною 20 м і шириною рівною робочій ширині захвату машини. Вирізають цукроносну масу, з'єднану з гичкою.
3.Забрудненість гички землею, %	0,5	Перетрушують гичку з облікових ділянок при визначені відходів цукроносної маси

РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ І ЙОГО РОЗРАХУНКИ

3.1 Обґрунтування конструктивної схеми очисника головок коренеплодів і його будова

Як бачимо із приведеного вище в основному широкого розповсюдження набули роторні доочисники головок коренеплодів, робочі органи яких рухаються в напрямку протилежному до напрямку руху машини. Вал доочисника розташовується під кутом до вісі рядка для видалення рештків гички із зони рядків на вже зібрану частину поля. Даний принцип роботи закладено в технологічну схему доочисника головок коренеплодів ОГК – 6, що застосовується для очистки головок коренеплодів в агрегаті з машиною БМ – 6А або роздільно. Очисник даної конструкції найкраще задовольняє нормативи агровиимог, проте якість роботи не у всіх випадках задовільна. Так, наприклад, основними недоліками очисника ОГК – 6 є:

- а) швидке зношування робочих органів (лопатеї) внаслідок їх тертя до ґрунту;
- б) на те ж саме тертя витрачається значна ефективна потужність, що збільшує енергоємність машини;
- в) у випадку коли головки коренеплодів високо виступають відносно рівня ґрунту коренеплоди або вибиваються з рядка, або сильно пошкоджуються, що призводить до значних втрат цукроносної маси.

Запропонована конструкція дозволяє уникнути вище вказаних недоліків і цим самим її використання дозволяє покращити роботу доочисника.

Насамперед, внаслідок застосування копіюючого пристрою виключається тертя робочих органів до землі, внаслідок чого зменшуються витрати ефективної потужності на привід. Завдяки заміні лопатеї вилами із дроту значно збільшується термін служби робочих органів. Застосування копіюючого пристрою запобігає вибиванню коренеплодів із землі, а з'єднання пакету бил гумовим пальчиком дозволяє краще копіювати головку коренеплоду і цим самим покращити якість очищення головок коренеплодів та зменшити залишкову кількість зв'язаної з коренеплодами гички після

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		35

проходження агрегату.

Розроблений доочисник головок коренеплодів начіпного типу. Агрегатується з тракторами типу класу 1,4 і 2 самостійно або в агрегаті з гичкозрізувальною машиною БМ – 6 (БМ – 6А).

Доочисник складається із рами (див. констр. частину проекту) на якій змонтовано механізм приводу, опорно-копіюючі колеса і робочі органи. Механізм приводу включає: карданний вал, редуктор і клинопасову передачу. Робочі органи представленні у вигляді пакетів бил, що кріпляться шарнірно на валу.

Працює доочисник наступним чином. При пересуванні доочисника по полі потужність від ВВП трактора через карданний вал, редуктор і клинопасову передачу передається на вал з пакетами бил, що обертаються. Очищення головок коренеплодів здійснюється завданням ударів билами по залишках гички на головках коренеплодів.

Для запобігання тертя бил по ґрунті існує копіювальний механізм, який при найжджанні на головку коренеплоду піднімається вгору і била вдаряють лише по верхній частині коренеплоду (по залишках гички) збиваючи їх з головки коренеплоду. Ширина між копірами дозволяє частині головки коренеплоду виступати трохи вище копіра, а гумовий пальчик, котрий кріпить пакет бил, згинається і пакет бил копіює його головку. Цим досягається якісне доочищення головок коренеплодів.

Вал з пакетами бил розташовано під кутом 15° до перпендикуляра рядків, що дозволяє видаляти рештки гички з рядків. Це відбувається за рахунок надання решткам, що відбиваються від головок коренеплоду певного прискорення і вони вдаряючись у захисний кожух опадають на ґрунт, але вже поза тим рядком де були збиті. З рядків, які знаходяться з правого краю машини ці рештки видаляються ступінчасто, тобто, на сусідній рядок, потім підхопленні другим пакетом бил – на сусідній від нього і т.д. поки крайній лівий не викине їх на вже зібрану частину поля. Внаслідок цих перекидань очищена гичка і її залишки подрібнюються і розкидаються по полі для удобрення. Внаслідок великої частоти обертання вала з пакетами бил із ґрунту піднімаються і частинки ґрунту, але захисний кожух не дає їм розповсюджуватись і вони втративши енергію осідають.

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		36

Оскільки вал з робочими органами знаходиться під кутом до рядка, то копіри теж приймають участь у доочищенні зламуючи високі залишки гички. При рухові на копіри діє значна сила зміщення, яка старається виштовхувати копір з рядка. Це сила гаситься тим, що копір з однієї сторони закріплено шарнірно, а другий його кінець вільний і переміщується в спеціальній гребінці.

Була встановлено таким чином, що б'ють по залишках гички під певним кутом і тому при їх зношенні цей кут зменшується, що дозволяє робочим органом весь час як би “діставати гичку” і видаляти її.

При цьому завдяки копіру біла вдаряють по головці коренеплоду, уникаючи таким чином пошкодження коренеплоду чи вибивання його з рядка.

Додамо і те, що у разі виходу із строю одного або кількох бил їх дуже легко замінити і виготовити навіть в польових умовах.

Отже, дана конструкція дозволяє якісніше проводити доочистку головок коренеплодів і виключає можливість їх травмування чи вибивання.

3.2 Енергетичний розрахунок доочисника головок коренеплодів

Розрахунок потужності очисника головок коренеплодів проводимо згідно методики викладений в [20].

Загальна потужність N_o очисника головок коренеплодів є сума потужностей на пересування очисника N_n і на обертання вала з робочими органами N_p .

$$N_o = N_n + N_p, \quad (3.1)$$

В свою чергу:

$$N_p = N_{тп} + N_{оп} + N_{дл} + N_{вр} + N_{рз}, \quad (3.2)$$

де $N_{тп}$ – потужність на подолання сил тертя робочих органів по ґрунту, кВт;

$N_{оп}$ – потужність на подолання опору повітря обертанню ротора, кВт;

$N_{дл}$ – потужність, що затрачається на деформацію лопатей, кВт;

$N_{вр}$ – потужність, що витрачається на видалення решток гички з рядка, кВт;

$N_{рз}$ – потужність, що витрачається на руйнування зв'язків черенків з головою коренеплоду, кВт.

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		37

Розрахунок проводимо паралельно для серійної і проектованої машини.

Потужність на пересування машини по полі:

$$N_n = V_M \cdot (f + i_M) \cdot G_M, \quad (3.3)$$

де V_M – робоча швидкість машини, м/с, $V_M = 1,8$ м/с;

f – коефіцієнт опору кочення коліс машини, $f = 0,12$;

G_M – вага машини, кН відповідно $G_M^{np} = 8$ кН, $G_M^c = 7,024$ кН;

i_M – синус кута нахилу поля, $i_M = \sin 3^\circ = 0,052$.

Тоді,

$$N_n^{np} = 1,8 \cdot (0,12 + 0,052) \cdot 8 = 2,16 \text{ кВт.}$$

$$N_n^c = 1,8 \cdot (0,12 + 0,052) \cdot 7,024 = 1,89 \text{ кВт.}$$

Потужність на подолання сил тертя між лопатями і землею:

$$N_{тн} = P_n \cdot f_n \cdot \sqrt{\frac{\varphi}{9} \cdot V_p^2 \cdot \cos^2 \beta + \frac{\varphi}{3} \cdot V_p \cdot V_M \cdot \cos \beta + \sin \gamma_p + V_M^2}, \quad (3.4)$$

де P_n – нормальна реакція поверхні ґрунту, $P_n = 0,724$ кН;

f_n – коефіцієнт тертя ковзання лопатей по ґрунту, $f_n = 0,42$;

φ - максимальний кут повороту граничних перерізів елемента ротора при заданій деформації, $\varphi = 1,5$ рад;

V_p – швидкість ротора, $V_p = 20,4$ м/с;

β - кут повороту елемента ротора з моменту контакту лопаті з головкою коренеплоду до її вертикального положення, $\beta = 35^\circ$;

γ_p – кут встановлення осі машини до осі ротора, $\gamma_p = 75^\circ$.

Зауважимо, що для проектованої машини $N_{та}^{np} = 0$.

$$N_{тн}^c = 0,724 \cdot 0,42 \cdot \sqrt{\frac{1,5}{9} \cdot 20,4^2 \cdot \cos^2 35^\circ + \frac{1,5}{3} \cdot 20,4 \cdot 1,8 \cdot \cos 35^\circ + \sin 75^\circ + 1,8^2} = 2,46 \text{ кВт.}$$

Потужність на подолання опору повітря:

$$N_{оп} = \frac{K_{заг} \cdot \gamma_{п} \cdot i_{заг} \cdot B_k \cdot n_p^3 \cdot (R_p^4 - R_r^4) \cdot \pi^3}{162 \cdot g}, \quad (3.5)$$

де $K_{заг}$ – загальний аеродинамічний коефіцієнт обертання ротора, $K_{заг} = 6 \cdot 10^{-3}$;

										ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата							38

$\gamma_{\text{п}}$ – густина повітря, $\gamma_{\text{п}} = 12,9 \cdot 10^{-3}$ кН/м³;

$i_{\text{заг}}$ – загальна кількість очисних елементів $i_{\text{заг}}^{\text{пп}} = 672$ шт., $i_{\text{заг}}^{\text{с}} = 96$ шт.;

$v_{\text{к}}$ – ширина очисного елемента, $v_{\text{к}}^{\text{с}} = 0,042$ м, $v_{\text{к}}^{\text{пп}} = d_{\text{с}} = 0,004$ м;

$n_{\text{р}}$ – частота обертання ротора очисника, $n_{\text{р}} = 540$ об/хв;

$R_{\text{р}}$ – радіус ротора, $R_{\text{р}}^{\text{пп}} = 0,36$ м, $R_{\text{р}}^{\text{с}} = 0,34$ м;

$R_{\text{т}}$ – радіус труби (вала), $R_{\text{т}} = 0,041$ м;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с².

$$N_{\text{оп}}^{\text{пп}} = \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot 672 \cdot 12,9 \cdot 10^{-3} \cdot 0,004 \cdot 540^3 \cdot (0,36^4 - 0,041^4) \cdot \pi^3}{162 \cdot 9,81} = 10,85 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{оп}}^{\text{с}} = \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot 96 \cdot 12,9 \cdot 10^{-3} \cdot 0,042 \cdot 540^3 \cdot (0,34^4 - 0,041^4) \cdot \pi^3}{162 \cdot 9,81} = 16,07 \text{ кВт.}$$

Потужність на руйнування зв'язків черенків з головою коренеплоду:

$$N_{\text{рз}} = \frac{P_{\text{р}} \cdot \pi \cdot n_{\text{р}} \cdot \left(R_{\text{р}} - \frac{a_{\text{с}}}{2} \right)}{30}, \quad (3.6)$$

де $P_{\text{р}}$ – сила опору руйнування зв'язків черенків з головою коренеплоду, $P_{\text{р}} = 12,3 \cdot 10^{-3}$ кН;

$a_{\text{с}}$ – середня висота черенків після зрізання гички, $a_{\text{с}} = 0,02$ м.

$$N_{\text{рз}}^{\text{пп}} = \frac{12,3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 540 \cdot \left(0,36 - \frac{0,02}{2} \right)}{30} = 0,24 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{рз}}^{\text{с}} = \frac{12,3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 540 \cdot \left(0,34 - \frac{0,02}{2} \right)}{30} = 0,23 \text{ кВт.}$$

Потужність на видалення рештків гички з рядка:

$$N_{\text{вр}} = V_{\text{м}} \cdot \frac{60}{n_{\text{р}}} \cdot K_{\text{в}} \cdot \frac{1}{g} \cdot V_{\text{р}} \cdot a_{\text{с}} \cdot \sqrt{V_{\text{м}}^2 + V_{\text{р}}^2 + 2V_{\text{м}} \cdot V_{\text{р}} \cdot \sin \gamma_{\text{р}}}, \quad (3.7)$$

де $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що враховує багатократність дії елементів ротора на частинки рештків рослин, $K_{\text{в}} = 3$;

$V_{\text{р}}$ – робоча ширина захвату машини, $V_{\text{р}} = 2,7$ м.

$$N_{\text{вр}}^{\text{пп}} = 1,8 \cdot \frac{60}{540} \cdot 8 \cdot \frac{1}{9,81} \cdot 2,7 \cdot 0,02 \cdot \sqrt{1,8^2 + 20,4^2 + 2 \cdot 1,8 \cdot 20,4 \cdot \sin 75^\circ} = 0,15 \text{ кВт.}$$

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		39

$$N_{вр}^c = 0,15 \text{ кВт.}$$

Потужність на деформацію лопатей:

$$N_{дл} = \frac{i_{заг} \cdot E \cdot I \cdot \varphi \cdot K_e}{450 \cdot H_o}, \quad (3.8)$$

де E – модуль пружності матеріалу, $E^c = 1,4 \cdot 10^2$ – для лопатей, $E^{пр} = 1,1 \cdot 10^2$ – для матеріалу бил;

I – найменший момент інерції поперечного перерізу елемента очисника, $I^{пр} = 1,256 \cdot 10^{-3}$, $см^4$; $I^c = 2,3 \cdot 10^{-3}$, $см^4$;

K_e – коефіцієнт, що враховує кількість елементів, котрі знаходяться в контакті з головкою коренеплоду, $K_e^{пр} = 0,25$, $K_e^c = 0,31$;

H_o – вільна довжина очисних елементів, $H_o^{пр} = 28$ см, $H_o^c = 27$ см.

$$N_{дл}^{пр} = \frac{672 \cdot 1,1 \cdot 10^2 \cdot 1,256 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 0,25}{450 \cdot 28} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ кВт.}$$

$$N_{дл}^c = \frac{96 \cdot 1,4 \cdot 10^2 \cdot 2,3 \cdot 1,2 \cdot 0,25}{450 \cdot 27} = 0,77 \text{ кВт.}$$

Таким чином, загальна потужність:

$$N_o^{пр} = 2,16 + 0 + 10,85 + 0,24 + 0,15 + 2,2 \cdot 10^{-3} = 13,4 \text{ кВт.}$$

$$N_o^c = 1,89 + 2,46 + 16,07 + 0,23 + 0,15 + 0,77 = 21,57 \text{ кВт.}$$

3.3 Розрахунок пальця кріплення копіювального пристрою

Для визначення упорних реакцій складемо розрахункову схему (рис. 3.1).

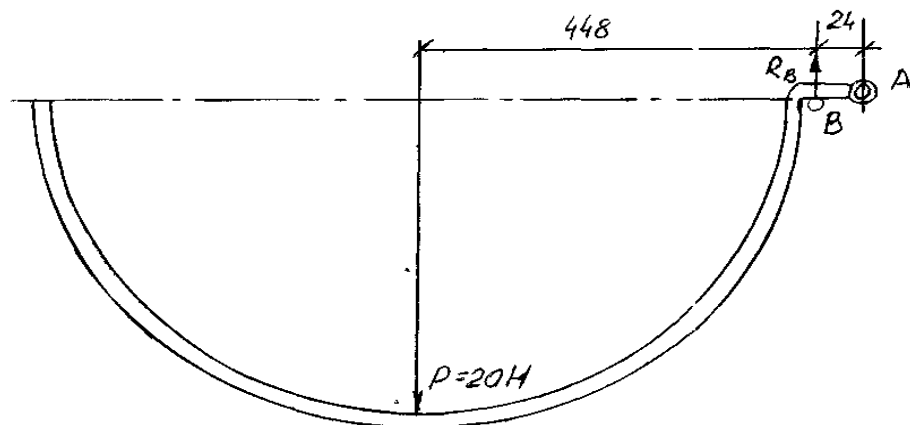


Рис. 3.1. Розрахункова схема копіювального пристрою

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		40

Для визначення реакції опори В складемо рівняння моментів відносно точки А.

$$\Sigma M_a = P \cdot 448 - R_b \cdot 24 = 0.$$

Звідки:

$$R_b = \frac{P \cdot 448}{24} = \frac{20 \cdot 448}{24} = 383 \text{ Н.}$$

Далі представимо палець у вигляді балки на опорах і вкажемо сили, що діють (рис.3.2)

Згідно вказаної схеми визначимо реакції опор R_a та R_m .

Складемо рівняння моментів відносно т. А.

$$\Sigma M_a = P \cdot 44 + P \cdot 88 + P \cdot 132 + P \cdot 176 - R_m \cdot 220 = 0.$$

Звідки:

$$R_m = \frac{383 \cdot 44 + 383 \cdot 88 + 383 \cdot 132 + 383 \cdot 176}{220} = 766 \text{ Н}$$

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		41

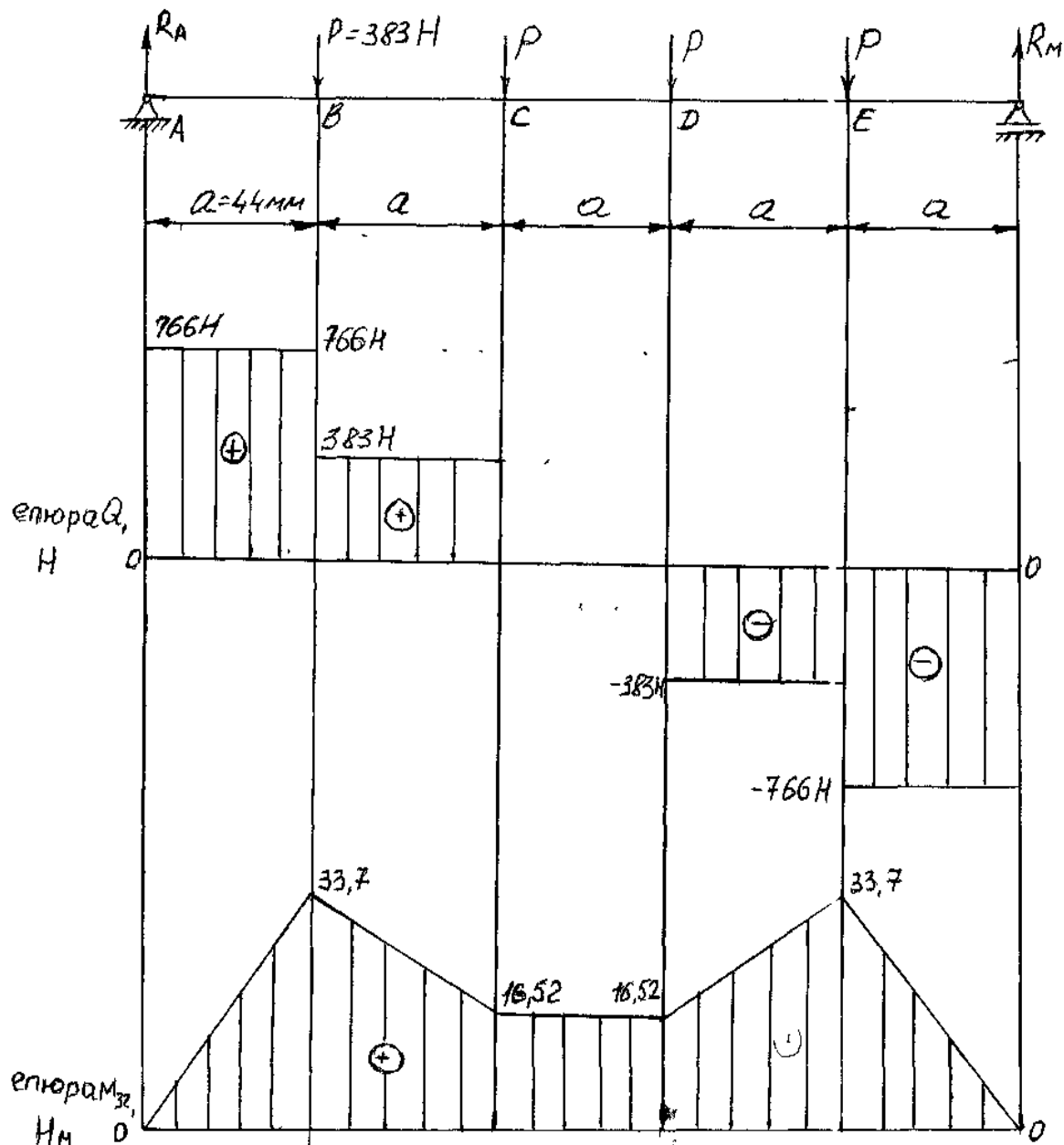


Рис. 3.2. Схема балки та епюри сил згинаючих моментів

За аналогією $R_a = 766 \text{ Н}$.

Для побудови епюр поперечних сил та згинаючих моментів візьмемо найбільш характерні точки: А, В, С, D, Е, М.

Точки А, М:

$$Q_a = Q_M = R_a = R_M = 766 \text{ Н};$$

$$M_a = M_M = 0$$

Точка В:

$$Q_{\text{взл}} = R_a = 766 \text{ Н};$$

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата

$$Q_{\text{ВП}} = -P = 766 - 383 = 383 \text{ Н};$$

$$M_B = R_a \cdot a = 766 - 0,044 = 33,7 \text{ Нм.}$$

$Q_{\text{ВЗЛ}}$ і $Q_{\text{ВП}}$ – поперечні сили зліва і справа від перерізу.

Точка С:

$$Q_{\text{СЗЛ}} = Q_{\text{ВП}} = 383 \text{ Н};$$

$$Q_{\text{СП}} = Q_{\text{ВП}} - P = 383 - 383 = 0;$$

$$M_C = M_B - P \cdot a = 33,7 - 383 \cdot 0,044 = 16,52 \text{ Нм.}$$

Точка D:

$$Q_{\text{DЗЛ}} = Q_{\text{СП}} = 0;$$

$$Q_{\text{ДП}} = Q_{\text{СП}} - P = 0 - 383 = -383 \text{ Н};$$

$$M_D = M_C = 16,52 \text{ Нм.}$$

Точка E:

$$Q_{\text{ЕЗЛ}} = Q_{\text{ДП}} = -383 \text{ Н};$$

$$Q_{\text{ЕП}} = Q_{\text{ДП}} - P = -383 - 383 = -766 \text{ Н};$$

$$M_E = M_D + P \cdot a = 16,52 + 383 \cdot 0,044 = 33,7 \text{ Нм.}$$

Як бачимо з епюри $M_{\text{зг}}$ найбільш небезпечними є перерізи В і Е. В цих точках $M_{\text{згmax}} = 33,7 \text{ Нм} = 33700 \text{ Н} \cdot \text{мм}$.

Визначимо мінімальний діаметр осі з умови міцності:

$$\frac{M_{\text{max}}}{W} \leq [\sigma], \quad (3.9)$$

де $[\sigma] = 600 \text{ н/мм}^2$ [1] для даного матеріалу.

Звідки:

$$W \geq \frac{M}{[\sigma]} = \frac{33700}{600} = 56,1 \text{ мм}^3$$

Тоді, визначимо мінімальний діаметр пальця:

$$d_{\text{min}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W}{\pi}}, \quad (3.10)$$

$$d_{\text{min}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 56,1}{3,14}} = 8,1 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр пальця $d = 12 \text{ мм}$, що виконує умову міцності.

									Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					43

3.4 Розрахунок на міцність пера копіра

Для розрахунку складемо розрахункову схему (рис. 3.3).

Для спрощення будемо розглядати копір, як консольну балку із змінним поперечним перерізом.

Як відомо для консолі найбільший згинаючий момент діє в точці жорсткого закріплення консолі і він дорівнює:

$$M = P \cdot h$$

де P – сила, що прикладена до копіра $P = 80 \text{ Н}$;

h – плече сили (довжина копіра) $h = 395 \text{ мм}$;

$$M = 80 \cdot 305 = 31600 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

При русі пера копіра по головках коренеплодів виникають бокові зусилля внаслідок розташування вала ротора під кутом до напрямку рядків. Тому необхідно розрахувати дану конструкцію на міцність. Аналізуючи схему (рис. 3.3) бачимо, що при перетині площинами перпендикулярними осі O_y і площині пера копіра у нас будуть різні перерізи форми поверхні. Характерними точками будуть точки K і M . В точці K перетинається лише зовнішнє коло пера копіра і в перерізі маємо прямокутник з параметрами $a \cdot b$, які є відповідно шириною і довжиною даного прямокутника. В точці M перетинаються обидві гілки пера і в перерізі буде два прямокутника.

Виведемо залежності для визначення параметра b_1 так як a є постійною величиною.

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

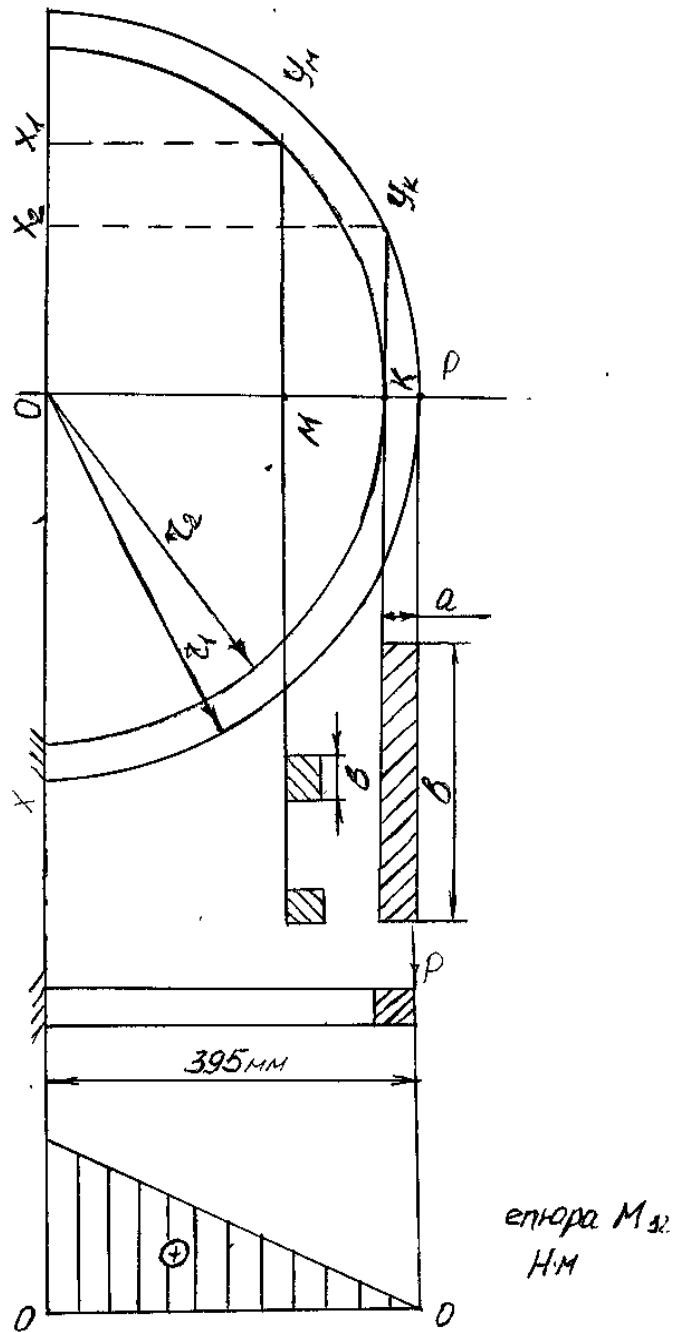


Рис. 3.3. Схема розрахунку копіра та епюра згинаючих моментів

Як видно з рисунка:

$v = (x_1 - x_2) \cdot 2$, для двох випадків;

$$x_2 = \sqrt{r_2^2 - (r_2 - y)^2}, \text{ при } y = [0; r_2];$$

$$x_1 = \sqrt{r_1^2 - (r_1 - y)^2}, \text{ при } y = [0; r_1].$$

Звідки:

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата

$$b = 2 \cdot \left(\sqrt{r_2^2 - (r_2 - y)^2} - \sqrt{r_1^2 - (r_1 - y)^2} \right)$$

Розрахунок міцності пера копіра проведено на згин за формулою:

$$\sigma_{зг \max} = \frac{M}{W(y)} \leq [\sigma]$$

Для розрахунку необхідно визначити найбільш небезпечний переріз, де напруження згину будуть максимальні.

Враховуючи, що

$$M = P \cdot \left(\frac{D}{2} - y \right),$$

а

$$W(y) = \frac{b \cdot (a)^2}{4}.$$

Вираховуємо послідовно дійсні значення параметрів b , W , M , σ , як функцію від координати y .

Як бачимо із графіка $\sigma_{зг}(y)$ найбільш небезпечним буде переріз в точці $y = 0$. Порівняємо значення максимальних згинаючих напружень в даній точці з допустимими:

$$\sigma_{зг. \max} \geq [\sigma]$$

$$505,0 > 500.$$

Таким чином дійсні напруження не перевищують допустимих більш як на 5%. Можна зробити висновок про працездатність конструкції, але необхідно врахувати динамічне навантаження на перо копіра, яка виникає в момент початку з головою коренеплоду. Тому введемо коефіцієнт запасу міцності:

$$\sigma'_{зг \max} \leq \frac{[\sigma_{зг}]}{K},$$

$$\sigma'_{зг \max} \leq \frac{500}{2} = 250 \text{ Н/мм}^2$$

де K – коефіцієнт запасу міцності, який враховує динамічні навантаження, $K = 2$ [6].

Як бачимо із графіка:

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		46

$$\sigma_{зг} < \sigma'_{заг.мах}.$$

Будують на ділянці $100 < y < 390$ тому, для ділянки $0 < y < 100$ необхідно уточнити значення моменту опору $W_{доп}$.

$$W_{доп} = \frac{K \cdot M_{мах}}{[\sigma]}, \quad (3.11)$$

$$W_{доп} = \frac{2 \cdot 31600}{500} = 126,4 \text{ мм}^3$$

Будуємо графік даної залежності. Обчисливши уточнене значення v для даної ділянки будуємо графік його залежності від координати y .

$$v = \frac{4 \cdot W_{доп}}{a^2},$$

$$v = \frac{4 \cdot 126,4}{5^2} = 20,2$$

Враховуючи вище приведену залежність будуємо пара раціонального перерізу в якого момент опору не перевищує уточненого значення $W_{доп}$.

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ

Цукрові буряки, як стратегічна культура, відіграють важливу роль у сільському господарстві, не лише забезпечуючи відновлення витрат на виробництво, а й створюючи можливість для отримання значного прибутку. Інновації в галузі технологій збирання цукрових буряків та гички на сьогоднішній день мають велике значення. Впровадження нових методів збирання сприяє не лише зменшенню пошкоджень коренеплодів на 10-15%, а й підвищує валовий збір, що безпосередньо впливає на рентабельність вирощування.

Окрім цього, прямі експлуатаційні витрати та витрати праці зменшуються завдяки новій технології збирання, що дозволяє економити кошти без втрати продуктивності машин. Конструктивні розробки також сприяють зниженню кількості пошкоджених коренеплодів на 5-10% та зменшенню ступеня їх пошкодження. Це важливий крок у забезпеченні високої якості продукції та оптимізації виробничих процесів в сільському господарстві. Такі позитивні зміни в технології вирощування та збирання цукрових буряків сприятимуть підвищенню ефективності галузі та забезпечать стабільний прибуток для виробників.

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		48

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Яропуд В.М., Гунько І.В., Серета Л.П., Швець Л.В., Труханська О.О. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання. Вінниця: ВНАУ, 2023. 39 с.
2. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V.M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54, No1. P.95-104.
3. Bo Li, Ying Chen, Jun Chen Modeling of soil–claw interaction using the discrete element method (DEM). *Soil and Tillage Research*. 2015. Vol. 158, 5, P. 41-49.
4. Bulgakov V., Olt J., Kuvachov V. et al. A theoretical and experimental study of the traction properties of agricultural gantry systems. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*. 2020. № XXXI (1). P. 10–16.
5. Cheminova. Засоби захисту рослин. Данія : [Рекламний проспект]. – К. : Юнівест Медіа, 2005. – 31 с.
6. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V. Main problems in the field of agricultural mechanization in Ukraine. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. № 3. С. 6-12.
7. Bulgakov, V., Adamchuk, V., Nozdrovicky, L., & Ihnatiev, Ye. (2017). Theory of vibrations of sugar beet leaf harvester frontmounted on universal traktor. *Acta Technologica Agriculture*, 20, 4, 96–103. Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae. DOI:10.1515/ata2017-0019
8. Volodymyr Bulgakov, Simone Pascuzzi, Alexandros Sotirios Anifantis, Francesco Santoro. (2019). Oscillations analysis of front-mounted beet topper machine for biomass harvesting. *Energies*, 12, 2774, 1–15. Basel, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/en12142774>
9. V. Bulgakov, O. Trokhaniak, I. Holovach, Z. Ruzhylo, Ye. Ihnatiev & O. Dubrovina. (2022). Study of the oscillation processes of a front-mounted haulm harvester

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		49

when it moves on the inequalities of the ground surface. Mechanization in agriculture & conserving of the resources, LXVIII, issue 3, 86– 90. Retrieved from <https://stumejournals.com/journals/ am/2022/3/86.full.pdf>

10. Булгаков В. М. Бурякозбиральні машини : монографія. Київ : Аграрна наука, 2011. 351 с.

11. Ігнат'єв Є. І. Теоретичне моделювання коливального руху фронтально навішеної на інтегральний орно-просапний трактор ХТЗ-16131 гичкозбиральної машини. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. Кропивницький : КНТУ, 2016. Вип. 46. С. 44–54.

12. Reichardt H. Gesetzmässigkeiten den freien Turbulenz. Дослідницька брошура Союзу німецьких інженерів; 2-е видання, 2001. – 414 с.

13. Bulgakov V. M., Adamchuk V. V., Nozdrovicky L., Boris M. M., Ihnatiev Ye. I. Properties of the sugar beet tops during the harvest. *6 th International Conference on Trends in Agricultural Engineering*. 2016. 7-9 September 2016. Prague, Czech Republic. P. 102–108.

14. Solona O., Derevenko I., Kupchuk I. Determination of plasticity for pre-deformed billet. *Solid State Phenomena*. 2019. Vol. 291. P. 110-120.

15. Solona O.V., Kovbasa V.P., Kupchuk I.M. The contact interaction dynamics of the working tool of the mole plowshare with the soil during forming process a channel for an antifiltration screen. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. №2. С. 81-89.

16. Spirin A., Polievoda Y., Tverdokhlib I. Increasing the reliability of agricultural machinery work. *Вісник Харківського національного технічного університету сільськогосподарства імені Петра Василенка «Технічні науки»*. Випуск 198 «Механізація сільськогосподарського виробництва», 2019, с 86–90.

17. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. *Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки*. 2012. Вип. 11. –Т. 2 (66). С. 8–14.

18. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		50

сучасних сільськогосподарських машин. *Наук. вісник Луганського нац. аграр. ун-ту.* 2011. № 29. С. 252–260.

19. Булгаков В.М., Пилипака С.Ф., Яропуд В.М., Захарова Т.Н, Калетнік Г.М. Плоскі вертикальні криві, що забезпечують постійні тиск і швидкість руху матеріальної точки. *Вібрації в техніці та технологіях.* 2014. Вип. 1 (73). С.100-120.

20. Видмиш А.А., Возняк О.М., Замрій М.А. Розробка способу визначення максимально досяжного коефіцієнта підсилення (передачі) $K_m S$. *Вібрації в техніці та технологіях.* 2020. № 3(98). С. 25-31.

21. Войтюк Д.Г., Булгаков В.М., Кропивко С.В., Онищенко В.Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. вузів. Київ: Друк, 2005. 464 с.

22. Грушецький С.М., Яропуд В.М., Токарчук О.А. Організація експлуатації та технічного обслуговування транспортних засобів і машин в Україні і за кордоном. *Техніка, енергетика, транспорт АПК.* 2021. №1(112). С. 126 –136.

23. Гунько І.В., Музичук В.І., Служалюк М.В. Дослідження технічного сервісу машин в АПК. *Техніка, енергетика та транспорт АПК.* 2019. №2 (105). С. 43–51.

24. ДСТУ 4973:2008 Трактори. Технічне діагностування. Параметри та якісні ознаки технічного стану. – [Чинний від 2009.01.01] – К. : Мінагрополітики України, 2009. – III, 18 с. – (Галузевий стандарт України).

25. Калетнік Г. М., Чаусов М. Г., Бондар М. М. Машини та обладнання в сільськогосподарській меліорації. Підручник. Київ: «Хай-Тек-Прес», 2011. 488 с.

26. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солоня О.В., Цуркан О. В. Технічна механіка. Підручник. Київ : «Хай-ТекПрес», 2011. 340 с.

27. Калетнік Г.М., Черниш О.М., Березовий М.Г. Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. *Збірник наукових праць ВНАУ: Вінниця, 2011.Т1 (65).* С.8-18.

28. Кувачов В. П., Мітков В. Б. Обґрунтування критеріїв оптимальності сумісного маршрутизованого руху технологічного комплексу МТА. *Науковий вісник ТДАТУ.* 2012. Вип. 2, Т. 5. С. 8–15.

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		51

29. Матвійчук В.А., Любін М.В., Токарчук О.А., Рубаненко О.О. Особливості частотно-регульованого електроприводу для транспортуючих систем АПК. *Вісник Хмельницького національного університету, серія: Технічні науки*, 2018 р., №6, С. 39-43.

30. Ольшанський В. П., Сліпченко М. В., Спольнік О. І., Замрій М. А. Вільні коливання осцилятора за наявності квадратичного в'язкого опору та сухого тертя. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 2(97). С. 33-40.

31. Солоня О. В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування. Навчальний посібник. 2-ге вид., допов. і перероб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 249 с.

32. Солоня О.В. Застосування сучасних мехатронних систем та роботизованих комплексів у АПК України. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 71-76.

33. Солоня О.В., Ковбаса В.П.. Обґрунтування параметрів робочих органів для укладання внутрішньогрунтових зрошувачів: Монографія. Вінниця, 2020 – 155 с.

34. Солоня О.В., Купчук І.М. Практикум з теорії механізмів і машин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, ТОВ «Друк», 2020. 252 с.

35. Солоня О.В., Купчук І.М., Замрій М.А. Мехатронні системи техніки. Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт для студентів денної та заочної форми навчання другого (магістерського) освітнього рівня галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство спеціальності 208 Агроінженерія. Вінниця: ВНАУ, 2023. 96 с.

36. Труханська О.О. Підвищення якості ремонту і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. №3 (102). С. 14–21.

37. Холодюк О.В. Термінологічний словник з точного землеробства для студентів денної та заочної форм навчання з дисципліни “Система точного землеробства” та науково-педагогічних працівників, магістрантів та аспірантів інженерних спеціальностей. Вінниця: Видавничий відділ ВНАУ. – 2020. 42 с.

38. Яропуд В. М., Твердохліб І. В., Спірін А. В. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 308 с.

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		52

ДОДАТКИ

					ДП.208.20-2.081.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		53