

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Бакалавр»

Тема: „ „

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство  
Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДП АІ 22.14.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІ-22-2

Пасічник А. В.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Борис М.М.

Нормоконтроль

к.т.н., доц. Лук'янюк М. В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ

\_\_\_\_\_ 2025 р.

Хмельницький, 2025р

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ .....	5
ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.....	8
1.1 Механіко-технологічні властивості коренеплодів та гички і агрофізичні характеристики посівів .....	8
1.2 Технології збирання коренеплодів та гички.....	16
1.3. Аналіз існуючих конструкцій гичкозбиральних машин .....	19
2 ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ЗРІЗУ ГИЧКИ.....	28
2.1 Закони розподілень висот виступання головок коренеплодів відносно поверхні ґрунту.....	28
3.1 Будова та принцип роботи гичкозбиральної машини .....	37
3.2. Основні недоліки в роботі КДР-1,5 та алгоритм удосконалення конструктивно-технологічних параметрів.....	38
3.3 Визначення режимів роботи машини.....	39
3.4 Розрахунок середньої довжини різання .....	43
3.5 Перевірка швидкості різання даного ротора на критичну швидкість різання .....	44
3.6 Визначення кута повороту ротора при якому відбувається схід частинки з лопатки ножа.....	46
3.7 Визначення діапазону кута сходу частинок в залежності від моменту початку та кінця різання ножем гички на протязі одного оберту ротора .....	49
3.8 Удосконалення форми поворотно-напрямної частини кожуха.....	50
3.9 Обґрунтування параметрів очисника-дообрізчика.....	52
3.10 Розрахунок клинопасової передачі.....	56
3.11 Розрахунок вала очисника .....	60
3.12 Перевірка довговічності підшипників.....	63
4 РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ .....	67
5. ОСНОВНІ ВИМОГИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА МЕХАНІЗОВАНИХ РОБОТАХ .....	72

					<i>ДП АІ 25.12.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пасічник А. В.</i>			«Удосконалення машини для відокремлення гички цукрових буряків»	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Борис М.М.</i>				3	84	
<i>Реценз.</i>						<i>ХНУ Гр. АІ-21-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Лук'янюк М. В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Мартинюк А.В.</i>						

5.1. Вимоги техніки безпеки щодо технічного стану машин і механізмів. ....	72
5.2 Техніка безпеки під час роботи сільськогосподарських машин. ....	73
6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МАШИНИ.....	77
6.1 Розрахунок показників економічної ефективності .....	77
7 ТЕХНІЧНИЙ ПАСПОРТ МАШИНИ.....	81
7.1 Загальні відомості.....	81
7.2 Призначення і галузь застосування .....	81
7.3 Основні технічні дані і характеристика .....	82
ВИСНОВКИ.....	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	85
ДОДАТКИ.....	87

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему: «Удосконалення машини для відокремлення гички цукрових буряків»

Дипломний проект виконаний на 84 сторінках машинописного тексту та 6 аркушах графічної частини формату А1.

У дипломному проекті розглянуто питання удосконалення конструкції машини для відокремлення гички цукрових буряків з метою підвищення ефективності технологічного процесу збирання врожаю.

Проаналізовано існуючі технічні рішення та виявлено їх основні недоліки, серед яких: недостатня якість очищення коренеплодів, пошкодження буряків, низька продуктивність та висока енергозатратність. На основі проведеного аналізу запропоновано конструктивні зміни, які дозволяють зменшити втрати цукрових буряків, покращити відокремлення гички та знизити енергоспоживання. Запропонована модернізована машина відзначається покращеною геометрією робочих органів, вдосконаленою системою приводу та автоматичним регулюванням висоти зрізу гички залежно від рельєфу поля.

Виконано техніко-економічне обґрунтування доцільності впровадження модернізованої машини у виробництво. Результати досліджень свідчать про підвищення ефективності збирання врожаю, зменшення пошкодження коренеплодів та зниження експлуатаційних витрат.

Ключові слова: : цукровий буряк, гичка, збирання, продуктивність, економічна ефективність.

					ДП А1 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

Особливість виробництва цукру полягає в тому, що більшість високорозвинутих країн прагнуть мати власну цукрову промисловість. Сировиною для неї є цукрові буряки та (або) цукрова тростина. Оскільки цукор – важливий стратегічний продукт, державна аграрна політика цих країн спрямована на забезпечення країни цукром з тим, щоб бути незалежними від імпорتنих поставок та коливань цін на світовому ринку цукру.

Цукор виробляють 120 країн світу. За статистичними даними Licht та ISO (міжнародної організації цукровиків], виробництво цукру в світі в сезон становить 137-138 млн т в перерахунку на цукор-сирець, зокрема цукру з цукрових буряків - 25% загального обсягу виробництва.

Очікується подальше збільшення світового виробництва цукру, за прогнозами ISO воно досягне 139,9 млн т, а споживання цукру - 136,24 млн т.

Зростання світового виробництва цукру обумовлено головним чином значним збільшенням виробництва тростинного цукру такими країнами як Бразилія, Індія, Китай, Таїланд та ін. Високі темпи зростання виробництва тростинного цукру в світі пояснюються, перш за все, тим, що білий цукор, вироблений із тростини, коштує майже в 1,5 рази дешевше бурякового, через більш дешеву сировину та можливість одержувати два врожаї на рік тощо.

Європейські країни є основними виробниками цукру з цукрових буряків в світі (80% світового виробництва бурякового цукру). На даний час Україна входить до 10 країн, що виробляють більше 1 млн т цукру. Цукрова промисловість України завжди була важливою стратегічною галуззю і займала провідне місце в економіці країни. Це зумовлено тим, що продукт галузі - цукор є базовою сировиною для багатьох харчових виробництв і тому є важливою складовою продовольчої безпеки та незалежності держави.

Виробничі потужності цукрових заводів України дозволяли переробляти більше 50 млн. т. цукрових буряків та виробляти з них до 5,4 млн. т. цукру, що бі-

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

льше ніж удвічі перевищувало внутрішню потребу країни (1,8-2 млн. т.). Останнє дозволяло експортувати до 3 млн т цукру. Цукрова галузь активно поповнювала український бюджет. Протягом тривалого періоду цукор становив одну з основ експортного потенціалу України. В окремі роки надходження від реалізації цукру становило 13 % доходної частини бюджету.

При цьому істотно погіршились технологічні показники цукрових буряків. За даними фахівців, бурякоцукрове виробництво рентабельне лише при урожайності буряків не менше 350 ц/га та тривалості виробничого сезону 90 діб.

Технологічна якість цукрових буряків останніх років характеризується низькою цукристістю, підвищеним вмістом нецукрів, низькою доброякісністю клітинного соку (81-84,7 одиниць). Що пояснюється високим вмістом гички у воросі коренеплодів. Тому удосконалення технологічного процесу та машин для якісного відокремлення гички від коренеплодів цукрових буряків є актуальним технічним завданням аграрного виробництва.

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7



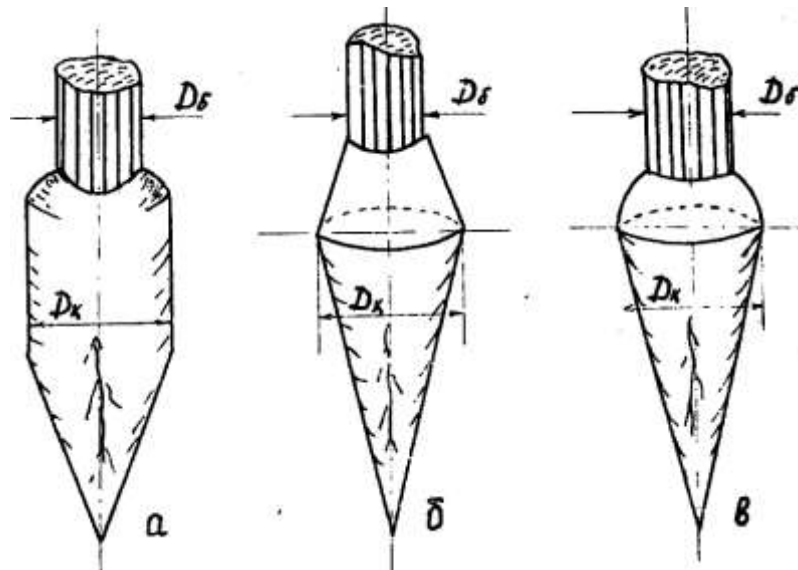


Рисунок 1.2. - Схема різновидів морфологічної будови голівки коренеплодів цукрових буряків [ 2 ]:

- а – голівка коренеплоду у вигляді циліндра;
- б – голівка коренеплоду у вигляді зрізаного конуса;
- в – голівка коренеплоду у вигляді півсфери;
- Дб – діаметр гички;
- Дк – діаметр коренеплоду.



Рисунок 1.3. - Морфологічна будова тіла коренеплоду цукрового буряка





## Розмірно-масові характеристики коренеплодів

Показник	Межа зміни		Рівняння регресії
	математичного очікування	дисперсії	
Відстань між коренеплодами $L$ , мм	180—350	1200—4500	$d_k = 0,061l_k^2 + 2,15l_k + 12,0$ ;
Діаметр $d$ , мм	67—122	97—282	$d_k = 34,4Q_k + 74,3$ ; $Q_k > 1,0_{кг}$ ;
Довжина $do$ , мм	230—280	91,5—188,8	$l_k = 198,9Q_k - 45,69Q_k^2 + 147$ ;
Кут конусності $\gamma_k$ ...°	9,45—18,38	4,35—6,47	
Висота головки $h_r$ , мм	10,4—32,4	30,8—59,3	$h_r = (0,20 \dots 0,18) d_k + (8,5 \dots 3,7)$ ;
Висота над рівнем ґрунту $h_k$ , мм	18,4—42,4	37,4—79,3	$h_k = 0,054d_k - 2,05$ ; $\frac{d_k}{l_k} = 0,49 - 0,045d_k$ ;
Маса коренеплоду $Q_k$ , кг	0,311—1,548	0,009—0,015	$Q_k = 17,18d_k - 774,1$ ; $Q_k = 0,046l_k^2 + 19,37l_k + 32,86$ ;
Товщина зони коронки $\Delta_k$ , мм	13,2—16,2	40,5—90,4	
Товщина зони «сплячих вічок» $\Delta_T$ , мм	8,0—21,4	25,4—80,6	
Маса коронки $q_k$ , м	54,7—95,4	2067,7—5095,0	
Маса зони «сплячих вічок» $q_T$ , м	62,1—122,5	2887,5—6131,2	
Маса гички $Q_{cs}$ , кг	0,110—0,800	0,01—0,014	$Q_{cs} = 0,95(1 - e^{-0,72 \cdot 10^{-3} Q_k})$ ;
Координата центра ваги $S_o$ , мм		45	$S_o = 0,0537 \frac{d_k^2 l_k^2}{Q_k} - 2,1182 \frac{d_k^2 h_k^2}{Q_k} + 0,8988 \frac{d_k^2 l_k^2 h_k}{Q_k} + 4,2128$ .

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ

Арк.

12

Примітка:  $l_k$  - технічна довжина кореня  $h_3$  й  $h_{cn}$  - висота голівки кореня від вершини до рівня основи зелених черешків гички й до рівня –“сплячих” вічок;  $d_1$  й  $d_2$  - діаметри верхньої й нижньої основ голівки;  $l_{\bar{o}}$  - і  $t_{\bar{o}}$  - довжина й товщина пучка листів гички;  $P_k$  - вага коренеплоду,  $P_{\bar{o}}$  - вага коренеплоду з гичкою;  $P_{\bar{o}3}$  - вага кореня з гичкою і землею;  $P_{\bar{o}m}$  - вага гички;  $P_3$  і  $P_{cn}$  - вага голівки кореня при зрізі її на рівні  $h_3$  й  $h_{cn}$ . Наведені в таблиці 1.4 дані й розподіл їх у системі координат показують, що між діаметром  $d_k$  і параметрами коренеплоду  $l_k, h_{cn}, h_3, d_1, d_2, t_{\bar{o}}$  є залежність, закон зміни якої апроксимується з рівняннями прямої лінії й має аналітичне вираз виду

$$\begin{aligned}
 l_k &= 74,3 + 2d_k; \\
 h_{cn} &= 6,28 + 0,4d_k; \\
 h_3 &= 3,82 + 0,25d_k; \\
 d_1 &= 7,21 + 0,15d_k; \\
 d_2 &= 4,11 + 0,8d_k; \\
 t_{\bar{o}} &= 7,74 + 0,47d_k.
 \end{aligned}$$

Таблиця 1.4.

Середні статистичні показники розмірно-масових параметрів коренеплодів і гички залежно від діаметра  $d_k$

Показники	Діаметр коренеплоду $d_k$ , мм					
	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140
$l_k, мм$	139	176	210	260	290	334
$h_{cn}$	18,4	24,5	31,6	38,5	45,8	55,8
$h_3$	11,7	16,2	21,3	25,9	32,0	36,5
$d_1$	11,4	14,4	17,9	20,8	24,0	25,7
$d_2$	29,6	43,5	60,3	75,0	92,2	110,0
$l_k/d_k$	4,6	3,5	3,0	2,9	2,6	2,6
$l_{\bar{o}}$	258	305	344	371	394	423
$t_{\bar{o}}$	21,6	30,7	40,9	49,6	59,4	68,6
$P_k$	62	150	342	588	934	1388
$P_{\bar{o}}$	154	321	626	1004	3540	2140
$P_{\bar{o}3}$	250	458	802	1264	1897	2592

Показники	Діаметр коренеплоду $d_k$ , мм					
	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140
$P_{\bar{om}}$	92	171	284	416	606	752
$P_{cn}$	8,0	23,1	51,6	105,8	168,2	287
$P_z$	3,4	10,6	23,0	43,0	76,9	118
$P_{\bar{om}}/P_k$	1,48	1,14	0,83	0,71	0,65	0,54

У результаті кореляційного аналізу також установлений математичний зв'язок діаметра коренеплоду з довжиною основної маси пучка гички й вагою його в різній стадії очищення. Закон зміни цього зв'язку для діапазону  $d_k = 30 - 130$  мм виражається рівняннями[ ]:

$$l_{\bar{o}} = 186,1 \cdot 1_{\bar{g}} d_k + 189,7 ;$$

$$P_H = 5,36 d_k^{2,146}$$

$$P_{\bar{o}} = 19,1 d_k^{1,88}$$

$$P_{\bar{o}z} = 37,88 d_k^{-1,615}$$

$$P_{cn} = 0,5 d_k^{-2,44}$$

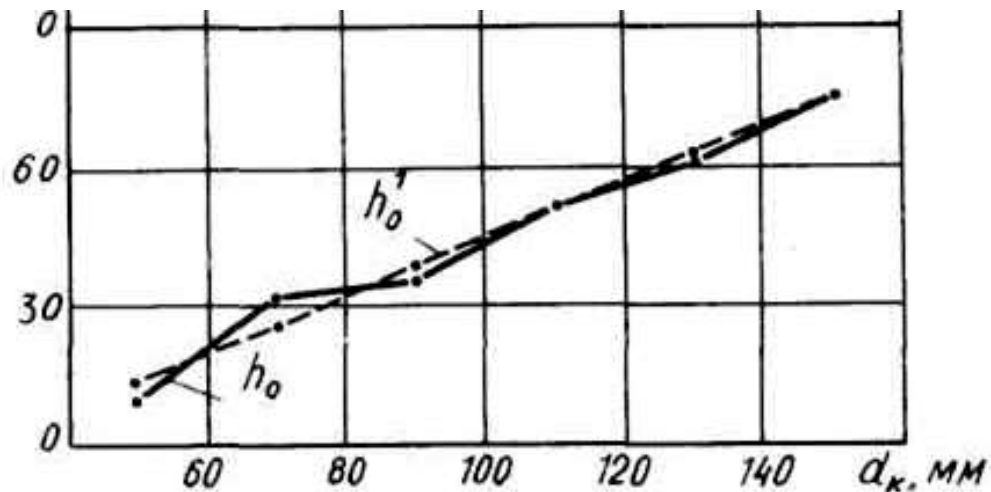


Рисунок 1.6 Залежність між діаметром  $d_k$  і висотою виступання головки коренеплода над поверхнею ґрунту:  $h_o$ ,  $h_2$  — експериментальні й вирівняні значення



Показник	Значення показника
Робота руйнування зв'язків черешків гички з головкою коренеплодів при дотичному прикладенні сили, Дж	33,90
Сила опору коренеплодів зусиллю, Н:	
нахилу (до 10 °)	185...432
вилученню	227... 522

## 1.2 Технології збирання коренеплодів та гички

У цей час, як у вітчизняній, так і в закордонній практиці визначилися два напрямки в механізації збирання гички цукрових буряків:

- зріз гички на пні;
- брання гички й зріз гички в машині.

Перший напрям включає одно-, дво- й трифазне збирання коренеплодів. Однофазне збирання коренеплодів здійснюють прямим комбайнуванням однією машиною — бурякозбиральним комбайном.

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

Двофазне збирання коренеплодів включає збирання гички та викопування коренеплодів з одночасним укладанням їх у валок за один прохід. За другий прохід здійснюють підбір коренеплодів з валка і навантаження їх у бункер або транспортний засіб.

					<i>ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





ність та складність конструкції механізмів вирівнювання даний напрямок у світо- вій практиці механізованого видалення гички цукрових буряків застосування не знайшов.

Збирання коренеплодів здійснюється за наступною технологією:

- підкопування й забір коренеплодів робочими органами і передача їх на сепаруючі робочі органи. Після очищення коренеплодів від землі вони направля- ються в бункер-накопичувач або безпосередньо в кузов транспортного засобу;

- підкопування й укладання коренеплодів у валок з наступним їх підбором спеціальним підбирачем. Якщо гичка зрізається в машині, то спочатку відбуваєть- ся підкопування коренеплодів, брання їх за гичку, вирівнювання голівок і зріз ги- чки. Обрізані коренеплоди направляються в бункер-накопичувач або безпосеред- ньо в кузов транспортного засобу. В зв'язку з тим, що існує багато технологій збирання гички й коренеплодів виникла необхідність розробки нових способів збирання всього біологічного врожаю цукрових буряків.

Таким чином, у світовій практиці переважають гичкозбиральні машини з ріжучими апаратами, що здійснюють зріз гички на корені і цим досягається більш якісне видалення гички при високій їх продуктивності.

### 1.3. Аналіз існуючих конструкцій гичкозбиральних машин

#### 1.3.1 Існуючі конструкції гичкозбиральних машин

На підставі науково-дослідних робіт ІЦБ і ННЦ "ІМЕСГ" УААН було роз- роблено новий енерго-ресурсоощадний спосіб збирання цукрових буряків, який передбачає укладання їх у потужний валок із 30 рядків. [4] Запропонований та розроблений бурякозбиральний комбайн ГКЗК-30 (Рисунок 1.10)

Складається з енергетичного засобу (трактора ХТЗ-16131), на передню наві- ску якого змонтовано гичко-коренезбиральний модуль, а до задньої загрегатовано

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ				

підбирач-валкоутворювач. Перераховані робочі органи послідовно змонтовано на рамі гичко-коренезбирального модуля бурякозбирального агрегату.

Гичкозбиральна машина WIC (Рисунок 1.11) має оригінальну конструкцію робочих органів. Замість традиційного роторного зрізувача гички в ній застосовано тривальний оббивачподрібнювач гички (дефоліатор).

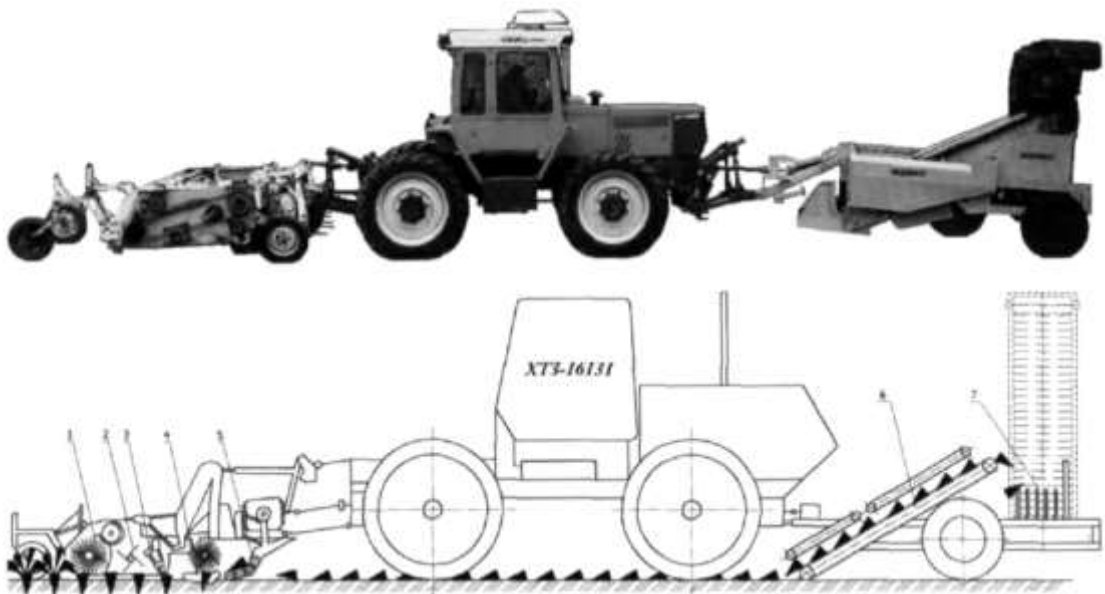


Рисунок 1.10 - Бурякозбиральний комбайн ГКЗК-30

1- ротор гичкорізального апарата; 2- очисник головок коренеплодів; 3- обрізувач головок коренеплодів; 4- викопувальні робочі органи; 5 - шнекові сепаратори.

Робочі органи (била) виготовлено з гуми високої механічної міцності. Робоча частина бил активована металевими вставками, що збільшує силу удару бил під час їх входження в контакт з гичкою. За рахунок високої інтенсивності дії бил гичка подрібнюється на частки малих розмірів і розпорошується в міжряддях, не чинячи негативного впливу на роботу коренезбиральної машини.

Остаточне завершення процесу зрізування гички з коренеплодів здійснюється пасивними ножами-дообрізувачами, які рухаються над кожним з рядків і мають індивідуальну систему копіювання висоти головок коренеплодів. Машина

									ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						20

WIC має пристрій для регулювання відстані робочої частини бил від поверхні землі залежно від виступання основної маси головок коренеплодів.

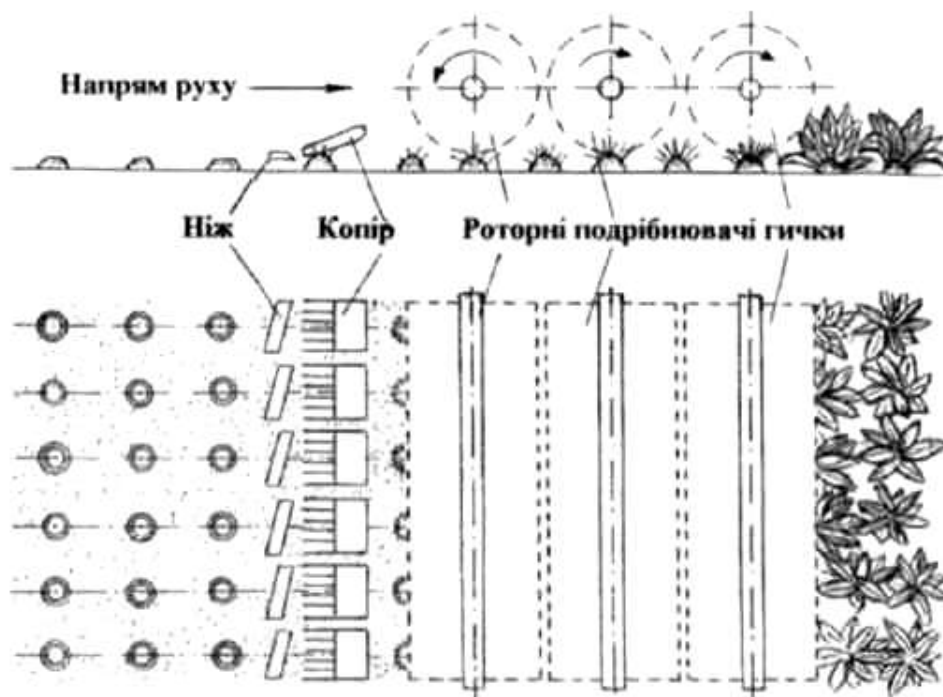


Рисунок 1.11 - Гичкозбиральна машина WIC

Технічні характеристики бурякозбирального комплексу WIC

Тип	Напівпричіпна
Агрегується	3 трактором кл. 1,4
Обсяг одночасного збирання рядків, к-сть	6
Ширина міжрядь, см	45
Робоча швидкість, км/год	4,8-6,5

Машина гичкозбиральна причіпна МБП-6 [ 4 ] Призначена для прибирання гички фабричного і маточного цукрового буряка, кормових коренеплодів і завантаження гички в транспортні засоби. Може бути застосована для подрібнення рослинної маси овочевих культур і бадилля картоплі. Очищувач головок коріння з дообрізувачем гички. Обладнана механізмом підйому гичкозрізувача і очищувача. Агрегується з тракторами класу 1,4-3,0.

						ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			21



Рисунок 1.12 - Машина гичкозбиральна МБП-6

### Характеристики

Модель	МБП-6
Ширина захвату, м	2.70
Кількість збированих рядків, шт.	6.00
Продуктивність, га/год	1,13-2,16
Ширина міжрядь, см	45.00
Робоча швидкість, км/год	6,6-8,0

Машина гичкозбиральна БМ-6Б [ 5 ]. Шестирядна причіпна машина призначена для прибирання гички цукрового буряка з міжряддями 45 см, а також навантаження гички в поряд ідучий транспорт. Працює в комплексі з самохідною коренезбиральною машиною. Має дві трирядні гичкозрізаючі секції. Обладнана гідравлічним слідкуючим пристроєм для ведення по рядках. Універсальна система автоматичного контролю УСАК-6. Пристрій для спрощення введення машини в рядки. Навісний очищувач головок коріння. Підвищена надійність основних вузлів машини за рахунок поліпшення конструкції гичкозрізаючих апаратів, трансмісії, транспортуючих пристроїв, очищувача головок коріння, підвищена якість прибирання гички. Агрегатується з тракторами класу 1,4-3,0.

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



Рисунок 1.13 - Машина гичкозбиральна **БМ-6Б**

### Характеристики

Модель	БМ-6Б
Кількість рядків, що збираються, шт.	6.00
Ширина захвату, м	2.70
Продуктивність, га/год	1,4-2,16
Робоча швидкість, км/год	5,1
Маса, кг	3050.00

#### 1.3.2 Огляд технологічних схем гичкозбиральних машин

За кордоном широко застосовуються збиральні машин, у яких процес видалення гички розділений на декілька операцій. Так, наприклад, у самохідному комбайні А-500 "Volvo" (Швеція), фірми "Куйкен" (Голландія) гичкорізальний апарат видаляє гичку на встановленій висоті відносно рівня ґрунту (рисунок 1.13). За апаратом косильного типу 4 розташований доочисник 3 голівок коренеплодів, який видаляє черешки, що залишилися, після зрізу гички. За доочисником 3 розміщений апарат для точної обрізки голівок коренеплодів, що виконаний у вигляді пасивного копіру 2 і пасивного ножа 1. У французькому бурякозбиральному комплексі "Herriau" застосовується гичкозбиральна машина, у якій перша операція -

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23



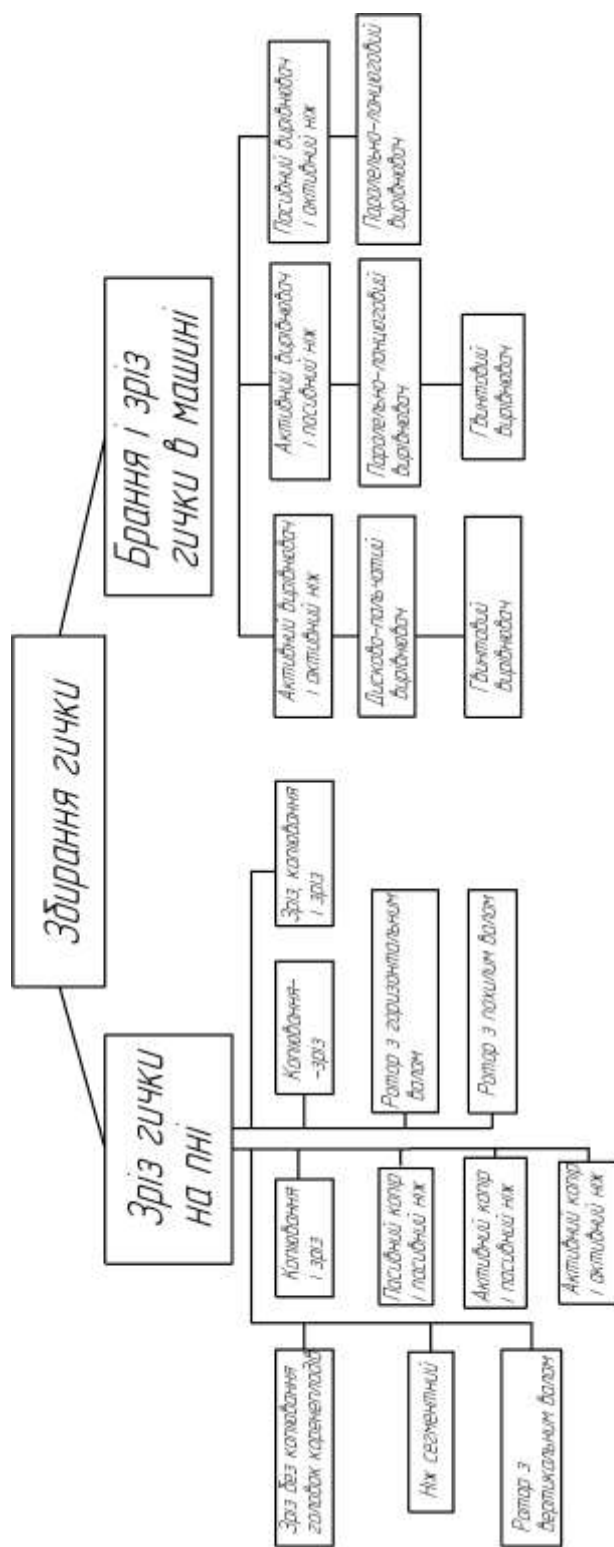


Рисунок 1.25 - Аналіз конструкцій гичкорізальних машин

На підставі проведеної класифікації гичкорізальних апаратів й аналізу їхньої роботи можна зробити наступні висновки:

1. Гичкорізальні апарати, які забезпечують видалення гички без копіювання голівок коренеплодів, прості по конструктивному виконанню й надійні в роботі. Разом з тим, при роботі їм властиві втрати гички або її подрібнення.

2. Гичкорізальні апарати, які копіюють голівки коренеплодів з наступним їх зрізом, мають зростання інерційних зусиль при збільшенні робочої швидкості навіть у тому випадку, коли один елемент активний. Якщо обидва елементи пасивні, відбувається забивання гичкою всього апарата, що приводить до порушення технологічного процесу.

3. Гичкорізальні апарати, що працюють за принципом сполучення в часі процесів копіювання й зрізу, мають простоту конструктивного виконання, але поруч з тим ускладнений процес забору й передачі зрізаної гички. Спостерігається також часткове подрібнення гички.

4. Відомі збиральні машини, у яких процес видалення гички розділений на декілька операцій:

- а) для попередньої обрізки гички, апарат виконаний у вигляді сегментного ножа що здійснює зворотно-поступальний рух:
  - малою продуктивністю;
  - втратами зрізаної гички;
- б) при установці ротора з горизонтальним валом:
  - підвищеним подрібненням гички;
- в) при установці ротора з вертикальним валом:
  - утрудненням підбирання зрізаної гички;
  - втратами зрізаної гички.

Таким чином, гичкозбиральні апарати, які здійснюють зріз гички без копіювання голівок коренеплодів, прості по конструкції, надійні в роботі, стійко виконують технологічний процес і дозволяють підвищити швидкісний режим роботи гичкозбиральних машин без погіршення якості зрізу, збільшити в цілому продуктивність бурякозбирального комплексу.

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

## Висновки

Нашим завдання є розробка гичкозбиральної машини, яка могла б працювати на підвищених швидкостях і задовольняти при цьому агротехнічні вимоги до якості збирання гички. Потреба в гичкозбиральних машинах, які працюють на більших швидкостях зумовлена тим, що існує технологічна несумісність між виконувальними машинами, які можуть працювати значно швидше, та гичкозбиральними. Вітчизняні гичкозбиральні машини працюють на швидкості 1,5 м/с, яка є недостатньою. Зарубіжні їх аналоги працюють на швидкості 2 м/с, але при цьому не виконують агротехнічних вимог по якості збирання гички. Для забезпечення необхідної швидкості роботи гичкозбиральної машини ми вибираємо конструктивну схему, яка буде складатися з роторного гичкоріза та доочисника дообрізка.

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

## 2 ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ЗРІЗУ ГИЧКИ

2.1 Закони розподілень висот виступання головок коренеплодів відносно поверхні ґрунту

В раніше проведених дослідженнях стверджується, що висота виступання головок коренеплодів над поверхнею ґрунту може наближатися до нормального і логарифмічно-нормального розподілень, а також окремому випадку гама-розподілення - закону Ерланга. Для того щоб, обґрунтувати закон розподілення необхідно розглянути причини, які впливають на висоту виступання головок коренеплодів. На розподіл головок коренеплодів відносно поверхні ґрунту впливають властивості сорту та насіння, ґрунтово-кліматичні умови, технологія вирощування (підготовка ґрунту, посів, догляд за посівами). Внаслідок дії цих факторів йде формування висот виступання головок.

Можна припустити, що дія цих факторів в однаковій мірі рівноцінна. На одному гектарі на період збирання повинно бути 80... 100 тисяч рослин. Тоді, виходячи із закону великих чисел, де сказано, що при сумуванні достатньо великого числа випадкових величин закон розподілу суми необмежено наближається до нормального при дотриманні деяких умов. Згідно центральної граничної теореми ця умова формулюється так, що випадкова величина може бути представлена у вигляді суми достатньо великого числа незалежних (або слабо залежних) елементарних складових, кожне з яких окремо взяте порівняно мало впливає на суму. Якщо врахувати, що кожен з вищеприведених факторів розкладається на кілька окремих то можна вважати, що дія кожного окремого фактору на висоту виступання головки буде порівняно малою.

Однак в процесі досліджень, які провели М.М.Зуєв, Л.В.Погорілий, М.В.Татьянко, встановлено, що домінуючим фактором, який значно впливає на висоту виступання головки коренеплодів є відстань між рослинами цукрових бу-

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

ряків в рядку. На розподіл відстаней між коренеплодами в рядку впливають конструктивні особливості сівалок, наявність хвороб і шкідників, схожість насіння яке в свою чергу залежить від якості насіння, кліматичних умов і технології підготовки ґрунту та посіву. Особливо ці фактори впливають при посівах із зменшеними нормами висіву при вирощуванні цукрових буряків без затрат ручної праці.

Але необхідно відмітити, що несприятливі кліматичні умови та шкідники проявляються в окремі роки. При високій агротехніці вирощування нівелюється вплив технології підготовки ґрунту та посіву. При дальшому удосконаленні висівних агрегатів слід очікувати покращення розподілення насіння вздовж рядка. Тому моделювання процесу відходів цукроносної маси та залишків гички ми проведемо для нормального закону розподілення висот виступання голівок коренеплодів.

Встановлено, що математичне сподівання висот виступання головок коренеплодів коливається в межах від 20 до 60 см, а середньоквадратичне відхилення від 5 до 30 см.

Щільність нормального розподілення

$$f(h) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(h-m)^2}{2\sigma^2}\right) \quad 2.1$$

де  $h$  - висота виступання голівок коренеплодів, мм;

$\sigma$  - середньоквадратичне відхилення, мм;

$m$  - математичне сподівання, мм.

Відоме теоретичне дослідження - моделювання процесу безкопінного зрізу [ 6 ]. Суть цієї моделі полягає в підрахунку, з допомогою методів теорії ймовірності, втраченої цукроносної маси та маси гички що залишилися на коренеплодах внаслідок безкопінного зрізу на площі 1 га.

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ				



Рисунок 2.1 - Моделювання процесу зрізу гички

Під терміном «втрачена цукроносна маса» мається на увазі втрачена частина головки коренеплоду, внаслідок зрізу нижче основи зелених листків; під терміном «залишки гички» мається на увазі частина гички, яка залишилася на головці коренеплоду внаслідок зрізу вище основи зелених листків.

Згідно даної моделі закон розподілення висот виступання головок коренеплодів над рівнем ґрунту наближається до нормального. Форма головки коренеплоду і форма пучка гички моделювалась зрізаним конусом.

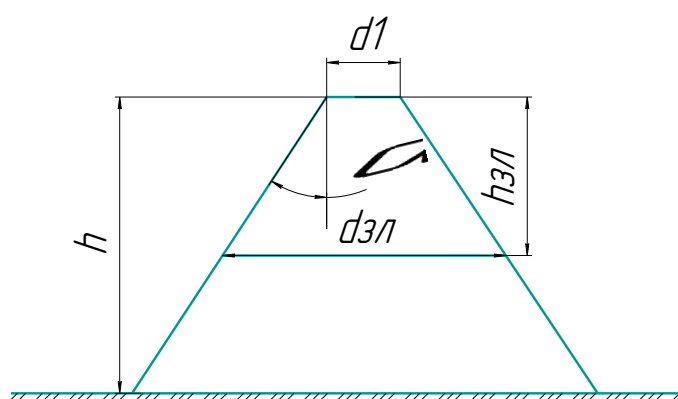


Рисунок 2.2 – Модель головки коренеплода

$\alpha$  – Половина кута конусності коренеплода,  $\alpha \approx 33^\circ$ ;

$h$  – висота головки коренеплода,

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30





В результаті цього дослідження отримані теоретичні залежності для розрахунку відходів цукроносної маси та залишків гички.

Відходи цукроносної маси при безкопінному зрізі:

$$M(h, h_3) = N \cdot F(h, h_3) \int_a^b f(h) dh \quad 2.9$$

$N$  – кількість коренеплодів на одному гектарі

$$BM(h, h_3) = \sum_{a=h_3}^n \left[ N \cdot F\left(\frac{h_n + h_{n+1}}{2}\right) \int_{h_n}^{h_{n+1}} f(h) dh \right] \quad 2.10$$

$$p = \frac{(m + 3\sigma) - h_3}{n} \quad 2.11$$

$p$  і  $n$  – відповідно крок сумування та кількість інтервалів, на які розбиваємо зону зрізу головок коренеплодів

$$BM(h, h_3) = \sum_{a=h_3}^n \left[ N \cdot F\left(\frac{h_n + h_{n+1}}{2}\right) \cdot \left( \frac{h_{n+1} - h_n}{3n} \sum_{j=0}^n c_j \cdot f(h) \right) \right] \quad 2.12$$

Залишки маси гички на коренеплодах

$$M_c(h, h_3) = N \cdot F_c(h, h_3) \int_a^b f(h) dh \quad 2.13$$

$$GM(h, h_3) = \sum_{a=0}^n \left[ N \cdot F_c\left(\frac{h_n + h_{n+1}}{2}\right) \int_{h_n}^{h_{n+1}} f(h) dh \right] \quad 2.14$$

$$p = \frac{(m + 3\sigma) - (m - 3\sigma)}{n} \quad 2.15$$

$p$  і  $n$  – відповідно крок сумування та кількість інтервалів, на які розбиваємо зону зрізу головок коренеплодів

$$GM(h, h_3) = \sum_{a=hz}^n \left[ N \cdot F_c \left( \frac{h_n + h_{n+1}}{2} \right) \cdot \left( \frac{h_{n+1} - h_n}{3n} \sum_{j=0}^n c_j \cdot f(h) \right) \right] \quad 2.16$$

де  $n$  - кількість інтервалів на які розбивається зона зрізу головки коренеплоду;

$N$  - кількість коренеплодів на одиниці площі;

$F = f(h, h_3)$  - функція, за якою визначаються відходи цукроносної маси в певному інтервалі висот виступання головок коренеплодів;

$F_c = f(h, h_3)$  - функція, за якою визначаються залишки гички в певному інтервалі висот виступання головок коренеплодів;

$h_i$  і  $h_{i+1}$  - межі інтервалу;

$c_j$  - члени ряду,  $c_j = 1, 4, 2, 4, 2, \dots, 2, 4, 1$ ;

$f(h)$  - функція щільності нормального розподілення.

По цих залежностях проведений розрахунок на ЕОМ з використанням програми Microsoft Office Excel та інтегрованого в неї середовища програмування VBA та побудовані графіки залежності відходів цукроносної маси та залишків гички від висоти зрізу та математичного сподівання нормального розподілення.

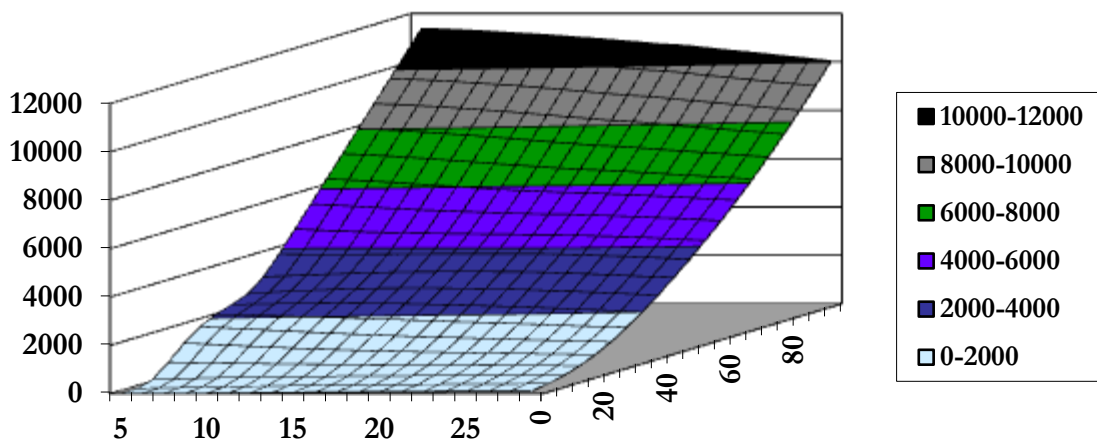


Рисунок 2.5 - Залишки гички на коренеплодах при безкопінному зрізі та математичному сподіванні нормального розподілення  $m=40$



Таблиця 2.1 - Значення висоти безкопінного зрізу при відходах цукроносно-ної маси не більше 5%

Уро-жай-ність, т/га	Агротехнічні вимоги за відходами цукроносно-ної маси - 5%, т/га	Середньоквадратичне відхи-лення, мм					Агротехнічні вимоги за відходами цукроно-сної маси - 1,5%, т/га
		5	10	15	20	25	
20	1	20	25	30	35	45	0,3
		1,25	1,6	1,8	2,1	3,1	
25	1,25	16	18	23	26	35	0,375
		1	1,1	1,2	1,25	1,75	
30	1,5	13	16	20	25	33	0,45
		0,6	0,7	1	1,28	1,8	
35	1,75	12	14	17	23	30	0,525
		0,3	0,51	0,8	1,1	1,6	
40	2	10	13	16	21	27	0,6
		0,24	0,5	0,7	0,95	1,5	
45	2,25	8	11	14	18	25	0,675
		0,25	0,35	0,5	0,8	1,23	
50	2,5	7	9	13	17	23	0,75
		0,24	0,25	0,4	0,6	1,05	
55	2,75	6	7	11	16	22	0,825
		0,15	0,25	0,35	0,65	1,0	
60	3	4	6	10	14	20	0,9
		0,11	0,13	0,3	0,55	0,8	

Висновки

### 3 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

#### 3.1 Будо́ва та принцип роботи гичкозбиральної машини

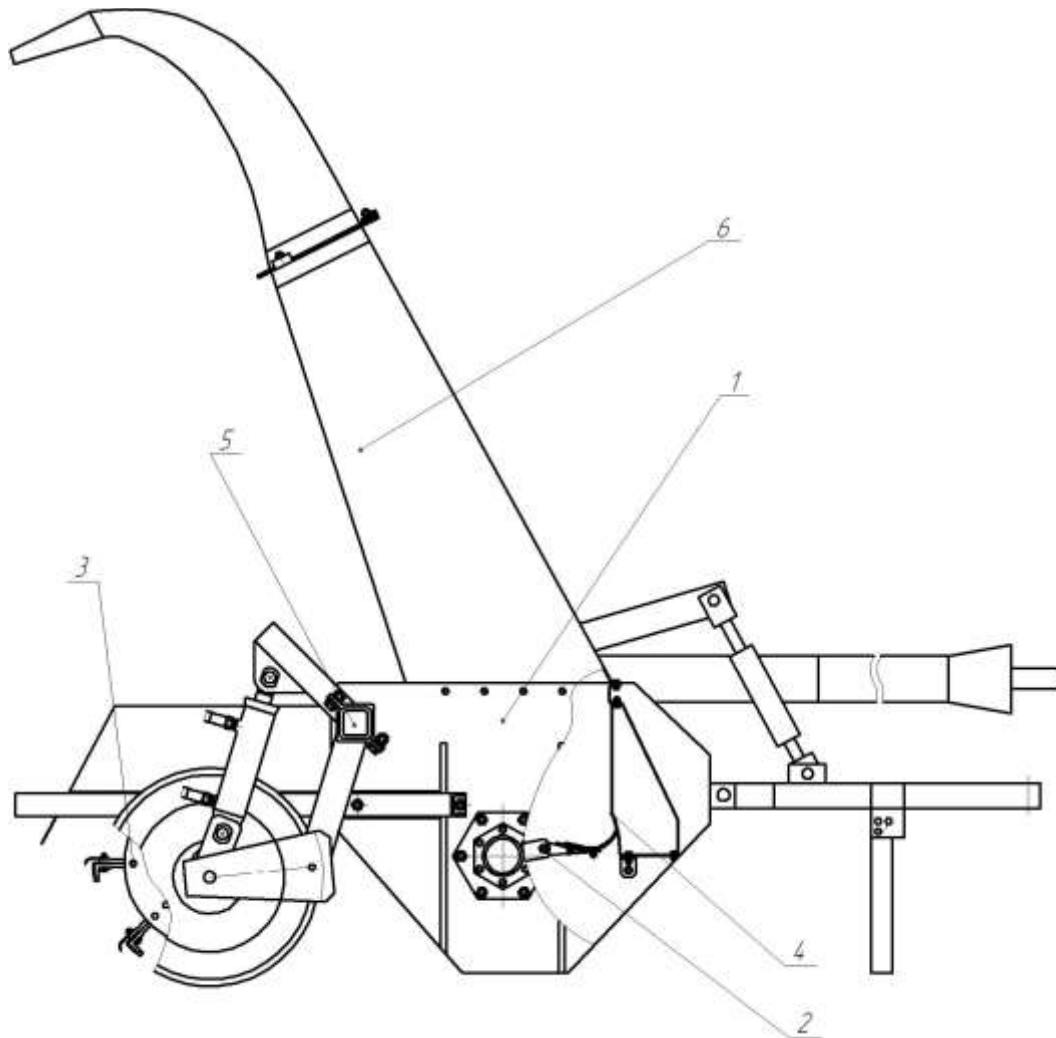


Рисунок 2.1 - Схема гичкозбиральної машини

1 - рама; 2 - ротор з ножами; 3 - доочисник-дообрізувач; 4 - дефлектор; 5 - механізм підйому; 6 - кожух для транспортування гички;

Нами розроблена нова універсальна гичкозбиральна машина, що виконує технологічний процес за принципом косарки-подрібнювача і асиметрично агрегується з колісним трактором (рисунок 3.1). У цій машині застосовується ротацій-

						ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			37

ний гичкорізальний апарат, в якому зрізуючі ножі мають дугоподібну форму і обертаються у повздовжньо-вертикальній площині.

Машина зрізає пучки і листя гички, а також рослини, що є на буряковій плантації, і транспортує зрізану масу в кузов транспортного засобу, що рухається поруч. Технологічний процес збирання гички цукрового буряка відбувається таким чином. При русі трактора по рядках коренеплодів буряків, копіювальні колеса механізму підйому 5, що розташовані у задній частині машини, встановлюють ротор 2 з ножами на потрібну висоту зрізу. Ножі мають дугоподібну форму, шарнірно встановлені на циліндричній твірній і довжині ротора 2 таким чином, що забезпечується перекриття ними всієї ширини захвату, обертаються з великою частотою, що забезпечує зрізання всього масиву гички. Абсолютна швидкість кінців лез дугоподібних ножів для зрізання гички дорівнює 20-25 м/с. Зрізана дугоподібними ножами гичка рухається у верхню частину кожуха 6 і вивантажується в кузов транспортного засобу, що рухається поруч або розподіляється по зібраному полю. Остаточо технологічний процес збирання гички відбувається при зрізанні безпосередньо головок коренеплодів встановленим позаду доочисником-дообрізувачем активного типу 3. Основними перевагами гичкозбиральної машини ротаційного типу є те, що, маючи усього лише один робочий орган - ротор з ножами, вона забезпечує якісне зрізання основної маси гички і транспортування її у транспортний засіб, що рухається поруч, або може розкидати подрібнену гичку на зібрану частину бурякового поля. Гичкозбиральна машина універсальна, має високу надійність і може бути використана як ротаційна косарка (тобто може якісно зрізати різний травостій заввишки до 1 м).

3.2. Основні недоліки в роботі КДР-1,5 та алгоритм удосконалення конструктивно-технологічних параметрів

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Нашим завдання є розробка гичкозбиральної машини, яка могла б працювати на підвищених швидкостях і задовольняти при цьому агротехнічні вимоги по якості збирання гички. Потреба в гичкозбиральних машинах, які працюють на більших швидкостях зумовлена тим, що існує технологічна несумісність між виконавальними машинами, які можуть працювати значно швидше, та гичкозбиральними. Вітчизняні гичкозбиральні машини працюють на швидкості 1,5 м/с, яка є недостатньою. Зарубіжні їх аналоги працюють на швидкості 2 м/с, але при цьому не виконують агротехнічних вимог по якості збирання гички. Для забезпечення необхідної швидкості роботи гичкозбиральної машини ми вибираємо конструктивну схему, яка буде складатися з роторного гичкоріза та доочисника дообрізка.

Для реалізації даної конструктивної схеми можна використати косарку-подрібнювач КДР-1,5, дообладнавши її доочисником головок коренеплодів. Випробування КДР-1,5 в якості гичкозбиральної машини показали, що в її роботі існують певні недоліки. До недоліків гичкозбиральної машини слід віднести подрібнення гички в разі її збирання в кузов транспортного засобу, деяке забруднення зібраної маси гички ґрунтовими домішками (особливо при роботі на сухому ґрунті), забивання транспортуючого кожуха гичкою.

Для усунення забивання кожуха та покращення руху зрізаних частинок ми розробили наступний алгоритм удосконалення конструктивно-технологічних параметрів (рисунок 3.2).

### 3.3 Визначення режимів роботи машини

Проведемо теоретичне дослідження роботи ротаційного гичкорізального апарата гичкозбиральної машини з метою визначення його оптимальних режимів роботи. Розглянемо гичкорізальний апарат у повздовжньо-вертикальній площині й представимо його у вигляді ротора, на периферії якого розташовані дугоподібні ножі, що встановлені шарнірно (рисунок 3.3).

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Ротор рухається поступально (напрямок швидкості  $V_m$  поступального руху показаний стрілкою) і одночасно обертається в напрямку, що співпадає з напрямком поступального переміщення.

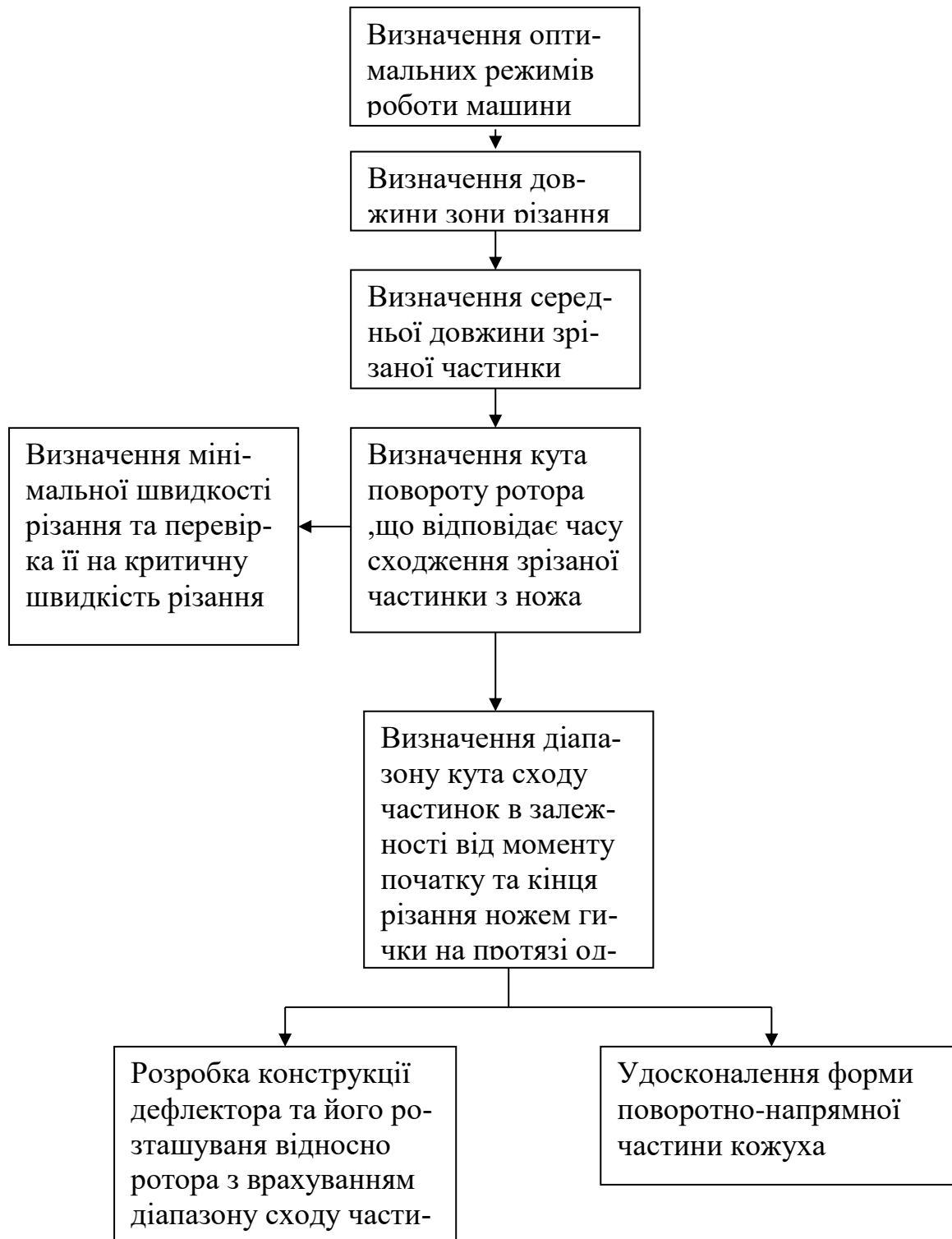


Рисунок 3.2 - Алгоритм удосконалення конструктивно-технологічних параметрів КДР-1,5



$$S = \frac{V_m}{\omega} \arccos\left(\frac{\delta}{R}\right) + \sqrt{R^2 - \delta^2} \quad 3.1$$

де  $V_m$  - поступальна швидкість машини, м/с;

$\omega$  - кутова швидкість кінця ножа ротора, рад/с;

$R$  - радіус ротора, м ;

$\delta$  - відстань від осі ротора до вершин гички, м.

Від довжини зони різання залежить рівномірність розмірів зрізаних частинок стебла. Аналізуючи дану залежність, можна зробити висновок, що величина  $S$  залежить від поступальної швидкості машини, кутової швидкості ножа та конструктивних параметрів машини. Для визначення оптимальної довжини зони різання побудуємо графік (рисунок 3.3) її залежності від кутової швидкості ротора та поступальної швидкості машини при таких конструктивних параметрах:  $R = 0,3$  м,  $\delta = 0,25$  м.

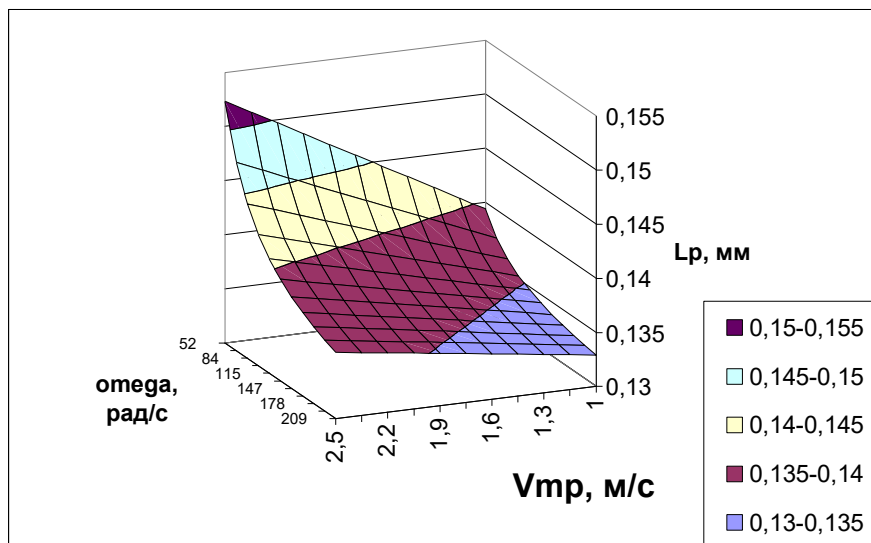


Рисунок 3.4 - Графік залежності довжини зони різання від кутової швидкості ротора та поступальної швидкості машини

Вибираємо режим роботи машини при поступальній швидкості 1,6 м/с та кутовій швидкості кінця ножа ротора  $\omega = 115$  рад/с ( $n = 1100$  об/хв). При роботі машини в даному режимі довжина зони різання буде знаходитись в межах 0,134-0,136 м.



Середня довжина зрізаної частинки при певних конструктивних параметрах машини залежить від величини подачі на один оберт ножа та висоти гички. Для визначення середньої довжини різання ми побудували графіки залежності її від поступальної швидкості машини та частоти обертання ротора (рисунок 1.3.)

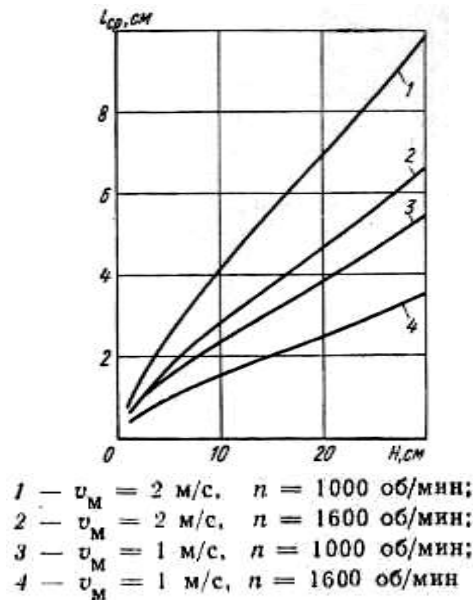


Рисунок 3.6 - Залежності середньої довжини зрізаної частинки  $l_{cp}$  від висоти гички при різних швидкостях машини та величини подачі на один оберт при різній висоті гички.

При вибраному режимі роботи середня довжина зрізаної частинки, згідно графіка (рисунок 3.6), буде складати 6 см.

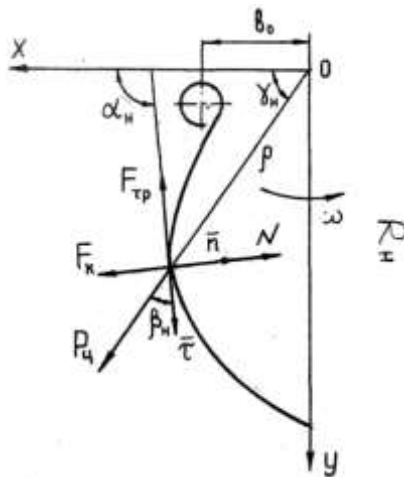
### 3.5 Перевірка швидкості різання даного ротора на критичну швидкість різання

Критичну швидкість різання можна визначити аналітично за формулами В.П. Горячкіна, виходячи з припущення, що імпульс  $P\Delta t = C_1$  для зрізання залишається постійним, визначив залежність :





Умовою нормалізованої машини є приймальний кожух у роту ротора. Дане пи-



льної роботи роторної гичковикидання зрізаної маси в певному діапазоні кута поворотання розглянуте в роботі .

Рисунок 3.8 - Схема дії сил на частинку, що рухається по ножу

Рух частинок гички по поверхні ножа ( рисунок 1.6), профіль якого представлений лінійним відносно невідомих коефіцієнтів  $a_i$  рівнянням, розраховується за системою рівнянь 1.7 [ ]:

$$x = \sum_{i=0}^n a_i (Q - y)^{i/2}$$

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$k = \frac{-\sum_{i=0}^n i(i-2)a_i(Q-y)^{\frac{i-4}{2}}}{4 \left[ 1 + \left( \frac{1}{2} \sum_{i=0}^n i a_i (Q-y)^{\frac{i-2}{2}} \right)^2 \right]^{3/2}}$$

$$\gamma_n = \arctg(y/x), \gamma_n \geq 0$$

3.8



При середньому розмірі зрізаної частинки  $l_{cp} = 60$  мм та радіусі ротора гичкоріза  $R_n = 300$  мм кут повороту ротора за, який відбувається схід зрізаної частинки з ножа становить  $\varphi = 65^{\circ}$ .

3.7 Визначення діапазону кута сходу частинок в залежності від моменту початку та кінця різання ножем гички на протязі одного оберту ротора

Для розміщення направляючого кожуха для транспортування гички та визначення кута його нахилу необхідно знати в якій зоні кута повороту ротора гичкоріза буде відбуватися схід зрізаних частинок та їх траєкторію.

Нехай початку даної зони буде відповідати кут  $\varphi_0$ , а кінцю -  $\varphi_1$ . Кут  $\varphi_0$  можна визначити як суму кутів початку різання та кута сходу частинки з лопатки ножа  $\varphi$ .

Кут  $\varphi_1$  можна визначити як суму кутів кінця різання  $\varphi_k$  та кута сходу частинки з лопатки ножа  $\varphi$ . Куту початку різання відповідає кут повороту ротора гичкоріза при, якому кінець ножа перебуває у точці  $a$  (рисунок 3.9).

Будемо ввжати його за початковий  $\varphi_0=0$ . Отже початковим кутом при якому відбувається схід частинок з ножа буде кут  $\varphi_n = 65^{\circ}$ . Куту кінця різання  $\varphi_1$  відповідає кут повороту ротора при, якому кінець ножа перебуває у точці  $c$ .

$$\varphi_1 = \arccos(\delta/R) \quad 3.9$$

де  $\delta = R-h=0,3-0,25 = 0,05$  м

$$\varphi_1 = \arccos(0,05/0,3) = 81^{\circ}$$

Тоді

$$\varphi_k = \varphi_k + \varphi \quad 3.10$$

$$\varphi_k = 81^{\circ} + 65^{\circ} = 146^{\circ}$$

Отже частинки сходять з лопатки ножа ротора в діапазоні кута повороту ротора гичкоріза від  $65^{\circ}$  до  $146^{\circ}$

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

У визначеному діапазоні кутів сходу зрізаних частинок з ножа розташовуємо направляючий дефлектор. Він буде виконувати функцію утримування частинок від передчасного сходження з ножа та спрямування їх в транспортуючий кожух. Напрямок встановлення транспортуючого кожуха визначаємо по дотичній до направляючого дефлектора.

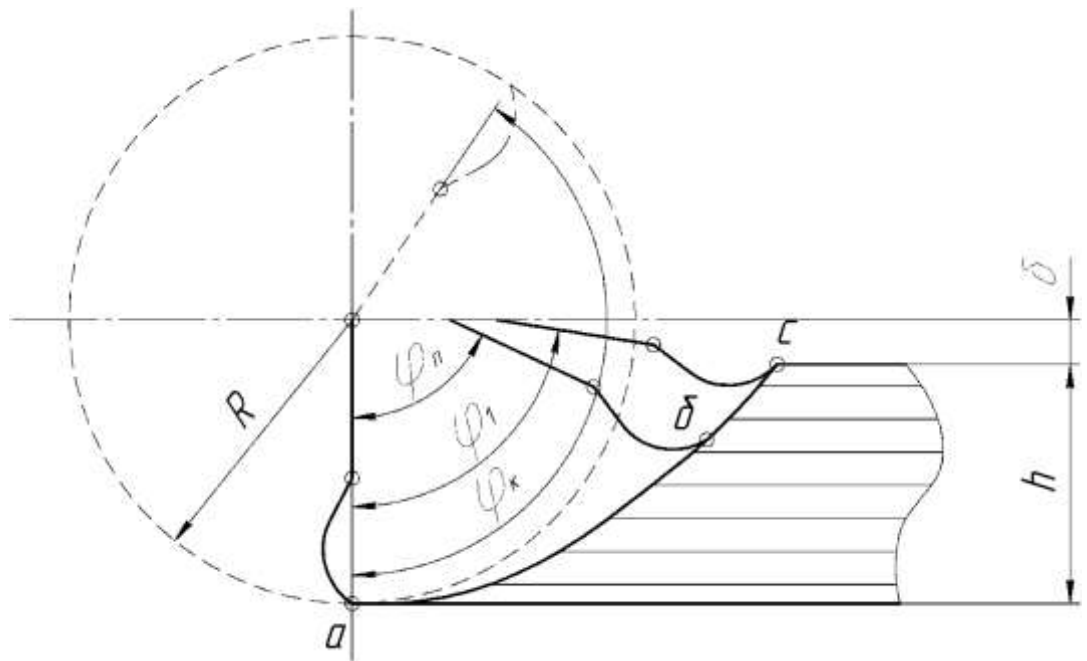


Рисунок 3.9 - Схема для визначення діапазону сходу частинок з ножа ротора.

### 3.8 Удосконалення форми поворотно-напрямної частини кожуха

На процес викидання гички впливають не тільки параметри ротора та геометрія ножа, але й форма і профіль поворотно-напрямної частини кожуха. У випадку неоптимального вибору профілю можливе його забивання або ускладнений рух гички по його поверхні. Усунення цього недоліку можливе, якщо виконується умова, при якій можливий післяударний рух гички по поверхні кожуха

$$\alpha_1 < \pi/2 - \varphi_m \tag{3.11}$$

де  $\varphi_m$  - кут тертя гички по матеріалу кожуха.

Також можна досягти кращого викидання гички шляхом підвищення частоти обертання ротора, але це приведе до підвищених затрат енергії. Тому потрібно йти шляхом оптимізації поворотно-напрямної частини кожуха.

Так, як гичка зрізається ротором при великому діапазоні кута його повороту з різною довжиною зрізаних частинок, вона вдаряється до поверхні кожуха в різних точках по довжині його профілю. Тому необхідно, щоб по всій довжині профілю направляючого кожуха виконувалась умова 3.11.

Оптимальне значення кута  $\alpha_1$  визначили виходячи з диференціального рівняння руху гички по твірній кожуха:

$$\rho'' = \rho'^2 \frac{u(u + v\sqrt{\rho^2 - u^2}) - fv\rho^2}{\sqrt{\rho^2 - u^2}(\sqrt{\rho^2 - u^2} - uv)\rho} - \frac{q(\sqrt{\rho^2 - u^2} - uv)}{\rho^2(1 + v^2)}, \quad 3.12$$

$$\cdot [((\sqrt{\rho^2 - u^2} - uv)(\sin\psi + f \cos\psi) - (u + v\sqrt{\rho^2 - u^2}) \cdot (f \sin\psi - \cos\psi)]$$

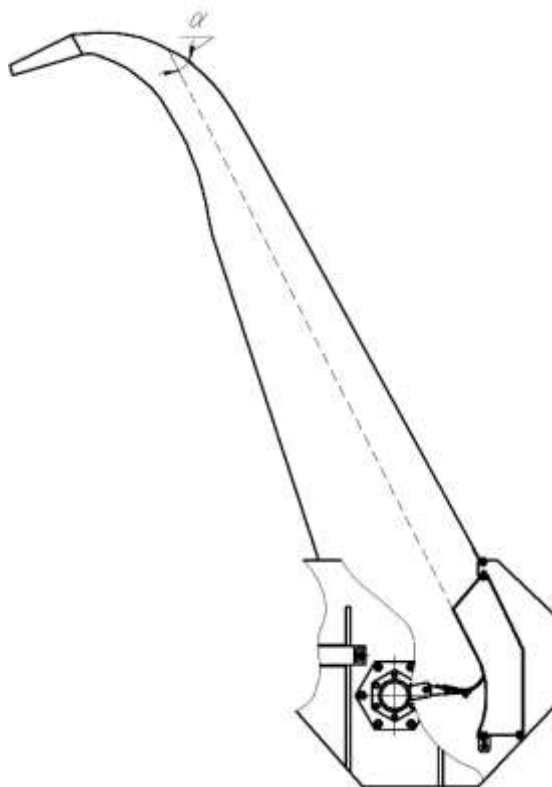


Рисунок 3.10 - Схема для розрахунку параметрів поворотно-напрямної частини кожуха

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

В результаті розрахунків встановлено, що оптимальне значення кута  $\alpha_1$  складає  $31^\circ$ . Проектуємо поверхню поворотно-напрямної частини кожуха таким чином, щоб частинки гички, які вилетіли з нижньої частини та дефлектора вдарялися під кутом  $31^\circ$  (рисунок 3.10). В такому випадку відбувається безударний подальший рух частинок.

### 3.9 Обґрунтування параметрів очисника-дообрізчика

#### 3.9.1 Обґрунтування функціональної схеми доочисника головок коренеплодів

Взаємодія гнучких робочих органів очисників(ОГК) з головками коренеплодів цукрових буряків на даному етапі недостатньо теоретично дослідженна. Тому теоретично прогнозувати якість роботи ОГК, що проектується, неможливо. Але на даному етапі накопичилось достатньо експериментальних досліджень різних типів ОГК.

Загальним критерієм оцінки експериментальних досліджень, в даному випадку, може бути інтенсивність взаємодії - кількість ударів очисника на діаметр пройденого шляху. Скориставшись відомими дослідженнями залежності якості роботи ОГК від кількості лопатей на очиснику. Дана залежність зображена на рисунку 3.11.

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

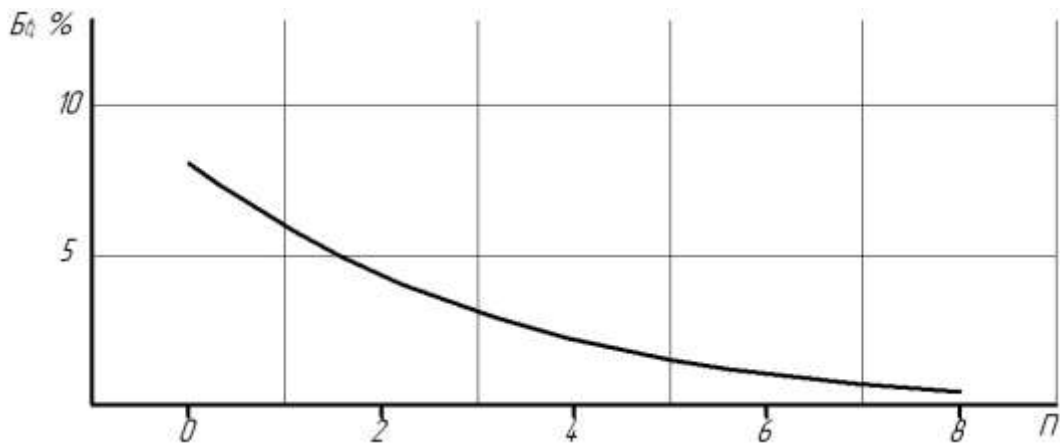


Рисунок 3.11 - Вплив числа лопатей очисника на залишки гички на коренеплодах при  $n = 545 \text{ хв}^{-1}$  та  $V = 1,5 \text{ м/с}$ .

Якщо відомо, що частота обертання вала очисника  $n = 545 \text{ хв}^{-1}$ , а поступальна швидкість  $V = 1,5 \text{ м/с}$ , то легко підрахувати за нижчеприведеною формулою інтенсивність взаємодії

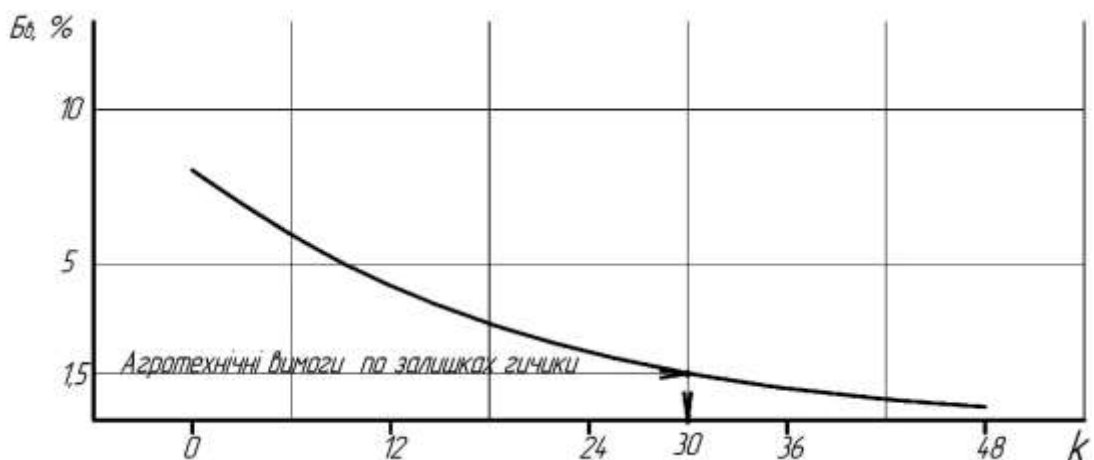
$$k = \frac{n \cdot z}{V \cdot 60}, \quad 3.13$$

де  $n$  - частота обертання вала очисника, об/хв;

$z$  - кількість лопатей на очиснику;

$V$  - поступальна швидкість руху машини.

Представимо залежність якості очищення (рисунок 3.12) від інтенсивності взаємодії



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рисунок 3.12 - Вплив кількості взаємодій лопатей з головою коренеплодів на залишки гички на коренеплодах.

Проведемо на графіку (рисунок 3.12) горизонталь, яка відповідає агротехнічним вимогам по якості очищення. На перетині її з графіком отримаємо значення відповідної кількості взаємодій  $k = 22,5$ , приймаємо  $k = 22$ . Визначимо кількість лопатей для забезпечення даної кількості взаємодій при частоті обертання  $n = 1000$  об/хв

$$z = \frac{k \cdot V \cdot 60}{n} \quad 3.14$$

$$z = \frac{30 \cdot 2 \cdot 60}{1000} = 3,6$$

Приймаємо  $z = 4$ .

3.9.2. Дослідження впливу висоти виступання головок коренеплодів на кількість взаємодій з ними лопатей очисника

З метою більш глибокого вивчення процесу відокремлення гички і удосконалення робочих органів визначимо вплив висоти виступання головок коренеплодів, конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи ОГК на час контакту і кількість ударів по коренеплоду.

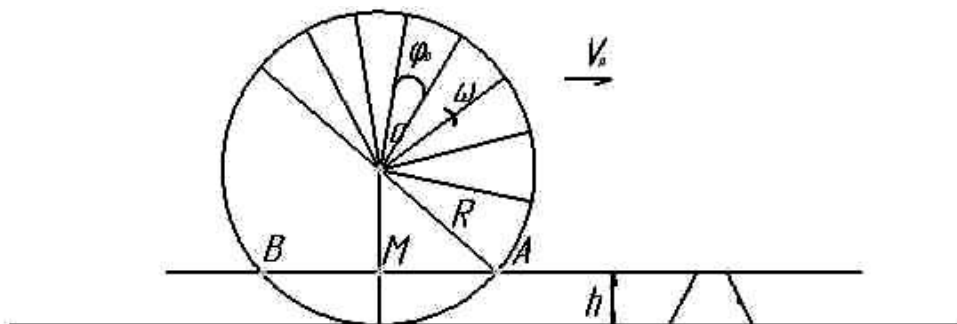


Рисунок 3.13 - Схема до розрахунку кількості взаємодій ОГК з головкою коренеплоду.

Кількість взаємодій очисника з головкою коренеплоду визначимо за формулою:

$$k = t_k \cdot \nu, \quad 3.15$$

де  $t_k$  – час перебування головки коренеплоду в контакті з ОГК, с;

$\nu$  - кількість (частота) взаємодій ОГК з головкою коренеплоду за одиницю часу,  $s^{-1}$ .

Контакт головки коренеплоду з ОГК згідно схеми буде проходити від т. А до т. В. Звідси час контакту визначимо:

$$t_k = AB / V_n = 2MA / V_n, \quad 3.16$$

довжину МА визначимо з прямокутного трикутника ОМА:

$$MA = \sqrt{R^2 - OM^2}.$$

Враховуючи, що  $OM = R - h$ , запишемо:

$$MA = \sqrt{2Rh - h^2}$$

Підставивши значення МА у вираз (2) отримаємо:

$$t_k = 2 \sqrt{2Rh - h^2} \quad 3.17$$

Частота взаємодії ОГК з головкою коренеплоду буде залежати від кількості очисних елементів  $Z$  і частоти обертання ротора  $\nu_o$ :

$$\nu = \nu_o \cdot Z,$$

Якщо врахувати, що  $\nu_o = \omega / 2\pi$ , то звідси:

$$\nu = \omega Z / 2\pi \quad (4).$$

Підставивши значення  $\nu$  і  $t_k$  у вираз (1), отримаємо:

$$k = \omega Z / \pi V_n \sqrt{2Rh - h^2} \quad 3.18$$

Кількість ударів завжди буде натуральне число.

Аналізуючи вираз (5), можна зробити висновок, що  $k$  прямо пропорційно залежить від кутової швидкості ротора і кількості очисних елементів, обернено про-

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

порційна від поступальної швидкості машини. Для вивчення характеру залежності побудуємо графік залежності  $k=f(h)$ .

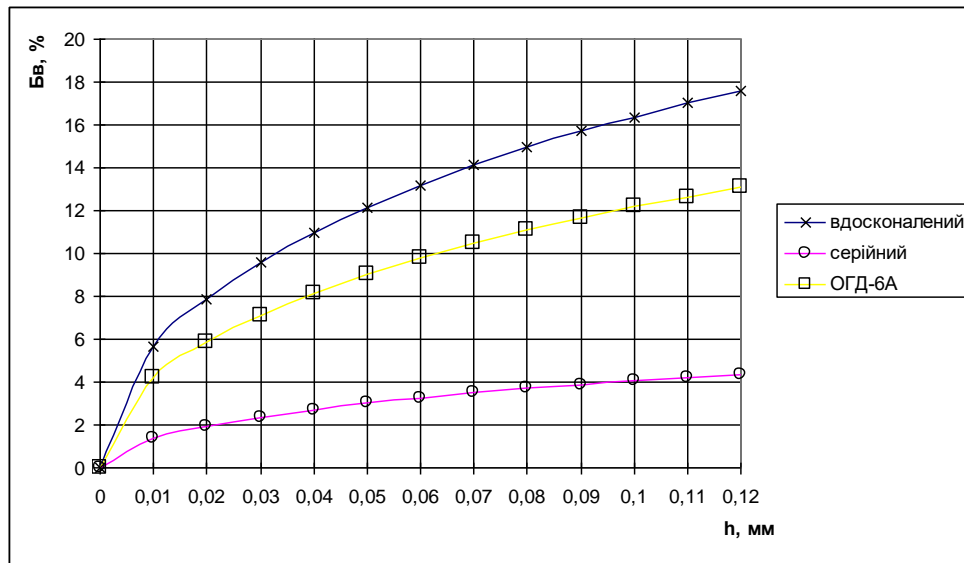


Рисунок 3.14 - Графік залежності  $k=f(h)$ .

Кількість контактних взаємодій (рисунок 3.14) для головок коренеплодів, які розміщені на рівні ґрунту і нижче рівна нулю. Отже, для високоефективного очищення низкорозташованих коренеплодів необхідно застосувати зріз або більш ефективні очисні робочі органи.

### 3.10 Розрахунок клинопасової передачі

Для розрахунку клинопасової передачі нам відомо:

- частота обертання ведучого і веденого вала  $n_1=1000 \text{ хв}^{-1}$ ,  $n_2=1000 \text{ хв}^{-1}$
- потужність яка передається  $N=18,5 \text{ кВт}$

Вибір діаметра паса виконуємо по номограмі в залежності від потужності, що передається, та частоти обертів шківів. (рисунок 4.3 ). Приймаємо клиновий пас вузького перерізу тип УА.

Вибираємо діаметр меншого шківів  $d_1=125 \text{ мм}$ . (табл. 5.4) [ ]

Вибираємо діаметр веденого шківів:

$$d_2 = d_1 = 125 \text{ мм}; \quad (3.19)$$

Визначимо орієнтовне значення міжосьової відстані  $a$ , мм:

$$a \geq 1,5(d_1 + d_2), \quad (3.20)$$

$$a \geq 1,5(125 + 125) = 375 \text{ (мм)}.$$

Визначимо розрахункову довжину паса:

$$l = 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}; \quad (3.21)$$

$$l = 2 \cdot 375 + \frac{3,14}{2}(125 + 125) + \frac{(125 - 125)^2}{4 \cdot 375} = 1142,5 \text{ (мм)}.$$

Розрахункову довжину округлюємо до найближчої стандартної довжини паса за ГОСТ 12841 – 80  $L_p = 1200$  мм.

Уточнимо значення міжосьової відстані по стандартній довжині:

Визначаємо остаточну міжосьову відстань:

$$a = \frac{1}{8} \left[ 2 \cdot l - \pi \cdot (d_2 - d_1) + \sqrt{(2 \cdot l - \pi \cdot (d_2 - d_1))^2 - 8 \cdot (d_2 - d_1)^2} \right]; \quad (3.22)$$

$$a = \frac{1}{8} \left[ 2 \cdot 1200 - \pi \cdot (125 - 125) + \sqrt{(2 \cdot 1200 - \pi \cdot (125 - 125))^2 - 8 \cdot (125 - 125)^2} \right] = 293,88 \text{ (мм)};$$

Кут обхвату ведучого шківів слід розраховувати за такою формулою:

$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a}; \quad (3.23)$$

$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{125 - 125}{293,88} = 180^\circ.$$

Колову швидкість ременя, м/с розраховуємо за такою формулою:

$$v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 10^3}; \quad (3.24)$$

де  $d_1$  – розрахунковий діаметр меншого шківів, мм;

$n_1$  – частота обертання меншого шківів, (1000 хв<sup>-1</sup>).

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$v = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 1000}{60 \cdot 10^3} = 6,54 \text{ (м/с)}.$$

Розраховуємо допустиму потужність передачі  $[P_n]$ , кВт одним пасом:

$$[P_n] = [P_0] \cdot C_p \cdot C_\alpha \cdot C_l, \quad (3.25)$$

де  $[P_0]$  – допустима приведена потужність передачі з одним пасом, (таблиця 4.5 [ ]);

$C_p$  – коефіцієнт динамічності і режиму роботи ( $C_p = 1,1$ );

$C_\alpha$  – коефіцієнт кута обхвату ( $C_\alpha = 0,98$ );

$C_l$  – коефіцієнт що враховує довжину паса ( $C_l = 0,99$ ).

$$[P_n] = 10 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 9,8 \text{ (кВт)}.$$

Визначаємо число пасів в передачі для забезпечення середнього ресурсу експлуатації:

$$z = P_{ном} / [P_n], \quad (3.26)$$

де  $P_{ном}$  – номінальна потужність двигуна, (18,5 кВт).

$$Z = \frac{18,5}{10} = 1,85.$$

Приймаємо кількість пасів  $z = 2$ .

Сила попереднього натягу ремня, Н:

$$F_0 = \frac{850 \cdot P_{ном} \cdot C_l}{z \cdot v \cdot C_\alpha \cdot C_p}, \quad (3.27)$$

$$F_0 = \frac{850 \cdot 18,5 \cdot 0,99}{2 \cdot 6,54 \cdot 0,98 \cdot 1,1} = 1104 \text{ (Н)}.$$

Визначимо окружну силу, Н:

$$F_t = P_{ном} \cdot 10^3 / v, \quad (3.28)$$

$$F_t = 18,5 \cdot 10^3 / 6,54 = 2828 \text{ (Н)};$$

Визначимо силу натягу ведучої і веденої гілок, Н:

$$F_1 = F_0 + F_t / 2z; \quad (3.29)$$

$$F_1 = 1104 + 2828 / (2 \cdot 2) = 431 \text{ Н}.$$

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$F_2 = -F_1 = -431 \text{ Н.}$$

Визначимо силу тиску на вал, Н:

$$F_{on} = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}; \quad (4.25)$$

$$F_{on} = 2 \cdot 1104 \cdot 2 \cdot \sin \frac{174}{2} = 4409 \text{ Н.}$$

Перевіримо міцність паса по максимальним навантаженням в розрізі ведучої вітки  $\sigma_{\max}$ , Н/мм<sup>2</sup>:

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_u + \sigma_v \leq [\sigma]_p, \quad (3.30)$$

де  $\sigma_1$  - напруження розтягу, Н/мм<sup>2</sup>;

$\sigma_u$  - напруження розтягу, Н/мм<sup>2</sup>;

$\sigma_v$  - напруження розтягу, Н/мм<sup>2</sup>;

$[\sigma]_p$  - допустиме напруження розтягу, Н/мм<sup>2</sup>.

Напруження розтягу Н/мм<sup>2</sup>:

$$\sigma_1 = \frac{F_0}{A} + \frac{F_t}{2 \cdot A}; \quad (3.31)$$

де  $A$  – площа перерізу паса, мм<sup>2</sup>;

$$\sigma_1 = \frac{1104}{950} + \frac{2828}{2 \cdot 950} = 2,6 \text{ Н/мм}^2$$

Напруження згину, Н/мм<sup>2</sup>:

$$\sigma_u = E_u \cdot \frac{h}{d_1}, \quad (3.32)$$

де  $E_u = 80 \dots 100 \text{ мм}^2$  модуль повздовжньої жорсткості при згині для гумових пасів;

$h$  - висота перерізу клинового паса, мм (таблиця К31 [29]);

$$\sigma_u = 90 \cdot \frac{10}{125} = 7,2 \text{ Н/мм}^2$$

Напруження від відцентрової сили, Н/мм<sup>2</sup>:

$$\sigma_g = \rho \cdot v^2 \cdot 10^{-6}; \quad (3.33)$$

де  $\rho$  - густина матеріалу ремня, кг/м<sup>3</sup> (для клинових пасів  $\rho = 1250 \dots 1400 \text{ кг/м}^3$ );

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$\sigma_g = 1300 \cdot 6,54^2 \cdot 10^{-6} = 0,028 \text{ (Н/мм}^2\text{)}.$$

Допустиме напруження розтягу, Н/мм<sup>2</sup> для клинових ременів становить  $[\sigma]_p = 10 \text{ Н/мм}^2$ .

Отже, за формулою 4.26:

$$\sigma_{\max} = 2,6 + 7,2 + 0,028 = 9,8 \leq [\sigma]_p.$$

### 3.11 Розрахунок вала очисника

#### 3.11.1 Попередній розрахунок вала очисника

Попередній розрахунок проводимо на кручення по допустимих напруженнях.

Діаметр вихідного кінця вала при допустимому напруженні

$$[\tau] = 25 \text{ Мпа}$$

$$d = \sqrt{\frac{16T_k}{\pi \cdot [\tau_k]}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 15 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = 50,29 \text{ мм} \quad 3.34$$

Приймаємо  $d = 50 \text{ мм}$ .

Діаметр ступеней під підшипники приймаємо  $d = 60 \text{ мм}$ .

Діаметр ступеней для ущільнень корпусів підшипників приймаємо  $d = 70 \text{ мм}$ .

Довжину вихідного кінця вала визначаємо з умови розміщення на ньому шківа пасової передачі та можливістю компонування із приводним шківом. Довжину середньої частини вала приймаємо виходячи із конструкції очисника.

#### 3.11.2 Уточнений розрахунок вала очисника.

Приймаємо, що нормальні напруження від згину змінюються по симетричному циклу, а дотичні від кручення - по від нульовому (пульсуючому).

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

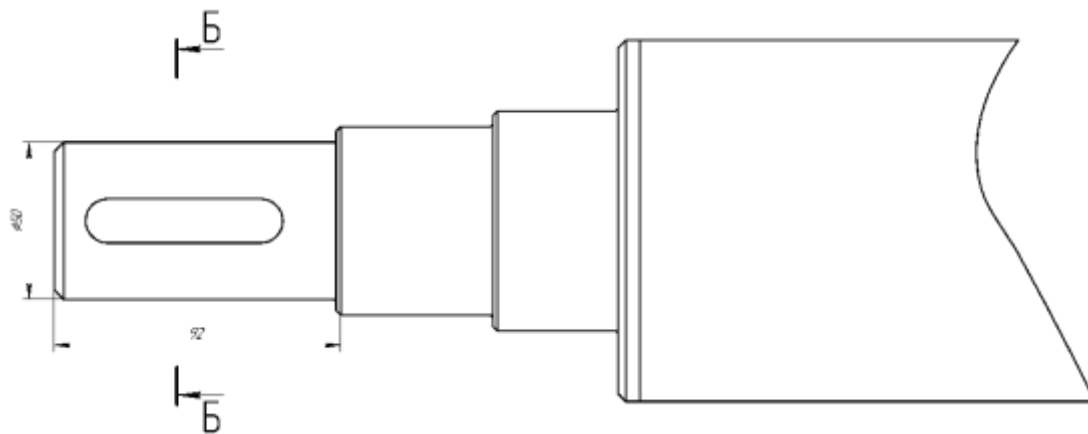


Рисунок 3.15 - Схема для розрахунку вала очисника.

Уточнений розрахунок полягає у визначенні коефіцієнтів запасу міцності  $s$  для небезпечних перерізів і порівнянні їх з необхідними (допустимими) значеннями  $[s]$ . Міцність забезпечена при  $s > [s] = 2,5$ .

Будемо проводити розрахунок для найбільш небезпечного перерізу вала.

Матеріал вала - сталь 45, термічна обробка - покращення.

По табл.3.3 при діаметрі заготовки до 90 мм середнє значення  $\sigma_B = 780$  МПа. Границя витривалості при симетричному циклі згину:

$$\sigma_{-1} \approx 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 780 = 335 \text{ МПа.}$$

Границя витривалості при симетричному циклі дотичних напружень:

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 335 = 193 \text{ МПа.}$$

Переріз Б-Б. Тут діє сумарний згинальний момент  $M_{зг} = 32,27 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , крутний момент  $M_2 = 35 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Концентрація напружень обумовлена наявністю шпонкової канавки).

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Інтерполюючи маємо  $k_\sigma = 1,9$  ;  $k_\tau = 1,9$  ;  $\varepsilon_\sigma = 0,92$  ;  $\varepsilon_\tau = 0,86$  .

Осьовий момент опору перерізу згину :

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d} \quad (3.35)$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 50^3}{32} - \frac{18 \cdot 6 \cdot (50 - 6)^2}{2 \cdot 50} = 1,944 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

Амплітуда нормальних напружень згину

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M_{зг}}{W} = \frac{32,27}{1,944 \cdot 10^3} = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ МПа.} \quad 3.36$$

Середнє напруження  $\sigma_m = 0$ .

Коефіцієнт запасу міцності по нормальних напруженнях

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma \cdot \beta} \cdot \sigma_v + \Psi_\sigma \cdot \sigma_m} = \frac{335}{\frac{1,9}{0,92 \cdot 0,94} \cdot 1,65 \cdot 10^{-3}} = 9185 \quad 3.37$$

Полярний момент опору крученню :

$$W_k = \frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d} \quad 3.38$$

$$W_k = \frac{3,14 \cdot 50^3}{16} - \frac{18 \cdot 6 \cdot (50 - 6)^2}{2 \cdot 50} = 1,944 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Амплітуда і середнє напруження віднульового циклу дотичних напружень

$$\tau_v = \tau_m = \frac{M_1}{2 \cdot W_k} = \tau_v = \tau_m = \frac{35}{2 \cdot 1,944 \cdot 10^3} = 9,002 \cdot 10^3 \text{ МПа} . \quad 3.39$$

Коефіцієнт запасу міцності по дотичних напруженнях :

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau \cdot \beta} \cdot \tau_v + \Psi_\tau \cdot \tau_m} = \frac{193}{\frac{1,9}{0,83 \cdot 0,9} \cdot 9 \cdot 10^{-3} + 0,1 \cdot 9 \cdot 10^{-3}} = 7,045 \quad 3.40$$

Коефіцієнти  $\beta = 0,9$  (1. с. 162) ;  $\Psi_\tau = 0,1$  [ ]

Результуючий коефіцієнт запасу міцності :

$$s = \frac{s_\sigma \cdot s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} = \frac{9185 \cdot 7,045}{\sqrt{9185^2 + 7,045^2}} = 7,045 > [s] = 2,5. \quad 3.41$$

Вал задовольняє умовам міцності.

### 3.12 Перевірка довговічності підшипників

З попередніх розрахунків маємо  $F_t=123$  Н ;  $F_v=0.5166$  Н ;  $F_e=F_c=305$  Н.

Реакції опор :

в вертикальній площині

$$R_{by} = \frac{F_e \cdot 0,045 - F_c \cdot (1,4 + 0,08) - 0,5166 \cdot 1,53}{1,4} \quad 3.42$$

$$R_{by} = \frac{305 \cdot 0,045 - 305 \cdot (1,4 + 0,08) - 0,5166 \cdot 1,53}{1,4} = 359,314 \text{ Н}$$

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

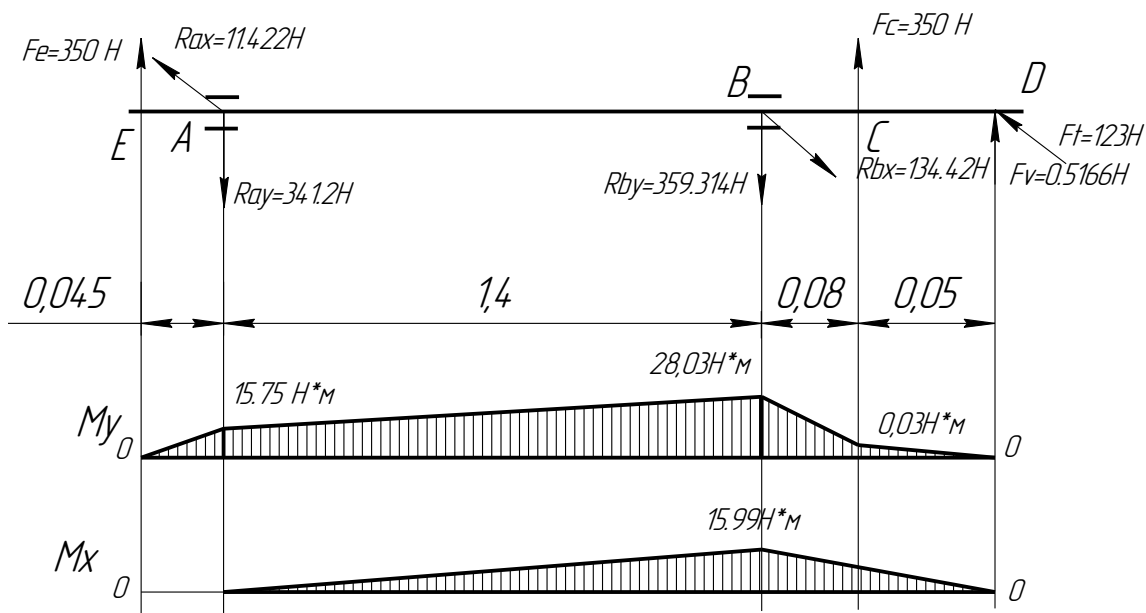


Рисунок 3.16 - Розрахункова схема привідного вала

$$R_{ay} = \frac{F_e \cdot (1,4 + 0,045) - F_c \cdot 0,08 - 0,5166 \cdot 0,13}{1,4} \quad 3.43$$

$$R_{ay} = \frac{350 \cdot (1,4 + 0,045) - 350 \cdot 0,08 - 0,5166 \cdot 0,13}{1,4} = 341,2H$$

Перевірка:

$$R_{ay} + R_{by} - 2F - F_v = 359,314 + 341,2 - 700 - 0,5166 = 0$$

В горизонтальній площині

$$R_{bx} = \frac{F_t \cdot 1,53}{1,4} \quad 3.44$$

$$R_{bx} = \frac{123 \cdot 1,53}{1,4} = 134,42H$$

$$R_{ax} = \frac{F_t \cdot 0,013}{1.4} \quad 3.45$$

$$R_{ax} = \frac{-123 \cdot 0,013}{1.4} = -11,42 \text{ Н}$$

Перевірка:

$$R_{ax} + R_{bx} - F_t = 134,42 - 11,42 - 123 = 0$$

Сумарні реакції

$$P_{r1} = \sqrt{R_{ax}^2 + R_{ay}^2}$$

$$P_{r1} = \sqrt{11,42^2 + 341,2^2} = 341,39 \text{ Н} \quad 3.46$$

$$P_{r2} = \sqrt{R_{bx}^2 + R_{by}^2}$$

$$P_{r2} = \sqrt{134,42^2 + 359,314^2} = 383,634 \text{ Н}$$

По найбільш завантаженій опорі вибираємо підшипник 1210 ГОСТ 28428-90 підшипник сферичний дворядний із статичною вантажопідйомністю  $C_0=15,6$  кН, динамічна вантажопідйомність  $C=6,2$  кН  $d=30$  мм,  $D=62$  мм,  $B=16$  мм.

Перевіряємо підшипник на довговічність

$$[L_h] = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left( \frac{C}{P} \right)^k \geq [L_r] \quad 3.47$$

де  $C$ - динамічна вантажопідйомність по каталогу,  $C=6,2$  кН

$L_r$ - допустима довговічність,  $L_r=10000$  год.

$P$ - еквівалентне навантаження на підшипник, кН

$k$ - показник степеня, для шарикових підшипників  $k=3$ .

$$P = (XV F_{r1} + Y F_a) \cdot k_\sigma \cdot k_t \quad 3.48$$

де  $X=1$ ,  $V=1$ ,  $F_a=0$ ,  $k_\sigma=1,2$ ,  $k_t=1,05$

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$F_{r1}=P_{r1}=0,383 \text{ кН}$$

$$P = 1 \cdot 1 \cdot 0,383 \cdot 1 \cdot 1,05 = 0,402 \text{ кН}$$

$$[L_h] = \frac{10^6}{60 \cdot 42} \left( \frac{6,2}{0,402} \right)^3 \geq 10000 \text{ год.}$$

$$1455782 \geq 10000 \text{ год}$$

Умова довговічності виконується.

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

#### 4 РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ

У машинно – тракторний агрегат входить: трактор МТЗ-80, розроблена гичкозбиральна машина. Згідно технологічних розрахунків (розділ 3) швидкість руху гичкозбиральної машини дорівнює 7-8 км/год. Даній швидкості трактора Т-70 відповідає IV, V і VI передачі. З практики видно що трактор Т-70С може успішно працювати в агрегаті з гичкозбиральною машиною на IV чи V передачі. Перевіримо роботу агрегату на цих передачах.

З технічної характеристики

$$g_{III} = 7,05 \text{ км/год}, \quad g = 8,75 \text{ км/год},$$

$$P_{\text{гол. III}} = 25 \text{кН}, \quad P_{\text{гол IV}} = 25 \text{кН},$$

Для ділянки поля із схилами визначаємо тягове зусилля трактора, який рухається на підйом по формулі:

$$P_{\text{гак}} = \frac{10^3 * Ne * Imp * \eta_{op}}{n_o * \eta_e} - G_{op} (f + i), \quad (4.1)$$

де  $Ne$  – ефективна потужність двигуна,  $Ne = 51,5$  кВт (із заводської інструкції),

$I_{tr}$  – передаточне число трансмісії –  $Imp_{III} = 68,0$ ;

$$Imp_{IV} = 57,4;$$

$\eta_{op}$  - механізований коефіцієнт корисної дії -  $\eta_{op} = (0,93-0,96)$ ,

$n_o$  - частота обертання колінчатого вала двигуна  $n_o = 2200$  об/хв,

$\eta_e$  - радіус початкового кола зірочки ходового агрегату  $\eta_e = 0,326$ ,

$G_{op}$  - вага трактора  $G_{op} = 47,1(0,07+0,052) = 30,4$ кН,

$i$  - кут підйому  $i = 3^0$

$f$  - коефіцієнт опору коливання трактора  $f = 0,07$ .

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Тоді

$$P_{\text{гак. IV}} = \frac{10^3 * 51,5 * 68,0 * 0,96}{220 * 0,326} - 47,1(0,07 + 0,052) = 46,9 \text{ кН};$$

$$P_{\text{гак V}} = \frac{10^3 * 51,5 * 57,4 * 0,96}{220 * 0,326} - 47,1(0,07 + 0,052) = 39,56 \text{ кН};$$

Знаходимо опір, який чинить трактор МТЗ-80 при пересуванні на підйом:

$$P_{\text{тр}} = G_{\text{тр}} \cdot f \cdot \cos 3^0 + G_{\text{тр}} \cdot \sin 2^0 = 47,1 \cdot 0,07 \cdot 0,999 + 47,1 \cdot 0,052 = 5,76 \text{ кН}, \quad (4.2)$$

де  $f$  – коефіцієнт опору кочення, виходячи із агрофону  $f = 0,07$ .

Знаходимо опір гичкозбиральної машини на підйом:

$$R_{\text{м}} = K \cdot B_{\text{р}} \cdot G_{\text{м}} \cdot \sin \alpha = 1,5 \cdot 2,7 + 26 \cdot 0,052 = 5,4 \text{ кН}, \quad (4.3)$$

де:  $K$  – питомий опір машини на 1 м.  $K = 1,5 - 2$  кН/м [3, стор 21],

$B_{\text{р}}$  – ширина захвату машини,

$G_{\text{м}}$  – вага машини  $G_{\text{м}} = 26$  кН.

Тоді загальний опір агрегату буде становити:

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{м}} + P_{\text{тр}} = 5,76 + 5,4 = 11,2 \text{ кН}, \quad (4.5)$$

Потужність, яка може бути передана на привід механізмів гичкозбиральної машини, визначаємо за формулою [1, стор.27].

$$N_{\text{м}} = N_{\text{е}} - N_{\text{н}}, \text{ де} \quad (4.6)$$

$N_{\text{м}}$  – ефективна потужність, що витрачається двигуном на привід механізмів БМ – 6А, кВт,

$N_{\text{е}}$  – ефективна потужність двигуна  $N_{\text{е}} = 51,5$  кВт,

$N_{\text{н}}$  – ефективна потужність, яка витрачається на пересування машинно-тракторного агрегату, кВт.

Потужність, яка витрачається на пересування трактора, БМ – 6А, і причепу, визначаємо за формулою:

$$N_{\text{н}} = \frac{R_{\text{агр}} * g_{\text{р}}}{3,6 * \eta_{\text{тр}} * \eta_{\text{б}}}, \quad (4.7)$$

де:

$R_{\text{агр}}$  – опір агрегату кН,

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$g_p$  - робоча швидкість руху, км/год,

$\eta_o$  - коефіцієнт корисної дії, який враховує витрати від буксування,  $\eta_o = 1$ ,

$\eta_{mp}$  - загальний механічний ККД, трансмісії  $\eta_{тр} = 0,96$ ,

Тоді:

$$N_{n IV} = \frac{11,2 * 7,05}{3,6 * 0,96 * 1} = 22,84 \text{ кВт},$$

$$N_{n V} = \frac{11,2 * 8,75}{3,6 * 0,96 * 1} = 26,13 \text{ кВт},$$

Тоді:

$$N_M = N_e - N_n,$$

$$N_{M IV} = 51,5 - 22,84 = 28,66 \text{ кВт},$$

$$N_{M V} = 51,5 - 26,13 = 25,37 \text{ кВт},$$

Отже,  $N_{M IV} = 28,66$  кВт,  $N_{M V} = 25,37$  кВт – це потужність, яка може бути передана на привід механізмів гичкозбиральної машини.

Питома потужність для привода від валу відбору потужності трактора для гичкозбиральної машини 21,6 – 27 кВт.

Перевіряємо роботу машинно-тракторного агрегату на IV і V передачах по потужності двигуна:

$$N_{e_{дв}} \rightarrow N_{e_{тяги}} + N_{e_{ВВП}}, \quad (4.8)$$

де:  $N_{e_{тяги}}$  – потужність, яка витрачається двигуном на пересування МТА.

$N_{e_{ВВП}}$  - потужність, яка витрачається на привід механізмів машини.

$$N_{e_{тягиIII}} = \frac{N_{зак}}{\eta_n} = \frac{R_{зкр} * g_p}{3,6 * n_M} = \frac{12,8 * 7,05}{3,6 * 0,7} = 23,3 \text{ кВт}$$

$$N_{e_{тягиIV}} = \frac{12,8 * 8,75}{3,6 * 0,7} = 28,6 \text{ кВт};$$

$$N_{e_{ВВП}} = \frac{N_{nut} * B_p}{\eta_{ВВП}} = \frac{8,27}{0,95} = 22,7 \text{ кВт};$$

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Тоді на IV передачі:

$$N_{e_{дв}} \geq 23,3 + 22,7 = 46 \text{ кВт},$$

На V передачі:

$$N_{e_{дв}} \geq 28,6 + 22,7 = 51,3 \text{ кВт},$$

Як бачимо по потужності двигуна трактор МТЗ-80 може працювати з агрегатом на IV і V передачах.

Тепер перевіряємо роботу МТА по тяговому зусиллі:

$$P_{МТА} \geq R_{АГР} + P_{ВВП}, \quad (4.9)$$

$$P_{ВВП} = \frac{3,6 * N_{ВВП} * \eta_n}{g_p}; \quad (4.10)$$

$$P_{ВВП IV} = \frac{3,6 * N_{ВВП} * \eta_n}{g_p} = \frac{3,6 * 22,7 * 0,95}{4,58} = 16,9 \text{ кН};$$

$$P_{ВВП V} = \frac{3,6 * 22,7 * 0,95}{5,63} = 13,8 \text{ кН};$$

Тоді:

$$P_{МТА IV} \geq 12,8 + 16,9 = 29,7 \text{ кН},$$

$$P_{МТА V} \geq 12,8 + 13,8 = 26,6 \text{ кН},$$

$$P_{пак IV} = 30,4 > 29,7 \text{ кН},$$

$$P_{пак V} = 23,6 < 26,6 \text{ кН},$$

Отже, машинно-тракторний агрегат в складі трактора МТЗ-80, гичкозбиральної машини, буде працювати на IV передачі з робочою швидкістю  $g_p = 7,05$  км/год.

Ширина поворотної смуги

а) Дійсний радіус повороту:

теоретичний кут повороту агрегату, який дорівнює мінімальному куту повороту трактора, але внаслідок зміни швидкості агрегату, уводу коліс, впливу типу ґрунту (інших факторів), теоретичний кут повороту відрізняється від дійсного.

$$S_d = 4,05 * 1,46 = 5,91 \text{ м},$$

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

б) Довжина виїзду агрегату  $L = 14,6\text{ м}$ , тоді ширина поворотної смуги буде становити

$$14,6 + 5,9 = 20,5 \approx 21\text{ м.}$$

що відповідає чотирьом проходам бурякової сівалки ССТ – 12Б. Спосіб руху МТА вибираємо комбінований.

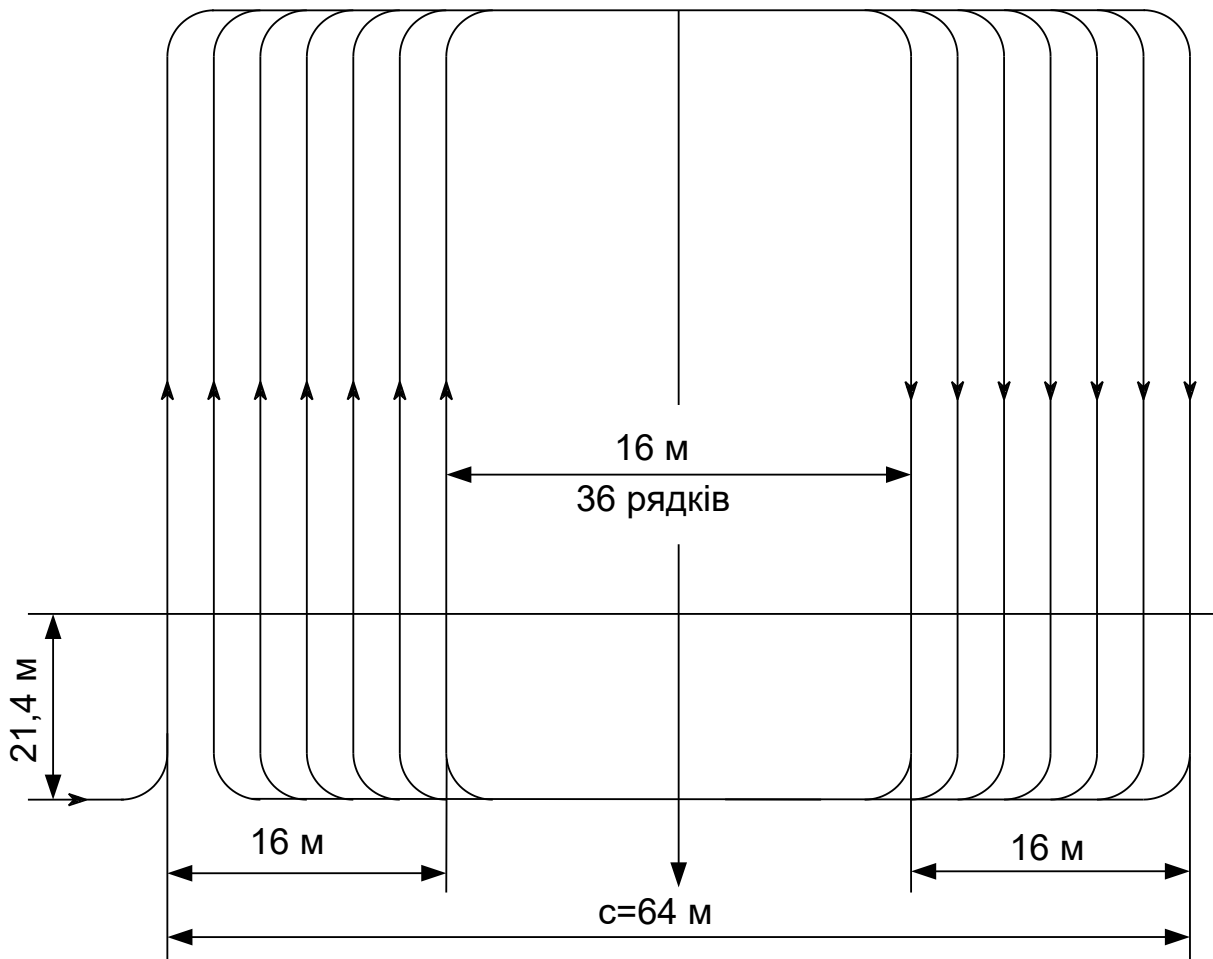


Рисунок 4.1 – Схема руху гичкозбиральної машини БМ – 6А комбінованим способом.

## 5. ОСНОВНІ ВИМОГИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА МЕХАНІЗОВАНИХ РОБОТАХ

### 5.1. Вимоги техніки безпеки щодо технічного стану машин і механізмів.

Усі сільськогосподарські машини, трактори, а також транспортні засоби, які застосовуються на вирощуванні та збиранні, повинні бути справні і повністю укомплектовані набором інструментів, інвентаря для обслуговування згідно з заводськими інструкціями та аптечкою для першої медичної допомоги.

Машини повинні мати захисні кожухи на всіх небезпечних механізмах, щоб уникнути травматизму серед обслуговуючого персоналу.

Техніка безпеки під час технічного обслуговування майшш у польових умовах. Відповідає за техніку безпеки під час виконання технічного обслуговування машин па полі тракторист-машиніст агрегату. Він повинен бути проінструктований разом з комбайнером по всіх виконуваних ними роботах, а також одержати інструктаж.

Технічне обслуговування машин у польових умовах потрібно проводити тільки в світлу пору дня. При достатньому освітленні допускається його проведення і вночі, але двома працівниками.

Усі операції по технічному обслуговуванню, крім регулювання двигуна, виконуються тільки після повної його зупинки. Під час накачування шин періодично перевіряють тиск манометром.

Перш як виконувати якусь роботу під машиною, її необхідно загальмувати, зупинити двигун^ включити одну із передач і підкласти під колеса колодки-упори. Для проведення роботи під машиною механізаторам необхідно використовувати спеціальні підстилки із сіпа чи солом'яні мати.

При необхідності обслуговування окремої частини машини в піднятому положенні її треба зафіксувати за допомогою надійних підставок і упорів, щоб запо-

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

бігти довільному опусканню або падінню. Забороняється використовувати як підставки випадкові речі (ящики, цеглу, камені тощо), оскільки вони не відповідають технічним нормативам техніки безпеки.

## 5.2 Техніка безпеки під час роботи сільськогосподарських машин.

Незалежно від призначення операції, машини і її конструкції треба виконувати такі загальні правила техніки безпеки: кваліфікація обслуговуючого персоналу повинна відповідати характеру роботи; перед початком роботи необхідно перевірити технічний стан машини; під час руху машини забороняється виконувати регульовальні та мастильні роботи, а також перебувати під час руху агрегату між трактором і сільськогосподарською машиною; стороннім особам, які не зв'язані з роботою агрегату, перебувати на агрегаті заборонено; забороняється пускати і зупиняти агрегат безподачі відповідного двобічного сигналу; на комбайні необхідно стежити за справністю робочих площадок.

Щоб уникнути нещасних випадків, ремонт, регулювання, очищення начіпних машин дозволяється проводити тільки при опущених робочих органах. Основною умовою безпечної роботи з начіпними машинами є безвідмовність гідравлічної системи трактора, тому перед початком роботи її необхідно ретельно перевірити, а також систему керування начіпною машиною та надійність з'єднання машин з трактором, справність запобіжних пристроїв, шлангів тощо.

Робочий одяг механізаторів повинен бути завжди заправленим так, щоб не було звисаючих кінців.

Перед початком руху тракторист повинен переконатись у тому, що під трактором чи під причіпною машиною або знаряддям, біля коліс, а також між трактором і причіпною машиною немає людей, перевірити, чи зайняв машиніст саджалки або комбайнер робоче місце, дати попереджувальний сигнал і тільки після сигналу-відповіді можна рухатись.

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Під час роботи біля ярів і долин необхідно виділяти поворотну смугу і проорювати контрольну борозну, за яку не можна виїжджати. Категорично забороняється використовувати на схилах колісні трактори, встановлені на вузьку колію (ширина колії трактора типу «Беларусь» повинна становити не менше 2100 мм).

Всі роботи на схилах дозволяється виконувати тільки в денний час.

Техніка безпеки при роботах з пестицидами. Роботи по застосуванню пестицидів повинні проводитись під безпосереднім керівництвом осіб, що відповідають у господарстві за боротьбу з шкідниками і хворобами рослин. Всі працюючі з пестицидами забезпечуються спецодягом, взуттям та засобами індивідуального захисту залежно від токсичності хімічних препаратів і форми, в якій вони застосовуються (порошок, паста, рідина, газ).

На місцях проведення робіт з пестицидами забороняється вживати їжу, пити, палити. Для цього відводиться спеціальне місце, віддалене не менше як на 200 м від місця проведення робіт. Тут повинні бути во-Да для пиття, мило, рушник, аптечка першої медичної Допомоги.

Перед вживанням їжі треба зняти спецодяг, помити з милом руки та обличчя, прополоскати рот.

Перед початком обприскування працівник повинен перевірити справність всієї апаратури і відрегулювати роботу розпилювального обладнання на норму витрати робочої рідини, проводячи пробні обробки водою.

При обприскуванні рослин потрібно стежити, щоб факел розпилу не спрямовувався на працюючих. Для цього враховують напрям руху повітря, а при його зміні припиняють роботу.

При роботі з пестицидами слід дотримуватись заходів особистої безпеки: не проливати пестициди на одяг, взуття і відкриті частини тіла працівника, а також на землю.

У жарку пору року всі роботи з пестицидами у безвітряну погоду слід проводити в ранкові і вечірні години, у вітряну хмарну погоду при відсутності опадів можна працювати і в денні години.

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Обприскування рослин за допомогою наземної апаратури, протруєння бульб на відкритому повітрі допускаються при швидкості вітру не більше 4 м/с. Мало-об'ємне обприскування на невеликих ділянках (20—30 га) допускається при швидкості вітру не більше 3, на великих масивах (75—150 га) — не більше 4 м/с (якщо відсутній інтенсивний повітряний потік).

На посівах картоплі, де проведено обробку рослин пестицидами, не допускається проведення ніяких робіт раніше, як це передбачено правилами техніки безпеки.

Техніка безпеки при протруюванні насінної картоплі. Машина та допоміжне обладнання для протруювання повинно бути встановлене на огороженому майданчику з водонепроникним покриттям не менш як за 1000 м до найближчого населеного пункту з підвітряного боку (враховуючи розу вітрів). Під майданчиком обладнується підземний резервуар для забору відпрацьованої робочої рідини згідно з вимогами до влаштування місцевої каналізації. Покриття майданчика повинно мати уклін від периферії до каналізаційної решітки, з'єднаної трубопроводом з підземним резервуаром, не менше 2°.

Машина та допоміжне обладнання для протруювання картоплі складається з прийомного бункера, машини для протруювання, завантажувального конвейєра або бункера для протруєної картоплі. Комбайн Е-668, який переобладнано для протруєння картоплі, повинен бути під навісом з водонепроникного матеріалу на металевому (полегшеному) або дерев'яному каркасі.

Для обробки бульб до робочої рідини обов'язково додають силікатний клей (0,1 %). Завантажувачі саджалок повинні мати таблички з написом «Картопля протруєна». При зберіганні, навантаженні і транспортуванні протруєної картоплі потрібно дотримуватись основних правил техніки безпеки при роботі з пестицидами.

Відпрацьовані мийні речовини, робочу рідину, воду та осади збирають у підземний резервуар і знешкоджують гашеним вапном згідно з «Методичними

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

рекомендаціями по хімічному знешкодженню ТМТД в стічних водах насінницьких заводів». Тривалість повного знешкодження 2—3 тижні.

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

## 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МАШИНИ

### 6.1 Розрахунок показників економічної ефективності

Показники економічної ефективності використання гичкозбиральної машини з безкопирним зрізом голівок коренеплодів визначали в порівнянні з базовою машиною БМ-6В.

Порівняння економічної ефективності базової БМ-6В та нової удосконаленої машини проведемо за рівнем приведених затрат на операції збирання гички цукрових буряків.

Приведені затрати на одиницю зібраної площі  $P_{np}$  (грн./га) визначаємо за формулою

$$P_{np} = C_{np} + E \cdot K_{нк}, \quad (6.1)$$

де  $C_{np}$  - прямі експлуатаційні затрати, грн./га;

$E$  - нормативний коефіцієнт капітальних вкладень, ( $E = 0,15$ );

$K_{нк}$  - питомі капітальні вкладення, грн./га.

Прямі експлуатаційні затрати на одиницю зібраної площі визначаємо за формулою

$$C_{np} = C_{zn} + C_{ам} + C_{рем} + C_{пмм} + C_{ін}, \quad (6.2)$$

де  $C_{zn}$  - заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн./га;

$C_{ам}$  - затрати на амортизацію, грн./га;

$C_{рем}$  - затрати на поточний ремонт і планове-технічне обслуговування, грн./га;

$C_{пмм}$  - затрати на паливно-мастильні матеріали, грн./га;

$C_{ін}$  - інші прямі затрати (вартість додаткових матеріалів), грн./га.

Затрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу визначаються

$$C_{zn} = (n \cdot r) K_n / W, \quad (6.3)$$

де  $n$  - кількість робітників, що працюють по  $i$ -му розряду ( $n = 1$ );

$r$  - тарифна ставка тракториста ( $r = 80$  грн./год.);

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

$K_n$  - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату ( $K_n = 1,375$ );

$W$  – продуктивність машини за годину змінного часу, га/год.

Продуктивність базової машини БМ-6В приймаємо рівною 1,1 га/год. Продуктивність удосконаленої машини становить 0,86 га/год.

Тоді затрати на заробітну плату по базовій і удосконаленій машинах складуть:

$$C_{zn(\bar{b})} = (1 \cdot 80)1,375/1,1 = 100 \text{ (грн./га);}$$

$$C_{zn(y)} = (1 \cdot 80)1,375/0,86 = 127 \text{ (грн./га).}$$

Затрати на амортизацію і поточний ремонт

$$C_{ам(рем)} = B \cdot a_{ам(рем)} / 100TW, \quad (6.4)$$

де  $B$  – балансова вартість машини, грн., відповідно  $B_{(\bar{b})} = 277860$  грн.;  $B_{(y)} = 156700$  грн.;

$a_{ам(рем)}$  - коефіцієнт відрахувань на реновацію (ремонт) машини, при цьому  $a_{ам} = 14,3\%$ ;  $a_{рем} = 7\%$ ;

$T$  – річне завантаження машини,  $T_{(\bar{b})} = T_{(y)} = 540$  год.

Тоді затрати на реновацію та ремонт базової і удосконаленої машини складуть

$$C_{рен(\bar{b})} = 277860 \cdot 0,143 / 100 \cdot 1,1 = 437 \text{ грн./га;}$$

$$C_{рен(y)} = 156700 \cdot 0,143 / 100 \cdot 0,86 = 247 \text{ грн./га}$$

$$C_{рем(\bar{b})} = 277680 \cdot 0,07 / 100 \cdot 1,1 = 214 \text{ грн./га;}$$

$$C_{рем(y)} = 156700 \cdot 0,07 / 100 \cdot 0,86 = 94 \text{ грн./га}$$

Затрати на паливо-мастильні матеріали розраховували за формулою

$$C_{пмм} = g_{пмм} \Pi_{пмм}, \quad (6.5)$$

де  $g_{пмм}$  - витрата паливо-мастильних матеріалів, кг/га,  $g_{пмм(\bar{b})} = 13,1$  кг/га;

$$g_{пмм(y)} = 8,7 \text{ кг/га;}$$

$\Pi_{пмм}$  - ціна паливо-мастильних матеріалів, грн./кг, приймаємо  $\Pi_{пмм} = 90$  грн./кг).

Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали будуть:

$$C_{пмм(\bar{b})} = 13,1 \cdot 90 = 1179 \text{ (грн./га);}$$

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78



Термін окупності вкладень в удосконалену машину визначали за формулою:

$$T_{ок} = B_y / E_{p.e.} = 156700 / 88240 = 1,77.$$

Прямі експлуатаційні затрати зменшилися на 26 % і склали у новій машині 105,16 грн./га, а у базовій – 142,59 грн./га за рахунок покращення показників якості виконання технологічного процесу збирання та спрощення конструкції машини.

Показники економічної ефективності використання удосконаленої машини наведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1.

Показники економічної ефективності

№ п/п	Показники	Значення показників		Зниження (підвищення) показників
		Базова машина	Нова машина	
1	Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	452	400	26 %
2	Приведені затрати, грн./га	542	414	23%
4	Питомі капіталовкладення, грн./га	156	95	39 %
6	Річний економічний ефект, грн.	-	33200	
7	Термін окупності, років	-	1,7	

6.2. Висновок

Прямі експлуатаційні затрати зменшилися на 12 % і склали у новій машині 400 грн./га, а у базовій –452 грн./га за рахунок покращення показників якості виконання технологічного процесу збирання та спрощення конструкції машини.

## 7 ТЕХНІЧНИЙ ПАСПОРТ МАШИНИ

### 7.1 Загальні відомості

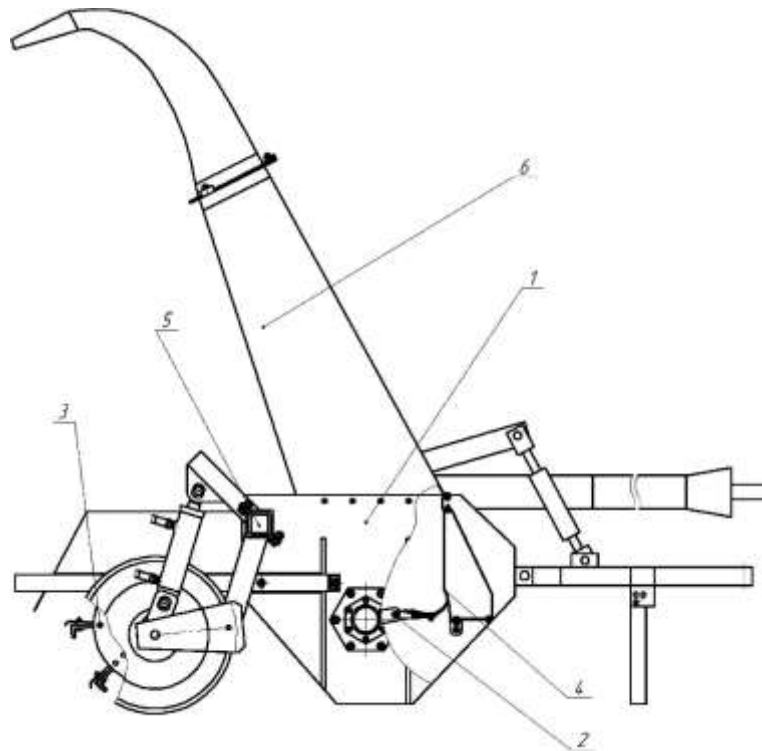


Рисунок 7.1 - Трирядна гичкозбиральна машина

1 - рама; 2 - ротор з ножами; 3 - доочисник-дообрізувач; 4 - дефлектор; 5 - механізм підйому; 6 - кожух для транспортування гички;

### 7.2 Призначення і галузь застосування

Трирядна гичкозбиральна машина призначена для збирання гички цукрових буряків.

Гичкозбиральна машина застосовується в фермерських господарствах з невеликими площами посіву цукрових буряків.

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Гичкозбиральна машина складається із роторного гичкоріза на базі КДР-1,5 та очисника головок коренеплодів.

Гичкозбиральна машина агрегується з тракторами класу тяги 1,4.

Обслуговує гичкозбиральну машину один оператор.

### 7.3 Основні технічні дані і характеристика

Таблиця 7.1

Основні технічні дані і характеристика установки

Назва показників	Одиниця вимірювання	Значення
1. Продуктивність	га/год	1,08
2. Робоча швидкість	км/год	7,2
3. Кількість рядків з яких збирається гичка	-	3
4. Кількість молоткових ножів	шт	28
5. Маса	кг	1350

При збиранні гички цукрових буряків застосовується безкопінний зріз роторим гичкорізом та розподілення гички по зібраному полю. Після цього головки коренеплодів доочищаються очисником - дообрізчиком гички. При збиранні гички також передбачена можливість її збирання в кузов транспортного засобу.

## Показники якості роботи машини

Показник	Норматив
Забрудненість сировини зеленою масою	до 1,5 %
Відходи головок коренеплодів у гичку	до 5%
Загальні втрати зеленої маси гички	10%
Маса землі у гичці	до 0,5%
Кількість вибитих з ґрунту коренеплодів	не більше 0,5 %

## ВИСНОВКИ

Проаналізувавши технологію збирання цукрових буряків та якість збирання гички різними машинами, можна зробити висновок, що існує технологічна несумісність за робочими швидкостями при збиранні коренеплодів (2...2,5 м/с) та збиранні гички (до 1,5 м/с).

Обґрунтовано вибір конструктивної схеми машини, що складається з роторного гичкоріза та одновального доочисника- дообрізчика.

Використовуючи математичну модель процесу відокремлення гички, визначено оптимальне значення висоти безкопінного зрізу для конкретних умов: урожайності та параметрів нормального розподілення висот виступання головок коренеплодів.

Розраховано технологічні параметри процесу зрізу: довжину зони різання, довжину зрізаних частинок, час сходу зрізаної частинки з ножа та кут повороту ротора, що відповідає йому .

Для покращення викидання гички з машини розроблено форму дефлектора та обґрунтовано місце його встановлення. Використовуючи експериментальні дослідження, розраховано кількість робочих елементів та частоту обертання вала очисника-добрізчика.

Приведено заходи з охорони праці.

Очікуваний економічний ефект від впровадження трьохрядної гичкозбиральної машини складає 8824, термін окупності капіталовкладень 1,7 року.

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84



10. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Анісевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
11. Землеробська механіка. Т2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Глань і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
12. 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.
13. Булгаков В.М., Адамчук В.В., Ігнат'єв Є.І. Теоретичне дослідження параметрів комбінованого гичкозбирального агрегату. Вісник аграрної науки. 2017. №95(3). С. 47–53.
14. Ігнат'єв Є.І. Розробка нової конструктивно–технологічної схеми збирання гички цукрового буряку з використанням орно–просапного трактора. Вісник аграрної науки. 2016. №8. С. 67–71.
15. Технологічні аспекти процесів роботи гичкозбиральних модулів: Монографія / В.М.Барановський, М.Р.Паньків, Е.Б. Береженко, Б.М. Береженко, В.А. Бойко. – Тернопіль: Ред.-вид. відділ ТНТУ ім. І. Пулюя, 2022. – 294 с
16. Ямпольський Л.С., Бохан Ю.В. Інженерне проектування: основи організації та управління проектами. Навчальний посібник. – Харків: НТУ "ХП", 2014. – 280 с.
- 17.ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпеністю харчових продуктів. Вимоги.
- 18.Охорона праці: Основи охорони праці. Підручник / За ред. проф. В. В. Запартіної. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 288 с.
- 19.Довідник сільського інженера /В.Д. Гречкосій, С.М. Погорілець, І.І. Євченко та ін.: За ред. В.Д. Гречкосія.-К.:Урожай, 2013.-400 с.

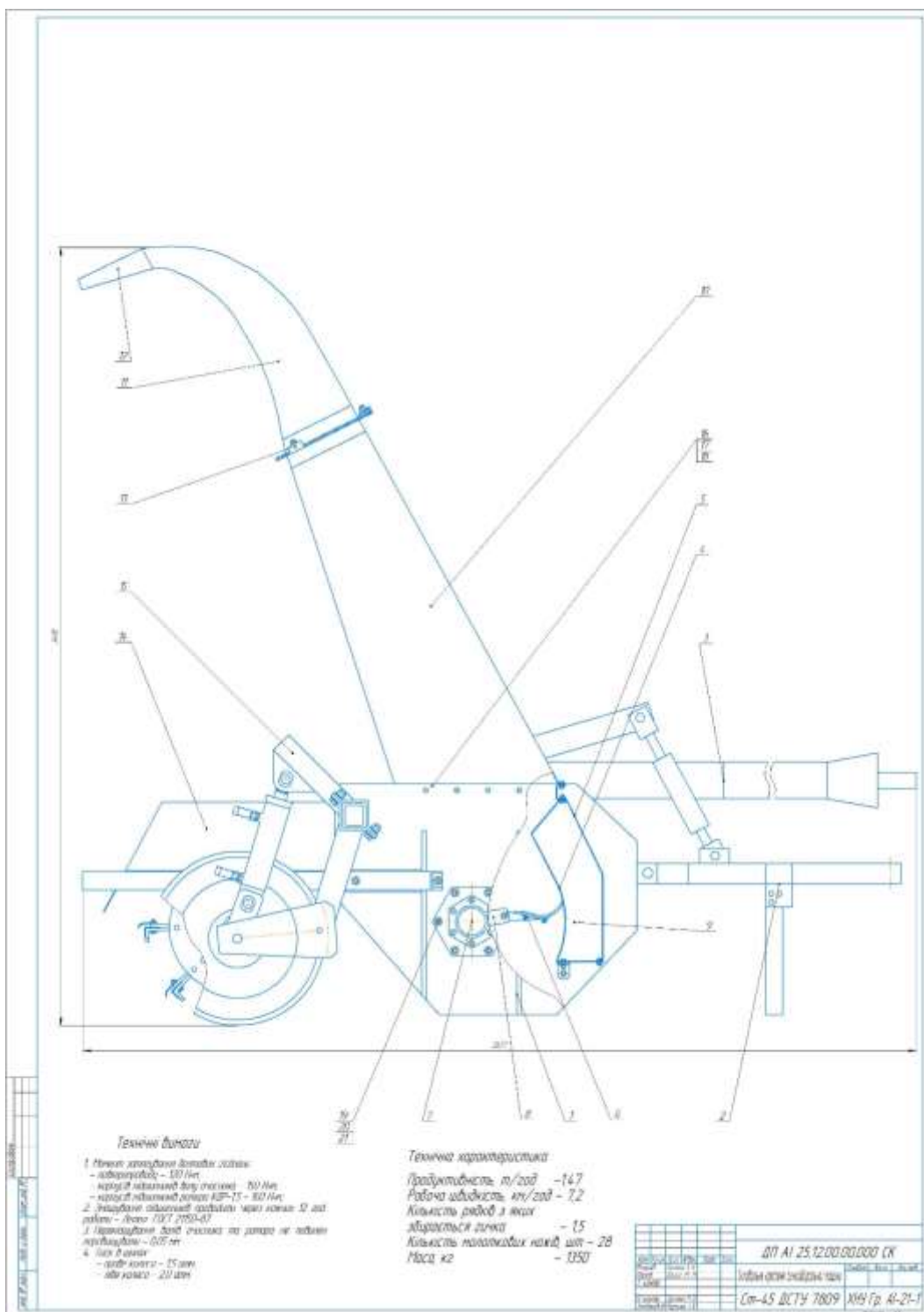
					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

ДОДАТКИ

					ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87



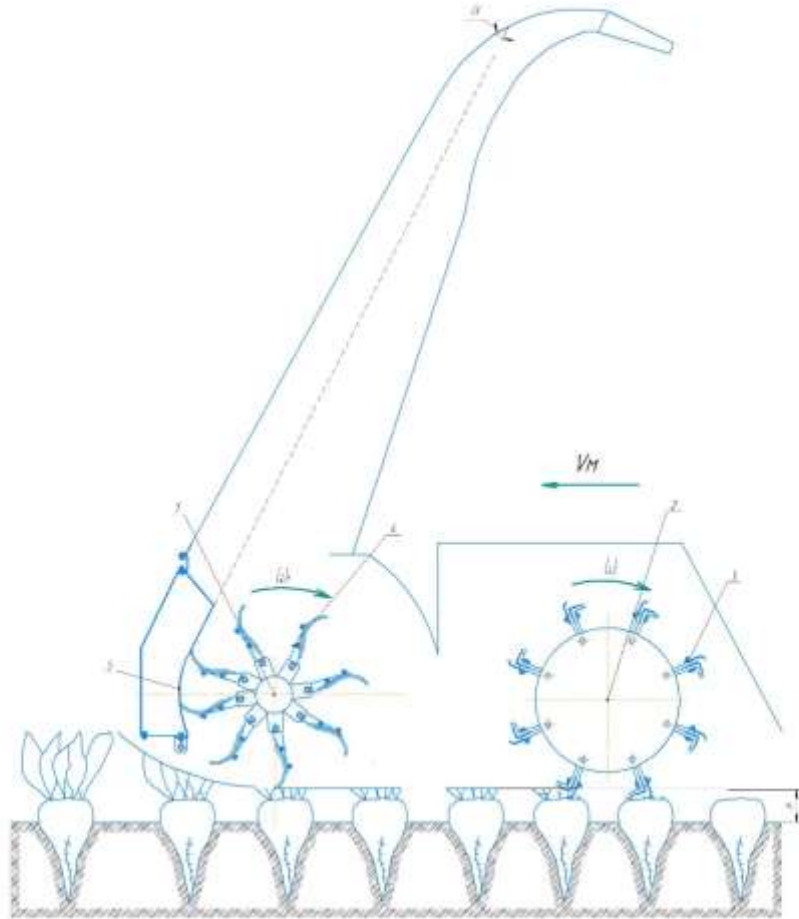
# ГИЧКОЗБИРАЛЬНА МАШИНА



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ

# ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА



Технологічна схема гичкозбиральної машини

- 1 - Роторний гичкозбиральний апарат;
- 2 - Дощисник-дощірізчик голобок коренеплодів;
- 3 - Робочий орган для очищення голобок коренеплодів від гички;
- 4 - Ніж гичкозбирального апарата;
- 5 - Напробляючий дефлектор.

ДП АІ 25.12.00.00.000 ПЗ	
Зроблено на основі технічного завдання	Листок № 1 з 1
Відомо: 25.12.00.00.000 ПЗ	МНУ (д. АІ-25-Т)

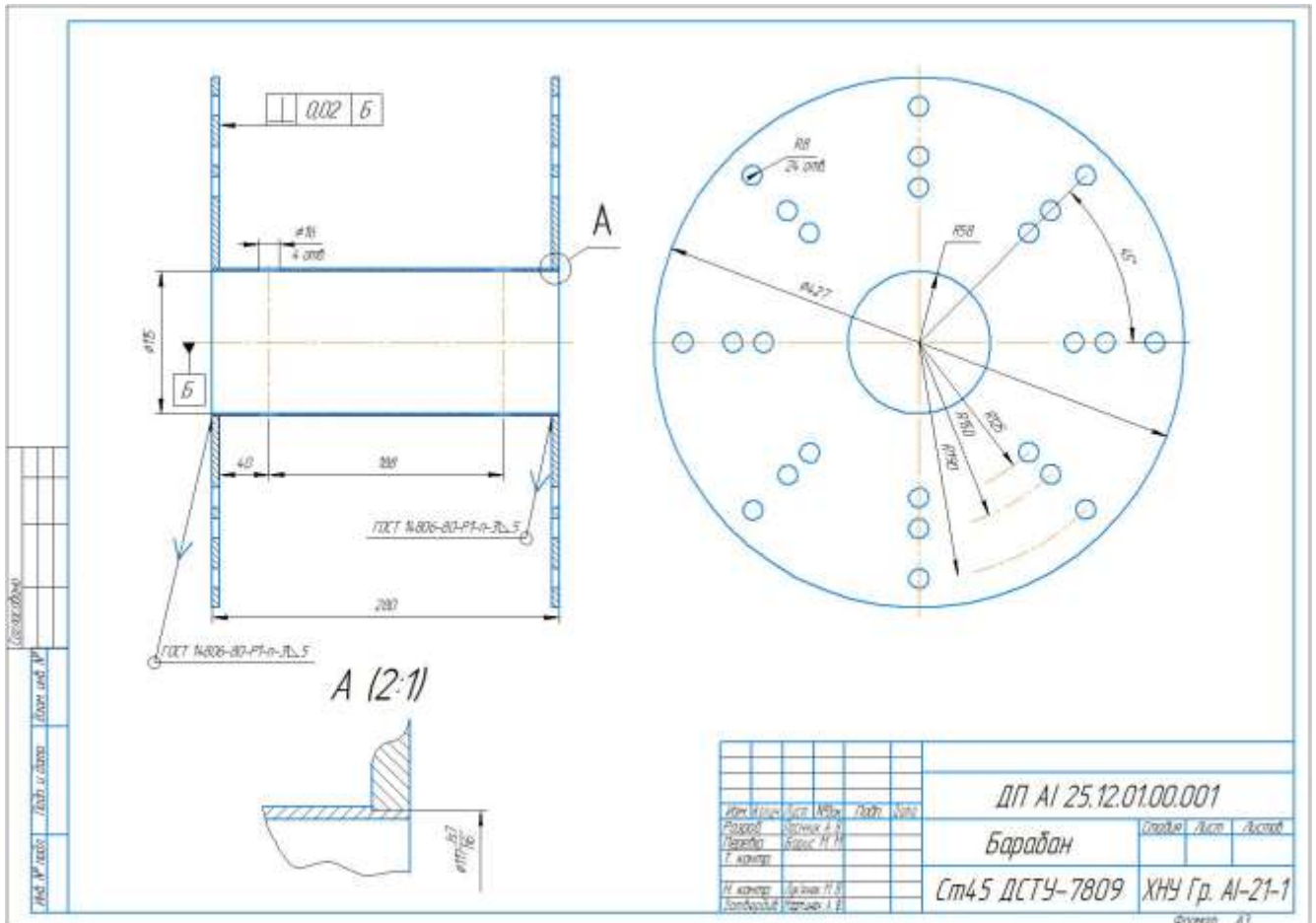
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ

Арк.

90

# БАРАБАН



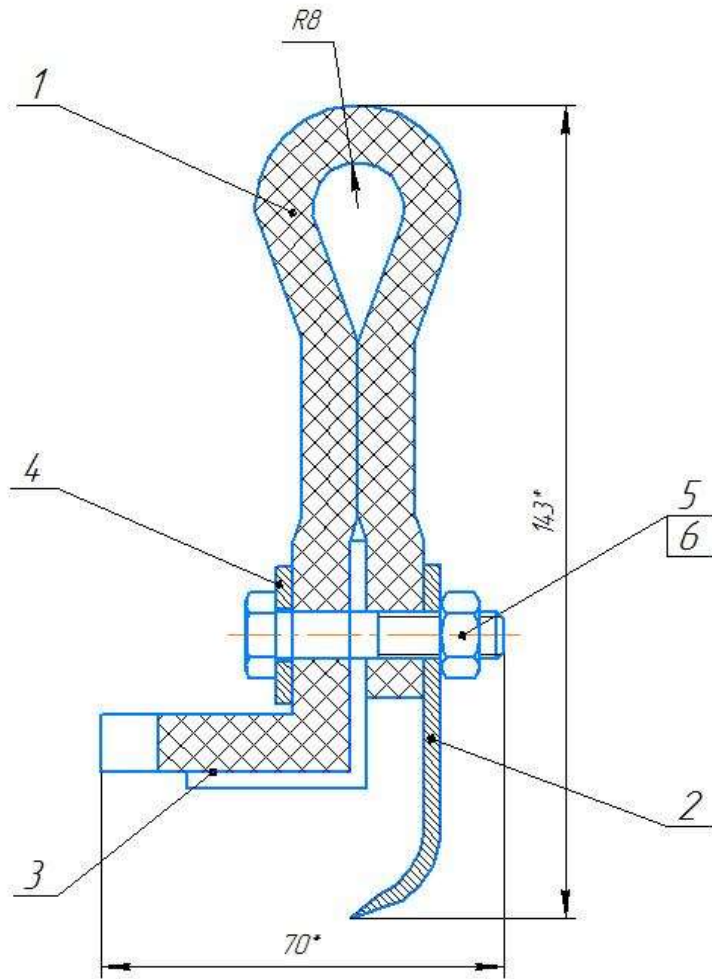
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ

Арк.

91

# РОБОЧИЙ ОРГАН



1. Зміщення контура не більше  $\pm 0,1$  мм.
2. Торці неметалевої частини повинні бути чистими, без задірів.
3. Тріщини і розшарування на поверхні неметалевої частини не допускаються.
4. \*Розміри для довідок.

Соголасовано										
	Взам. інв. №									
		Підп. і дата								
Інв. № подл.	Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ДП АІ 25.12.04.00.006			
	Розробив	Посичник А. В.								Стадія
	Перевірив	Борис М. М.					Робочий орган			
	Т. контр.									
	Н. контр.	Лук'янюк А. В.					Ст45 ДСТУ-7809			
	Затвердив	Мартичук А. В.								ХНУ АІ-21-1
							Формат А4			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІ 25.12.00.00.000. ПЗ

Арк.

92