

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

«__» _____ 2021р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Механізація вирощування кукурудзи на зерно з удосконаленням
конструкції кукурудзозбирального комбайна КСКУ-6
«Херсонець-200»»

Виконав здобувач вищої освіти __ІІ__ курсу,
групи АІ-20М(1,4)-2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Тімошенко Костянтин Олександрович

«__» _____ 2021р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Юрій МАЧОК

«__» _____ 2021р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Зміст

	стор.
1. Вступ	6
2. Технологічна частина.....	8
3. Наукова частина	20
4. Охорона праці	42
5. Економічна частина	45
6. Висновок	47
Список використаної літератури	48
Додатки	50

1. Вступ

Виробництво кукурудзи вносить стратегічне значення, тому, що її урожай дуже широко використовується не лише в нашій державі, а й за кордоном. Причому, застосовується вона не лише в харчових цілях, а й для виробництва біоетанолу [16]. З кожним роком зростає експортний потенціал даної культури, що супроводжується введенням в банківську систему значних обсягів валюти. У виробництво впроваджують сучасні інтенсивні технології, сорти та гібриди, широко використовуються засоби захисту рослин від шкідливого впливу на них бур'янів, шкідників та хвороб на урожай. Завдяки цьому, урожайність даної культури, в умовах наших господарств, може сягати 100 і більше центнерів з гектару. Статистичні дані вказують на зростаючу динаміку зміни посівних площ в Україні зайнятих кукурудзою, яка вирощується на зерно. У 2021 році під посів кукурудзи виділено близько 5,5 млн. гектарів, що всього приблизно на 2 млн. га менше ніж пшениці [15]. Якщо така тенденція збережеться то ближчим часом можливе зближення по розмірам посівних площ цих культур. Крім того, значні площі посівного клину займає ще одна дуже важлива для народного господарства культура – соняшник. Збиральна кампанія соняшнику та кукурудзи майже збігається в часі, що часто призводить до значного дефіциту збиральної техніки, оскільки відомо, що для збирання урожаю використовують зернозбиральні комбайни, оснащені відповідним устаткуванням. Виходячи з цього, може бути необхідним перегляд підходу до формування кукурудзозбиральних агрегатів.

Перспективним є повернення до використання поряд з причіпними чи монтуючими збиральними агрегатами самохідних кукурудзозбиральних комбайнів таких як КСКУ-6 «Херсонець-200».

Використання даного високопродуктивного комбайна в технології вирощування кукурудзи на зерно дозволить значно зменшити навантаження на зернозбиральні комбайни, скоротити терміни збирання урожаю.

2. Технологічна частина.

2.1. Господарське значення кукурудзи.

Кукурудза є досить універсальною культурою. Її можна вирощувати на силос, для безпосереднього згодовування, як правило, в вигляді зеленої маси в подрібненому стані та на зерно. Кукурудзу кормового спрямування вирощують здебільшого в господарства, які спеціалізуються на виробництві м'ясо-молочної продукції. Всі інші, в тому числі і вищеназвані, вирощують кукурудзу на зерно.

Завдяки величезному попиту на зерно кукурудзи на внутрішньому та зовнішньому ринках проблем з реалізацією зібраного урожаю практично не існує. Часто зернотрейдери скуповують урожай прямо з поля.

Попит на зерно даної культури пояснюється тим, з нього можна виготовляти біоетанол. Воно є обов'язковою складовою комбікормів, які використовуються в тваринництві. Зерно кукурудзи широко використовується в харчовій промисловості. Зокрема, для виготовлення спирту, борошна, круп, кондитерських виробів тощо. Завдяки вказаним особливостям та високій урожайності кукурудза на зерно приносить значні прибутки її виробникам

2.2. Обґрунтування технології та організації використання машин.

Як і будь-яка інша, технологія вирощування кукурудзи на зерно визначається відповідною послідовністю виконання технологічних операцій, виконаних у відведені терміни та направлених на отримання максимального та якісного урожаю.

Для досягнення поставленої задачі використана система машин, яка дозволить максимально якісно та у стислі агростроки виконати поставлені завдання.

Попередники кукурудзи на зерно. Найкращими попередниками для кукурудзи, яка вирощується на зерно є озима пшениця, багаторічні трави, зернобобові культури. Поганим попередником є соняшник. Практика показує, що в гонитві за максимальними прибутками сільгоспвиробники впроваджують у виробництво трипільну сівозміну на полях якої вирощують соняшник, кукурудзу на зерно та озиму пшеницю. Причому, посівний клин під озиму пшеницю є мінімальним. Таким чином, вибір попередника є невеликим. Кукурудза відноситься до культур, які добре реагують на беззмінні посіви. Тобто, її можна вирощувати на одному й тому ж полі декілька років без значної втрати

урожайності. Але такі беззмінні посіви можуть супроводжуватись засміченням поля спорідненими бур'янами та відповідними шкідниками та хворобами.

Технологічна карта на вирощування даної культури проєктується за умови, що попередником для неї є озима пшениця.

Обробіток ґрунту. Для вирощування кукурудзи на зерно використана традиційна система обробітку ґрунту, яка передбачає післязбиральне лушення стерні з наступною зяблевою оранкою (рис 2.1). Лушення проводять в два сліди, щоб забезпечити максимально якісний результат.

Перший прохід здійснює агрегат, в складі гусеничного трактора Т-150 та лушильника ЛДГ-15, а другий проводить агрегат в складі трактора ДТ-75 та лушильника ЛДГ-10. Використання агрегатів різного складу пояснюється використанням трактора Т-150 на інших роботах.

Зяблеву оранку на глибину до 27 см виконують в терміни передбачені агровимогами орним агрегатом в складі колісного трактора Т-150К та плуга ПЛН 5-35.

Технологічною картою передбачено також виконання поверхневого обробітку ґрунту на різних етапах виробництва. Передбачено виконання передпосівного та післяпосівного обробітку.

Навесні проводять ранньовесняне боронування боронами ЗБСС-1,0, які за допомогою зчіпки СГ-21 утворюють широкозахватний агрегат з трактором ДТ-75.

Передпосівну культивацію проводять паровим культиватором КПГ-4 на глибину 6-8 см, який працює в агрегаті з трактором Т-150.

Після завершення сівби проводять прикочування посівів кільчасто-шпоровим котком 3-ККШ-6, який агрегатується з трактором ДТ-75. На п'ятий день після прикочування посівів проводять досходове боронування агрегатом, який використовувався при ранньовесняному боронуванні.

Технологічна карта на вирощування кукурудзи на зерно

Номер операції	Назва операції	Одиниці виміру	Обсяг роботи	Час виконання		Агрегат		Кількість задіяних		Продуктивність, га/зм	Необхідно на всю площу		Витрати пального		Витрати праці на виконання всієї операції люд/год/га
				календарні терміни	оптимальні строки	трактор, автомобіль	с.-г. машина, зчіпка	механізаторів	допоміжних працівників		тракторів, автомобілів	с.-г. машин	нормативний, кг/га	на всю операцію, кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	Лущення стерні (дворазове)	га	100	28.07-31.07	3	T-150	ЛДГ-15	1	-	58	1	1	20	1800	0,12
		га	100	22.08-25.08	3	ДТ-75	ЛДГ-10	2	-	33	2	2	27	2430	0,21
2.	Підготовка мінеральних добрив	т	28	15.09-6.10	21	-	ИСУ	1	1	4,5	-	1	-	-	0,5
3.	Навантаження мінеральних добрив	т	28	20.09-6.10	16	ЮМЗ-6/1	ПФ-0,5	1	-	4,2	1	1	3,0	28,8	0,16
4.	Транспортування мінеральних добрив	т	28	20.09-6.10	16	ЮМЗ-6/1	1РМГ-4	1	-	10	1	1	1,2	115,2	0,7
5.	Внесення мінеральних добрив	га	100	20.09-6.10	16	ЮМЗ-6/1	1РМГ-4	1	-	32	1	1	1,5	480	0,22
6.	Оранка 25-27 см	га	100	20.09-6.10	16	T-150К	ПЛН 5-35	1	-	7,1	1	1	6,4	1024	0,98
7.	Ранньовесняне боронування (дворазове)	га	200	8.04-10.04	2	ДТ-75	ЗБЗТ-10	2	-	57	2	2	12,5	2250	0,1
8.	Культивація, 6-8 см	га	100	20.04-25.04	5	T-150	КПГ-4	1	-	55	1	1	18,3	585,6	0,13
9.	Підвезення аміачної води, до 10 км	т	28	25.04-30.04	5	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
10.	Підготовка мінеральних добрив	т	5	25.04-30.04	5	вручну		-	2	3,5	-	-	-	-	2
11.	Навантаження добрив	т	5	25.04-30.04	5	МТЗ-80	ПФ-0,5	1	-	4,2	1	1	3,0	48	0,17
12.	Навантаження насіння	т	2,2	25.04-30.04	5	вручну		-	1	8,0	-	-	-	-	0,88
13.	Транспортування насіння і добрив	т	7,2	25.04-30.04	5	МТЗ-80	2 ПТС-4	1	-	9,6	1	1	12,8	132,4	0,73
14.	Сівба з добривами і внесенням аміачної води	га	100	25.04-30.04	5	МТЗ-80	СУПН-8А	1	1	24,4	1	1	17,4	556,8	0,57
15.	Коткування посівів	га	100	25.04-30.04	5	ДТ-75	ЗКК-6А	1	-	62	1	1	12,0	384,0	0,11
16.	Досходове боронування	га	100	5.05-6.05	1	ДТ-75	ЗБСС-10	1	-	58	1	1	13,6	435,2	0,12
17.	Боронування сходів	га	100	12.05-13.05	1	ДТ-75	ЗБСС-10	2	-	40	2	2	14,2	454,4	0,18
18.	1-й міжрядний обробіток	га	100	23.05-27.05	4	МТЗ-80	КРН-5,6	2	-	14,7	2	2	12,9	412,8	0,46
19.	Підвезення води для приготування розчину гербіцидів, до 10 км	т	28	16.06-21.06	5	МТЗ-80	ВР-3	2	-	9,7	2	2	11,4	145,9	0,72
20.	Приготування розчину	т	28	16.06-21.06	5	вручну		-	4	3,5	-	-	-	-	2
21.	Обробка гербіцидами	га	100	16.06-21.06	5	МТЗ-80	ОВТ-1	1	-	23	1	1	14,2	454,4	0,3
22.	2-й міжрядний обробіток	га	100	7.07-12.07	5	МТЗ-80	КРН-5,6	2	-	16	2	2	12,9	412,8	0,44
23.	Збирання кукурудзи	га	100	20.09-10.10	20	T-150К	ККП-3	2	2	7,9	-	2	23,45	2345	0,48
24.	Транспортування качанів, до 10 км	т	450	20.09-10.10	20	ЮМЗ-6А/1	2 ПТС-4	3	-	13	3	3	14,0	1568,0	0,54
25.	Транспортування сухих стедел, до 10 км	т	250	20.09-10.10	20	ЮМЗ-6А/1	2 ПТС-4	5	-	9,6	5	5	21,0	1528,0	0,73
26.	Перевезення качанів на зберігання, до 10 км	т	450	25.09-15.10	20	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
	Всього													20749	

Рис. 2.1. Технологічна карта (базова) на вирощування кукурудзи на зерно.

При догляді за посівами виконують дві міжрядні культивації просапним культиватором-рослинопідживлювачем КРН-5,6, який працює а агрегаті з трактором МТЗ-80.

Удобрення. Система удобрення передбачає використання мінеральних добрив на різних етапах вегетації кукурудзи. При цьому, основну дозу вносять перед оранкою агрегатом в складі трактора ЮМЗ-6Л та кузовного розкидача 1-РМГ-4. При цьому використано прямопотокову технологію внесення добрив. Завантажують добрива на складі фронтальним навантажувачем ПФ-0,5. Добрива також вносяться під час сівби, та при підживленні культиваторами-рослинопідживлювачами.

Сівба. Посів виконують в передбачені технологічною картою терміни сівалкою СУПН -8А. При цьому застосовують трактор МТЗ-80.

Система захисту рослин. Для хімічного захисту кукурудзи технологічною картою передбачено застосування обприскувача ОВТ-1 з відповідними пестицидами, який працює в агрегаті з трактором МТЗ-80. Знищення бур'янів та шкідників відбувається також завдяки проведенню міжрядних обробітків.

Збирання урожаю. Базовою технологічною картою передбачено для збирання урожаю кукурудзозбиральний агрегат, який складається з причіпного комбайна ККП-3 «Херсонець-9» та трактора Т-150К. Перевезення качанів до місця зберігання та подальшої переробки транспортними засобами в складі тракторів ЮМЗ-6АЛ та тракторних причепів 2ПТС-4 і вантажних автомобілів. Транспортування супутньої продукції (подрібнені стебла) здійснюється такими ж тракторними агрегатами.

2.3. Розробка операційної технології збирання кукурудзи на зерно.

Як зазначалося в описі базової технологічної карти збирання урожаю кукурудзи на зерно забезпечувалось збиральним агрегатом в складі трактора Т-150К та трьохрядного причіпного комбайна ККП-3 «Херсонець-9».

Одним з основних недоліків даного агрегату є його низька продуктивність. При значних площах посіву це негативно впливає на темпи збирання урожаю та може спричинити погіршення якості урожаю і його кількості. Очевидною є необхідність впровадження у виробництво більш продуктивного агрегату.

За результатами попередніх досліджень запропоновано замість вищевказаного збирального агрегату використати самохідний кукурудзозбиральний комбайн КСКУ-6 «Херсонець-200».

2.3.1. Розрахунок складу кукурудзозбирального агрегату

Базовий агрегат відноситься до тягово - приводного типу. Тут потужність двигуна трактора витрачається як на привод робочих органів, так і на переміщення агрегату по полю. Розрахунок агрегату здійснюємо за відомою методикою [4].

Вихідні дані для розрахунку базового агрегату:

- вага трактора Т-150К - $G_{mp} = 76000H$;
- вага комбайна ККП-3 - $G_m = 53300H$;
- коефіцієнт опору кочення – $f = 0,1$
- робоча швидкість - $V = 6...9 км / год$;
- ККД ВВП трактора - $\eta_{ВВП} = 0,93$
- питома потужність на привод робочих органів ККП-3 - $N_n = 3,2 кВт \cdot c / кг$;
- урожайність качанів кукурудзи – $Q = 70 ц / га$

Для ефективної роботи кукурудзозбирального агрегату необхідно забезпечити виконання умови:

$$N_{np} \prec N_{ВВП} \quad (2.1)$$

де, N_{np} - потужність затрачена на приведення в дію механізмів комбайна, кВт;

$N_{ВВП}$ - потужність, яку може передати ВВП під час руху агрегату, кВт;

$$N_{np} = N_n \cdot q \quad (2.2)$$

де N_n - питома потужність на привод робочих органів

$$N_n = 3,2 кВт \cdot c / кг$$

q - секундна подача маси в комбайн, кг/с;

$$q = B_p \cdot V_p \cdot Q \quad (2.3)$$

де B_p - робоча ширина захвату комбайна, м;

$$B_p = 2,1 м$$

V_p - робоча швидкість агрегату;

Q - урожайність качанів кукурудзи ($Q = 0,7 кг / м^2$);

Допустима агротехнічна швидкість агрегату буде забезпечена на першій передачі трансмісії трактора, $V_{mp}^I = 8,53 км / год$

З урахуванням буксування:

$$V_p^I = V_{mp}^I \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) = 8,53 \left(1 - \frac{10}{100} \right) = 7,68 \text{ км / год} \quad (2.4)$$

або

$$V_p^I = 2,13 \text{ м / с}$$

Тоді

$$q = 2,1 \cdot 2,13 \cdot 0,7 = 3,13 \text{ кг / с}$$

Отже

$$N_{np} = 3,2 \cdot 3,13 = 10,02 \text{ кВт}$$

Потужність, яка може передаватись через ВВП від час руху агрегату визначимо з виразу

$$N_{ВВП} = N_e \cdot \eta_{ВВП} - \frac{(R_{коч.тр} + R_{коч.к}) V_p \eta_{ВВП}}{3,6 \eta_{mp} \cdot \eta_{\delta}} \quad (2.5)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна трактора,

$$N_e = 58,9 \text{ кВт}$$

η_{mp} - ККД трансмісії трактора, $\eta_{mp} = 0,93$

η_{δ} - коефіцієнт буксування, $\eta_{\delta} = 0,87$

$R_{коч.тр.}, R_{коч.к}$ - відповідно опір на перекочування трактора і комбайна, кН .

$$R_{коч.тр.} = G_{mp} (f + i) = 76,0 \cdot (0,1 + 0,03) = 9,88 \text{ кН} \quad (2.6)$$

$$R_{коч.к} = G_k (f + i) = 53,3 \cdot (0,1 + 0,03) = 6,9 \text{ кН} \quad (2.7)$$

де $i = 0,03$ - величина підйому схилу

Тоді

$$N_{ВВП} = 58,9 \cdot 0,93 - \frac{(9,88 + 6,9) \cdot 7,68 \cdot 0,93}{3,6 \cdot 0,93 \cdot 0,87} = 13,6 \text{ кВт}$$

Таким чином умова $N_{np} < N_{ВВП}$ виконується.

Визначаємо змінну продуктивність агрегату, га / зм

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p \quad (2.8)$$

де T_p - робочий час зміни

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau \quad (2.9)$$

$T_{зм} = 7 \text{ год}$ - час зміни

$\tau = 0,7$ - коефіцієнт використання часу зміни.

$$T_p = 7 \cdot 0,7 = 4,9 \text{ год}$$

Тоді

$$W_{3M}^{\sigma} = 0,1 \cdot 2,1 \cdot 7,68 \cdot 4,9 = 7,9 \text{га} / \text{зм}$$

Розраховуємо погектарні витрати палива в $\text{кг} / \text{га}$

$$Q_{\text{га}} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}} \quad (2.10)$$

де Q_{3M} - витрати палива за зміну, кг

W_{3M} - продуктивність агрегату за зміну, $\text{га} / \text{зм}$;

$$Q_{3M} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z \quad (2.11)$$

де - Q_p, Q_x, Q_z - годинна витрата палива за час робочих, холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном трактора Т-150К.

Тут

$$Q_p = 33,0 \text{кг} / \text{год}, Q_x = 18,0 \text{кг} / \text{год}, Q_z = 4,5 \text{кг} / \text{год}$$

T_p, t_x, t_z - відповідно затрачений час на робочі і холості ходи та на зупинки з працюючим двигуном.

$$t_x = t_z = \frac{T_z - T_p}{2}, \text{год} \quad (2.12)$$

$$t_x = t_z = \frac{7 - 4,9}{2} = 1,05 \text{год}$$

Тоді

$$Q_{3M} = 33,0 \cdot 4,9 + 18,0 \cdot 1,05 + 4,5 \cdot 1,05 = 185,3 \text{кг} / \text{зм}$$

Погектарні витрати палива

$$Q_{\text{га}} = \frac{185,3}{7,9} = 23,45 \text{кг} / \text{га}$$

Розрахунок режиму роботи проектного агрегату, комбайна КСКУ-6 «Херсонець-200»

Визначимо оптимальну робочу швидкість комбайна

$$V_p = \frac{360 \cdot q}{B_p \cdot Q \cdot (1 + \sigma)}, \quad (2.13)$$

де $q = 10 \text{кг} / \text{с}$ – пропускна здатність комбайна;

$B_p = 4,2 \text{м}$ – ширина захвату, м;

$Q = 70,0 \text{ц} / \text{га}$ – урожайність кукурудзи;

$\sigma = 0,6$ – відношення маси стебел до загальної маси

Тоді

$$V_p = \frac{360 \cdot 10}{4,2 \cdot 70 \cdot (1 + 0,6)} = 7,65 \text{ км / год}$$

Розрахована робоча швидкість забезпечується другим діапазоном передач трансмісії комбайна, яка коливається в межах 0...12,3 км/год.

Тоді, змінна продуктивність комбайна дорівнює

$$W_{зм}^{np} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 7,65 \cdot 4,9 = 15,7 \text{ га / зм} \quad (2.14)$$

З наведених розрахунків видно, що продуктивність комбайна КСКУ-6, як проектного варіанту, вища від комбайна ККП-3 базової технології на 7,8 гектара за годину за майже однакової робочої швидкості.

Розрахуємо витрати палива проектного агрегату. Згідно з інструкцією по експлуатації комбайна КСКУ – 6

$$Q_p = 35,0 \text{ кг / год}, Q_x = 22,5 \text{ кг / год}, Q_z = 4,9 \text{ кг / год}$$

Тоді, змінні витрати палива

$$Q_{зм} = 35,0 \cdot 4,9 + 22,5 \cdot 1,05 + 4,9 \cdot 1,05 = 200,2 \text{ кг / зм}$$

Погектарні витрати палива складатимуть

$$Q_{га} = \frac{200,2}{15,7} = 12,8 \text{ кг / га}$$

З розрахунків видно, що змінні витрати палива на виконання робіт комбайна КСКУ-6 вищі ніж у базового варіанту на 14,9 кг. Але питомі (погектарні) витрати палива у проектного варіанту в 1,8 рази менші ніж у базового.

Отже, враховуючи те, що продуктивність кукурудзозбирального комбайна за проектною технологією майже вдвічі більша базового варіанту при майже вдвічі менших питомих витратах палива на виконання операції, можна стверджувати, що запропонована модернізована технологія вирощування кукурудзи на зерно є економічно вигідною.

2.3.2. Розрахунок операційної технологічної карти на збирання кукурудзи.

Умови роботи :

- площа поля $S = 100 \text{ га}$;
- довжина загінки $L = 800 \text{ м}$;
- нахил схилу $\alpha = 3^\circ$;

- склад агрегату – самохідний кукурудзозбиральний комбайн КСКУ – 6 “Херсонєць 200”;

- ширина захвату $B_p = 4,2 м$;
- ширина комбайна $C = 5,775 м$;
- радіус повороту $R = 12 м$;
- ширина поворотної смуги $E = 12 м$;

Розрахуємо тривалість циклу за формулою

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \quad (2.15)$$

де L_p – робоча довжина загінки, $м$

$V_p = 7,65 км / год$ - робоча швидкість;

$t_n = 1,5...2,0 хв$ - час повороту в кінці загінки;

Тут

$$L_p = L - 2 \cdot E$$

Тоді

$$L_p = 800 - 2 \cdot 30 = 740 м$$

Отже

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 740}{10^2 \cdot 7,65} + 2 \cdot 1,5 = 14,6 хв \approx 0,24 год$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл, $га / ц$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p \cdot \tau = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 7,65 \cdot 0,24 \cdot 0,7 = 0,54 га / ц \quad (2.16)$$

Визначимо кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{15,7}{0,54} = 29,0 ц / зм \quad (2.17)$$

2.3.3. Підготовка поля до роботи

Через те, що кукурудза є високостебловою культурою, то, звичайно в межах самого поля ніяких заходів не проводять. Лише якщо довжина гонів буде більшою 800 метрів, необхідно буде через кожні 400...500 метрів робити прокоси шириною 6...8 метрів для транспортних потреб. Перед початком збирання поле обкошують, формують поворотні смуги та розбивають його на загінки.

Визначимо ширину загінки по кількості рядків - n .

$$n = \frac{C_{\text{онм}}}{m} = \frac{10^4 \cdot (2...3) W_{\text{зм}}}{L_p \cdot m}, \quad (2.18)$$

де n – кількість рядків;

L_p – довжина загінки, м;

m – ширина міжрядь, м ($m = 0,7$ м).

Тоді:

$$n = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 15,7}{740 \cdot 0,7} \approx 606 \text{ рядків}$$

Тоді, оптимальна ширина загінки дорівнює

$$C_{opt} = m \cdot n = 0,7 \cdot 606 = 424 \text{ м}$$

Визначимо кількість загінок

$$n = \frac{S \cdot 10^4}{L_p \cdot C_{opt}} = \frac{100 \cdot 10^4}{740 \cdot 424} \approx 3 \quad (2.19)$$

Довжина одного робочого ходу дорівнює:

$$l_{px} = L_p = 740 \text{ м}$$

2.3.4. Підготовка комбайна до роботи.

Перед виїздом в поле спеціалісти дають оцінку справності комбайна та його готовності до виконання поставленого завдання. Перевірці піддаються всі системи машини та його робочі органи. Ємності для паливо-мастильних матеріалів повинні бути заповнені до рівнів, які вимагають регламентні документи. Протічки вказаних матеріалів не допускаються. Зазори, люфти в вузлах та робочих органах комбайна не повинні виходити за межі допустимих. Електрообладнання та системи сигналізації повинні бути у справному стані.

Агрономічна та технічна служби господарства з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, урожайності кукурудзи, її вологості, висоти та товщини стебел, параметрів качанів проводять відповідні технологічні налагодження механізмів та робочих органів комбайна.

2.3.5. Робота комбайна в загінці.

Керувати кукурудзозбиральним комбайном під час збирання урожаю повинен спеціально підготовлений, висококваліфікований механізатор.

Перед початком повноцінної роботи комбайн проводить пробний заїзд в контрольній загінці. Після 30 – 40 метрів робочого руху комбайн зупиняють і

перевіряють відповідність якості виконання технологічного процесу відповідним налагодженням.

Після завершення першого робочого руху жатну частину комбайна переводять в транспортне положення, на поворотній смузі роблять поворот та розпочинають наступний робочий рух. За необхідності на поворотній смузі комбайн зупиняють для очищення робочих органів.

2.3.6. Контроль за якістю виконання роботи.

Під час збирання кукурудзи на зерно здійснюють поточний та щозмінний контроль якості виконання роботи. Поточний контроль проводить механізатор, а щозмінний – агроном. При цьому контролюються такі показники: втрати качанів, втрати зерна, пошкодження качанів, ступінь очищення качанів, висота зрізу стебел, пошкодження зерна, засміченість зерна.

Для контролю того чи іншого показника виділяється площа поля відповідної довжини та ширини, яка відповідає ширині захвату комбайна.

Отримані показники фіксують, обробляють та оцінюють їх відповідність агротехнічним вимогам.

3. Наукова частина.

3.1. Мета і задачі досліджень.

Метою магістерської роботи є удосконалення технологічного процесу збирання урожаю при вирощуванні кукурудзи на зерно.

Відповідно до означеної мети сформульовані наступні задачі:

- проаналізувати існуючі технології вирощування кукурудзи на зерно, встановити перспективні напрями їх удосконалення;
- проаналізувати існуючі конструкції кукурудзозбиральних машин та качановідокремлюючих апаратів;
- теоретично обґрунтувати параметри протягувальних вальців.

Об'єкт дослідження – процес прокочування стебел протягувальними вальцями при збиранні кукурудзи на зерно.

Предмет дослідження – конструкція та параметри протягувальних вальців русла качановідокремлюючих апаратів кукурудзозбирального комбайна.

Наукова новизна:

- теоретично обґрунтовано діаметр протягувальних вальців качановідокремлюючих апаратів кукурудзозбирального комбайна.

3.2. Огляд конструкцій кукурудзозбиральних машин

Кукурудзу на зерно можна збирати в качанах при роздільному комбайнуванні або в обмолоченому стані при прямому комбайнуванні.

Вибір того чи іншого способу збирання урожаю залежить від багатьох чинників основними з яких є: площа посівів, наявність відповідної збиральної техніки, фінансові можливості господарства.

Наведемо аналіз конструкцій деяких машин для збирання урожаю кукурудзи в качанах.

Для збирання кукурудзи в качанах застосовуються причіпні, начіпні, монтовані та самохідні машини. Широке представництво на полях мають причіпні машини, як закордонних так і вітчизняних виробників. Це машини фірми SIP (Словенія), Bourgoin (Франція), BERKO (Сербія), Bourgoin Франція, Херсонський машинобудівний завод (Україна) тощо [12].

Словенська фірма SIP пропонує агровиробникам причіпні однорядні та дворядні бункерні комбайни моделей TORNADO (40EOL, 40EOL 8V, 80) (рис. 3.1), які збирають кукурудзу в качанах. Вони оснащені класичними

качановідокремлюючими апаратами з протягувальними вальцями, відривними пластинами та подавальними ланцюгами. Відокремлені від стебел качани потрапляють на качаноочисник де відділяються від обгортки, а далі транспортером завантажуються в бункер.

Листостеблова маса зрізується і подрібнюється фрезою та рівномірно розподіляється по поверхні поля. Висота зрізу регулюється за допомогою гідросистеми трактора переміщенням рами.



Рис. 3.1 Загальний вигляд качанозбиральної машини TORNADO.

Вивантаження качанів з бункера в причіп транспортного агрегату здійснюється підніманням і перевертанням його за допомогою гідроциліндрів та системи важелів.

Аналогічні за конструкцією комбайни Bourgoin TB2 виробництва французької фірми Bourgoin та однорядні і дворядні причіпні бункерні комбайни сербської фірми BERKO (рис. 3.2).



Рис. 3.2 Загальний вигляд качанозбиральної машини BERKO (Сербія).

Технологічний процес роботи качанозбиральної машини BERKO подібний до роботи качанозбиральної машини TORNADO.

Кукурудзу на зерно також збирають причіпними кукурудзозбиральними комбайнами виробництва Херсонського машинобудівного заводу ККП-2, ККП-2С (рис. 3.3) та ККП-3 (рис. 3.4).



Рис. 3.3. Загальний вигляд качанозбирального комбайна ККП-2С (Україна).



Рис. 3.3. Загальний вигляд качанозбирального комбайна ККП-3 (Україна).

Їх використовують для збирання кукурудзи в качанах. При цьому доступна функція очищення качанів від обгорток, подрібнення зі збиранням листостеблової маси, яка може використовуватись у тваринництві. Їх також можна використовувати для силосування кукурудзи.

Коротка технічна характеристика причіпних качанозбиральних комбайнів наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Технічна характеристика причіпних качанозбиральних комбайнів

Показник	Марка комбайна					
	TORNADO 40EOL	TORNADO 80	Bourgoin TB2	BERKO- 014	BERKO- 025	ККП- 2
Ширина захвату, рядків	1	1	2	1	2	2

Агрегатування, потужність трактора, кВт	18	35	45	17	30	50
Місткість бункера, м ³	1,8	2,9	3,2	1,6	3,8	-
Висота вивантаження, м	2,4	2,4	2,75	2,3	2,75	-
Продуктивність, га/год	0,45	0,6-0,8	0,6-0,9	0,5	0,6-0,9	0,7

З таблиці видно, що всі комбайни мають практично однакові технічні характеристики за однакових умов роботи. Але, необхідно звернути увагу на те, що комбайни вітчизняного виробництва не мають накопичувального бункера, а за допомогою причіпного пристрою можуть агрегуватися з тракторним причепом значно більшого об'єму ніж наведені аналоги, що є значною перевагою. Цим можна пояснити і більшу потужність засобу агрегування.

На полях також можна бачити навісні, і монтовані качанозбиральні машини моделей 4YG-3 (Китай) та BERKO 062 [12].

Комбайн BERKO 062 (рис. 3.4) це шестирядна монтована модульна машина. Всі робочі органи машини змонтовано на шасі трактора. На передню навіску встановлено жатну частину, яка має шість русел та різально-подрібнювальний апарат. На подовженому шасі розміщено бункер для качанів.



Рис. 3.4. Загальний вигляд монтованого качанозбирального комбайна BERKO (Сербія): 1 - жатка; 2 - бокові транспортери; 3 - транспортер подачі очищених качанів; 4 – бункер; 5 - пристрій очищення качанів від обгорток; 6 - різально-підрібнювальний пристрій.

Незважаючи на більш складну конструкцію технологічний процес роботи комбайна аналогічний роботі причіпних варіантів машин даної фірми.

Качанозбиральний комбайн 4YG-3 – це трьохрядна машина робочі органи якої монтуються на тракторах класу МТЗ-80, ЮМЗ-6 (рис. 3.5). Його оснащено одним бічним транспортером. Всі інші робочі органи, як і технологічний процес роботи аналогічні комбайну BERKO.



Рис. 3.5. Загальний вигляд качанозбирального комбайна 4YG-3 (Китай).

Порівняльна технічна характеристика монтованих качанозбиральних комбайнів наведена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Порівняльна технічна характеристика монтованих качанозбиральних комбайнів

Показник	Марка комбайна	
	BERKO 062	4YG-3
Ширина захвату, рядків	6	3
Агрегатування, потужність трактора, кВт	114	60
Ємність бункера, м ³	11,5	-
Маса комбайна, кг	4500	2200
Продуктивність, га/год	1,4-1,8	0,4-0,6

Фірма Industrias Reunidas Colombo Ltda пропонує високомобільний однорядний начіпний комбайн RCM11 (рис. 3.6), осначений однорусловою жаткою та бункером ємністю 400 кг. Його використовують на невеликих площах посівів.



Рис. 3.6. Начіпний кукурудзозбиральний комбайн RCM11

Найчастіше на даний час кукурудзу на зерно з обмолотом качанів збирають зернозбиральними комбайнами оснащеними кукурудзозбиральними жатками.

Своє місце в забезпеченні господарств жатками займає ТОВ НВП «Херсонський машинобудівний завод».

Він поставляє на ринок жатки для комплектації комбайнів, як закордонного так і вітчизняного виробництва.

Це шести- та восьмирядні жатки КМС-6 (рис. 3.7) і КМС -8, які агрегатуються з комбайнами різних виробників, як вітчизняних так закордонних.



Рис. 3.7 Загальний вигляд жатки КМС-8

З огляду на те, що площі посівів кукурудзи щорічно зростають, навантаження на існуючий парк зернозбиральних комбайнів зростає то очевидно є доцільність масово повернути на наші поля самохідні комбайни, такі як КСКУ-6 «Херсонець-200» (рис. 3.8) виробництва ТОВ НВП «Херсонський машинобудівний завод».



Рис. 3.8 Загальний вигляд кукурудзозбирального комбайна КСКУ-6
«Херсонець-200»

Це високопродуктивна універсальна машина здатна забезпечити збирання кукурудзи в качанах, з обмолотом качанів, може використовуватись при заготівлі силосу.

3.3.Огляд конструкцій протягувальних вальців

Русла жаток для збирання кукурудзи оснащуються вальцьовими або пластинчастими апаратами, що відділяють кукурудзу [13,14]. У зв'язку з тим, що під час роботи перших відбуваються травмування і вилущування зерна з качанів, що є причиною збільшення втрат насіння, більшість жаток укомплектовані пластинчастими.

Останні зазвичай складаються із двох похило-розміщених протягувальних вальців та двох відривних пластин, встановлених над ними, двох контурів подавальних ланцюгів, розподільної коробки, змонтованої на рамі. Протягувальні вальці складаються із чотири-, шестигранного валу, до якого прикріплено чотири або шість ножів (рис. 3.8). Чотирьохгранні вальці одночасно з протягуванням подрібнюють стебла, чим значно підвищують їх функціональність.

Русла компанії OROS (Угорщина) [14] оснащені чавунними шестигранними вальцями конічної форми (рис. 3.9), допомагають якісно

подрібнювати стеблову масу і при обертанні створюють ефект самозатягування. Вальці оснащені знімними протягуючими ножами, які мають ребристу або плоску робочу площину (6 ребер (1)). Протиріжуча пластина (2) захищає вальці від намотування стеблової маси.

Також на руслах компанії OROS можуть встановлюватись протягувальні вальці квадратного перерізу (рис. 3.10) [14]. Крім чотирьох ножів (1) вона має ще чотири подавальні кромки (2) і протиріжучі пластини (3), що збільшує робочу швидкість комбайна до 15-17 км/год.

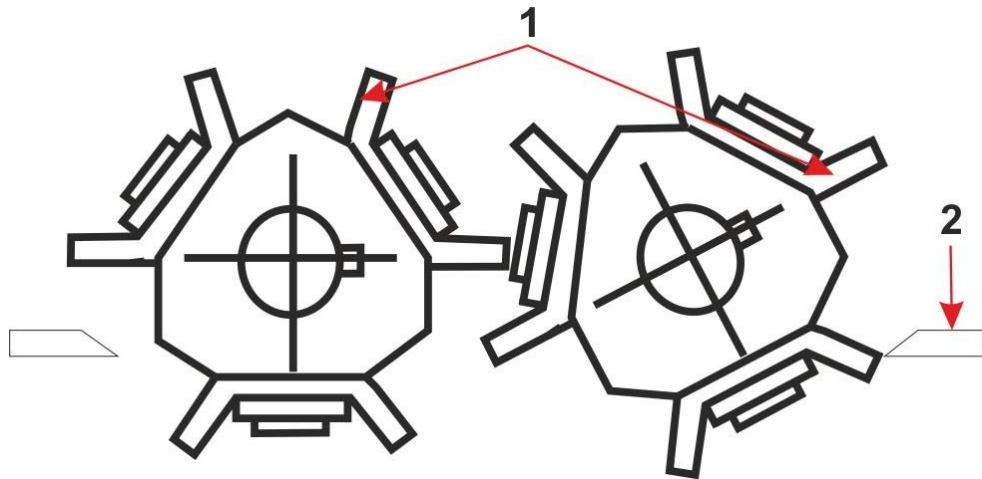


Рис. 3.8 Схема шестигранних вальців конічної форми компанії OROS

Чотирьохгранні вальці одночасно з протягуванням подрібнюють стебла, чим значно підвищують їх функціональність.

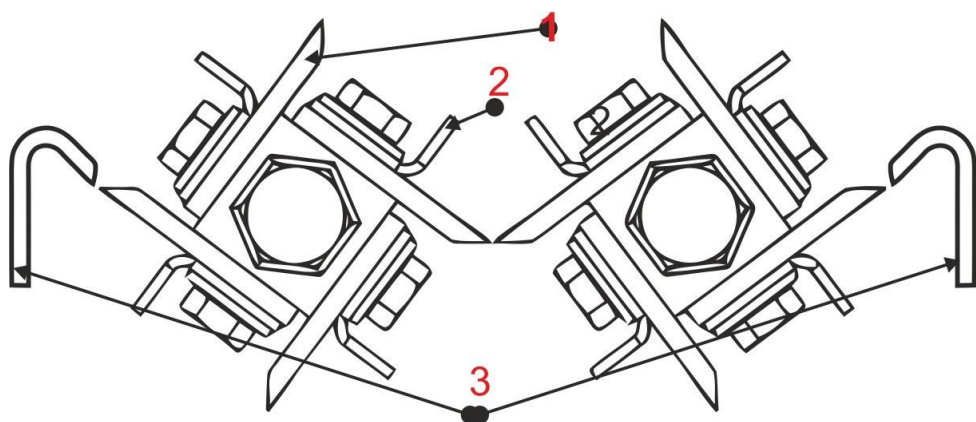


Рис. 3.9 Схема вальців квадратного перерізу компанії OROS

На кукурудзозбиральних комбайнах вітчизняного виробництва (КСКУ-6, ККП-2, ККП-2С, ККП-3) встановлюють шестилопатові протягувальні вальці (рис. 3.10).

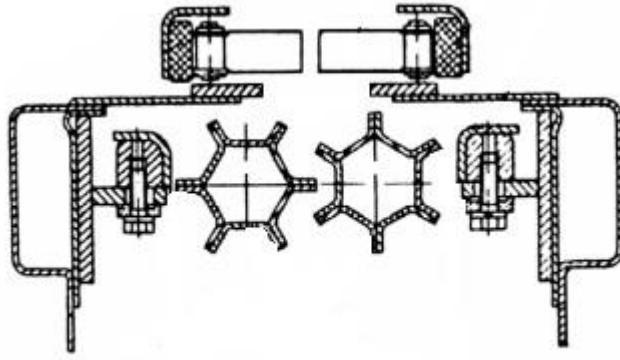


Рис. 3.10. Протягувальні вальці кукурудзозбирального комбайна КСКУ-6.

Дана конструкція зарекомендувала себе з позитивної сторони, але потребує подальшого дослідження та вдосконалення.

3.4. Обґрунтування діаметра протягувальних вальців

Надійне протікання процесу відриву качанів визначається величиною силового контакту стебла з протягувальними вальцями (рис. 3.11) [6,7,8]. Захоплення стебла вальцями залежить від співвідношення кута захоплення ребрами вальців стебел і кута тертя вальця по стеблу.

Необхідно, щоб виконувалась залежність

$$\varphi > \alpha; \operatorname{tg} \varphi = f \geq \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.1)$$

де f – коефіцієнт тертя вальця по стеблу.

За умови виконання даної нерівності під дією горизонтальної складової рівнодійної R стебло буде спрямоване в регульований зазор h між вальцями.

Виходячи з цього, захоплення стебел можливе за умови

$$\alpha = \arccos \left[1 - \frac{(d_c - h)}{D_s} \right], \quad (3.2)$$

де α – кут захоплення стебла вальцями;

D_s – діаметр протягу вальних вальців.

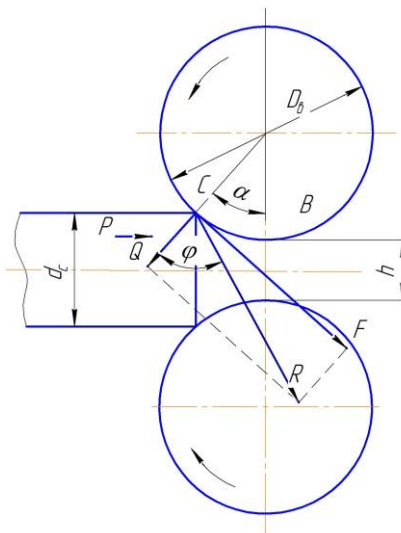


Рис. 3.11 Схема протягування стебел вальцями

Після деяких перетворень виразу (3.2) отримаємо нерівність для визначення діаметру вальців

$$D_g \geq \frac{d_c - h}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}}} \quad (3.3)$$

Видно, що діаметр вальців напряду залежить від величини їх деформації $\psi = \frac{d_c - h}{d_c}$ в процесі протягування. Ступінь деформації, за якої процес відриву качанів протікатиме задовільно повинен коливатися в межах $\psi = 0,6 \dots 0,7$.

Згідно агротехнічних вимог висота зрізу стебел повинна коливатись в межах 10...12 см. Тут діаметр стебла може коливатись від 15 до 40 мм. Дані величини будемо враховувати при подальших теоретичних дослідженнях. В роботу візьмемо максимальне значення.

Прийнявши мінімальне значення деформації стебла $\psi = 0,7$ та максимальний діаметр стебла отримаємо $h = (1 - \psi) \cdot d_c = (1 - 0,7) \cdot 40 = 12 \text{ мм}$. Прийmemo дану величину постійною.

Коефіцієнт тертя вальця по стеблу [6,7,8] може коливатись від 0,45 до 1,0.

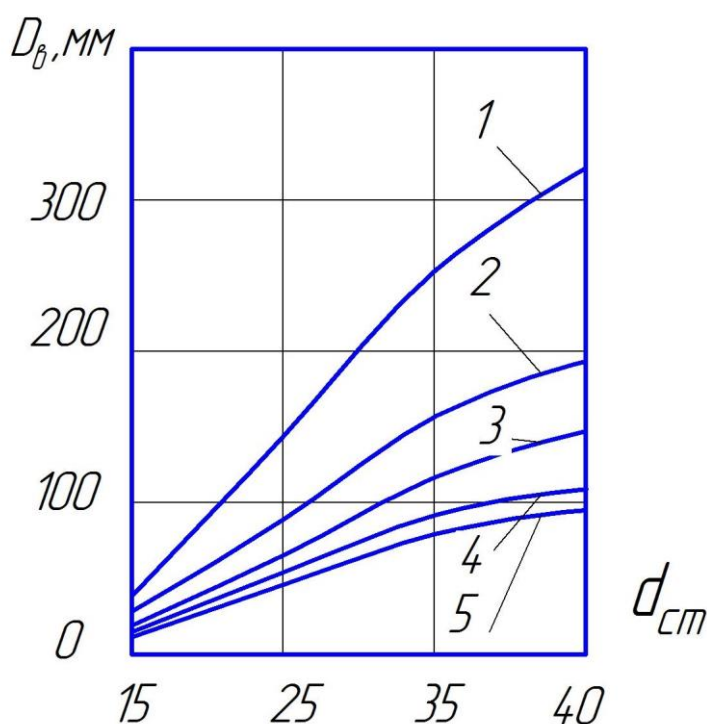
Такий розбіг залежить від стану поверхні вальця та вологості стебла.

Отже, в даному випадку діаметр вальців визначається нерівністю з двома перемінними, діаметром стебла та коефіцієнтом тертя вальця по стеблу. За результатами розрахунків отримали матрицю значень (табл. 3.1) та графічні залежності (рис. 3.12) діаметра вальців від діаметра стебла і коефіцієнта тертя вальця по стеблу.

Матриця значень залежності діаметра вальців від діаметра стебла і коефіцієнта тертя вальця по стеблу.

$d_{ст}$ \ f	0,45	0,6	0,75	0,9	1,0
15	34,1	21,1	15,0	11,7	10,2
25	147,7	91,5	65,0	50,6	44,4
35	261,4	161,9	115,0	89,5	78,5
40	318,2	197,2	140,0	108,9	95,6

Графічна модель отриманих значень зображена на рис. 3.12



3

Рис. 3.13. Графік для визначення діаметра вальців залежно від діаметра стебла і коефіцієнта тертя його по стеблу: 1 – коефіцієнт тертя 0,45; 2 - коефіцієнт тертя 0,6; 3 - коефіцієнт тертя 0,75; 4 - коефіцієнт тертя 0,9; 5 - коефіцієнт тертя 1,0.

Аналіз отриманих графіків вказує на те, що визначальний вплив на діаметр вальців має коефіцієнт тертя його по стеблу кукурудзи.

Наведені графічні залежності дають можливість визначити діаметр протягувальних вальців для реальних умов роботи.

3.5. Технологічні розрахунки

3.5.1. Розрахунок параметрів протягувальних вальців

В продовження наведених теоретичних досліджень по обґрунтуванню діаметра протягувальних вальців пропонується внести деякі зміни в їх конструкцію. А саме, запропоновано замість шестигранних використати чотирилопатеві протягу вальні вальці. Дані зміни направлені на зменшення маси та підвищення їх пропускної здатності.

Виконаємо інженерний розрахунок діаметра протягувальних вальців. Використаємо в ньому вихідні дані та відповідні припущення з попереднього розділу.

Так, для гібриду кукурудзи «Яніс»

$$d_k = 40\text{мм}; d_c = 30\text{мм}; q_k = 120...200\text{г (маса качана)}, \text{урожайність} - Q = 70\text{ц/га}$$

Для зменшення проковзування стебел під час відриву качанів робочі поверхні вальців «активізують», виготовляючи вальці різної форми поперечного перерізу [13,14].

З цією метою використовують вальці з повздовжніми ребрами, що дозволяють прокочувати стебла з приминанням їх. Тому в формулу для визначення діаметра вальців підставляємо приведений коефіцієнт тертя.

$$f_{np} = \mu \cdot f \quad (3.4)$$

де μ - коефіцієнт зчеплення поверхні вальців зі стеблами

У разі використання модернізованих вальців лопатевого типу за даними випробувань $f_{np} = 1,0$, тоді, з урахуванням теоретичних досліджень маємо

$$d_s = \frac{40 - 12}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 10^2}}} = 95,5\text{мм}$$

Приймаємо $d_s = 96\text{мм}$. Отриманий результат корелюється з результатами теоретичних досліджень.

Довжину вальців визначаємо із наступних міркувань:

Час прокачування стебел між вальцями τ повинен бути меншим або дорівнювати часу проходження машиною відстані між двома рослинами кукурудзи t_i , тобто $\tau \leq t$

Знаходимо відстань α між рослинами у рядку.

При відношенні маси стебел до маси качанів 1:1 для цього гібрида отримаємо, що продуктивність удосконаленого комбайна КСКУ – 6

$$Q = Q_{\text{кач}} + Q_{\text{ст}} = 140\text{ц/га} = 14000\text{кг/га}$$

Годинна продуктивність комбайна з попередніх розрахунків

$$W_{год} = 3,2 \text{ кг} / \text{год}$$

Масова продуктивність машини

$$W_m = W \cdot Q = 3,2 \cdot 14000 = 44800 \text{ кг} / \text{год} = 12,4 \text{ кг} / \text{с}$$

Кількість рослин на 1 га

$$N = \frac{Q}{2 \cdot q_n} = \frac{14000}{2 \cdot 0,2} = 35000 \text{ шт} \quad (3.5)$$

При ширині міжрядь $b = 0,7 \text{ м}$ відстань між рослинами в рядку:

$$a = \frac{10^4}{N \cdot b} = \frac{10^4}{35000 \cdot 0,7} = 0,4 \text{ м} \quad (3.6)$$

З урахуванням того, що вальці розташовано похило до поверхні поля довжина вальців становить

$$l_g = \frac{a}{\sin \alpha_g} \quad (3.7)$$

Кут між віссю вальців і поверхнею поля становить $\alpha_g = 33^\circ$

Тоді

$$l_g = \frac{a}{\sin \alpha_g} = \frac{0,4}{\sin 33^\circ} = 0,73 \text{ м}$$

З урахуванням того, що на 1 га може бути 20000....55000 штук рослин (згідно з агрономогами комбайн повинен здійснювати збирання кукурудзи на зерно в різних кліматичних зонах), максимальна відстань між рослинами

$$a_{\max} = \frac{10^4}{N \cdot b} = \frac{10^4}{20000 \cdot 0,7} = 0,7 \text{ м}$$

Тоді, максимальна довжина вальця

$$l_{\max g} = \frac{a}{\sin \alpha_g} = \frac{0,71}{\sin 33^\circ} = 1,3 \text{ м}$$

Остаточно приймаємо $l_g = 1,3 \text{ м}$

Частота обертання вальців уточнюється експериментально для кожного конкретного варіанту качановідокремлюючих апаратів.

Так для вальців з чотирма ребрами при швидкості комбайна до

$$V_m = 2,2 \text{ м} / \text{с} = 7,9 \text{ км} / \text{год} \text{ частота обертання вальців } N_g = 1100 \text{ об} / \text{хв}.$$

3.6. Енергетичні розрахунки

3.6.1. Розрахунок потужності на відрив качанів

Відокремлення качанів від стебел здійснюється шляхом прокочування їх між протягувальними вальцями.

Потужність $P_{нс}$, яка витрачається однією парою вальців може визначається

$$P_{нс} = P_{нум} \cdot q_n, \kappa Bm \quad (3.8)$$

де $P_{нум}$ - питома енергоємність однієї пари вальців, $\frac{\kappa Bm}{\kappa z / c}$;

q_n – продуктивність качановідокремлюючого апарату, $\kappa z / c$.

За даними конструкторського бюро ТОВ НВП «Херсонський машинобудівний завод» для апаратів з повздовжніми похилими вальцями

$$P_{нум} = 1,0 \dots 1,25 \frac{\kappa Bm}{\kappa z / c}$$

Продуктивність відокремлювального апарату

$$q_n = W_m = 12,4 \kappa z / c$$

Прийнявши $P_{нум} = 1,25 \frac{\kappa Bm}{\kappa z / c}$ отримаємо

$$P_{нс} = 1,25 \cdot 12,4 = 15,5 \kappa Bm$$

Момент кручення T_0 на валу шестерні роздавальної коробки приводу вальців дорівнює

$$T_0 = \frac{P_{нс}}{z_6 \cdot \omega_6}, \kappa H / m \quad (3.9)$$

де ω_6 - кутова швидкість вальців;

$z_6 = 6$ - кількість пар вальців.

$$\omega_6 = \frac{\pi \cdot n_6}{30} = \frac{3,14 \cdot 1100}{30} = 115,1 \text{ рад} / c \quad (3.10)$$

Однак, при забиванні робочого зазору момент T_0 може зрости в 3...5 рази [7]. Тому, розрахунки вальців та елементів апарату на міцність необхідно вести по найбільшому моменту кручення – $T_{\max} = 5 \cdot T_0$

$$T_{\max} = \frac{5 \cdot 15,5}{6 \cdot 115,1} = 0,12 \kappa H \cdot m$$

3.7. Розрахунки на міцність

3.7.1. Розрахунок на міцність протягувальних вальців

Як зазначалось раніше, задовільний процес відокремлювання качанів відбувається, якщо ступінь деформації стебел знаходиться у діапазоні

$$\psi = \frac{d_c - h}{d_c} = 0.6 \dots 0.7 \quad (3.11)$$

При цьому зусилля опору стебел тиску $R_y = Q_y + F_y$ становить 0,64кН.

Моменту відриву качанів відповідає точка C_1 , (рис. 3.14) положення якої характеризується кутом γ

$$\gamma = (0,2 \dots 0,5)\alpha \quad (3.12)$$

Зусилля відокремлення качанів у процесі прокочування становить

$$R_{np} = 2(F_x + Q_x) = 0,35 \dots 0,8 \text{ кН} \quad (3.13)$$

Таким чином кожний протягувальний валець піддається дії згинаючих моментів у вертикальній площині від зусилля $P_{nl} = \frac{P_{np \max}}{2}$ та у горизонтальній площині від зусилля $R_y = 0,64 \text{ кН}$, а також дії крутного моменту T від сил тертя стебла по поверхні вальців. Кількість стебел, які прокочуються в процесі відокремлення качанів $K_0 = 3$

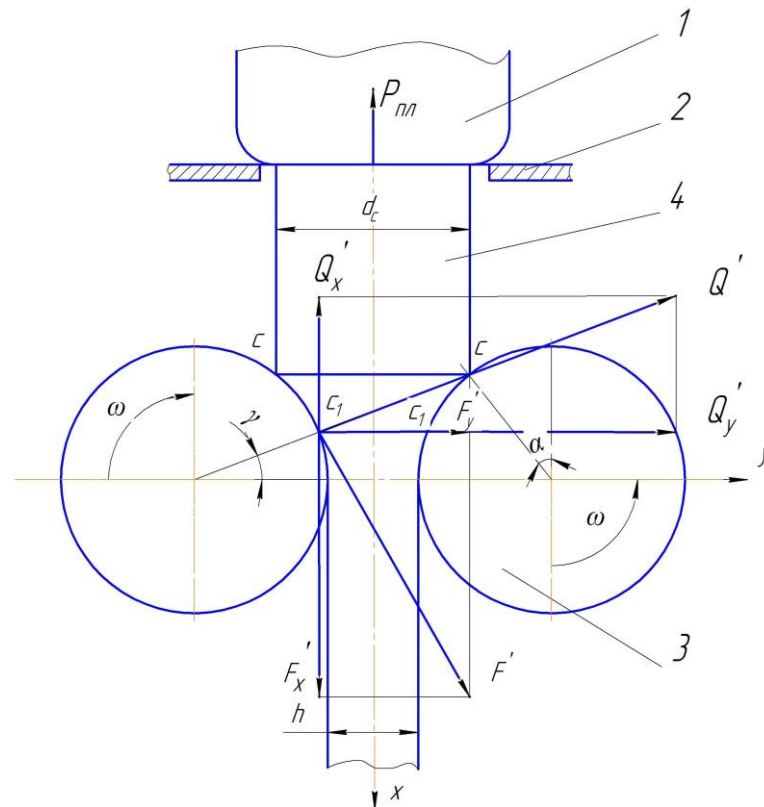


Рис. 3.14. Схема до розрахунку навантаження на вальці

1-качан; 2- відривні пластини; 3- валець; 4- стебло кукурудзи.

Для розрахунку на міцність приймаємо найбільш небезпечний випадок, коли зусилля у вертикальній площині

$$P_{nl} = \frac{P_{nl\max}}{2} = \frac{0,8}{2} = 0,4\kappa H \quad (3.14)$$

У горизонтальній площині $R_y = 0,64\kappa H$, кутова швидкість вальців

$$\omega_g = 115,1\text{с}^{-1}$$

радіус вальців $r_g = 0,48\text{м}$, потужність на привод однієї пари вальців

$$P = \frac{P_{ng}}{6} = \frac{15,5}{6} = 2,6\kappa Bm$$

Кількість стебел у робочому руслі $K_0 = 3$, робоча довжина вальців (відстань між опорами) $l = 840\text{мм}$

Розрахункова схема вальців та епюри згинаючих M_y та M_x моментів та крутного моменту T наведені на рис. 3.15.

На розрахунковій схемі стебла кукурудзи розташовані на однаковій відстані між опорами $c = \frac{l}{4} = 0,21\text{м}$. Це найбільш небезпечний випадок, так як ймовірність того, що всі три стебла одночасно опиняться в перерізі D дорівнює нулю.

Будуємо епюру згинаючих моментів у вертикальній площині (рис. 3.15).

Визначаємо реакції в опорах

$$\sum M_p = 0$$

$$P_{nl} \cdot c + P_{nl} \cdot 2c + P_{nl} \cdot 3c - R_{BY} \cdot l = 0 \quad (3.15)$$

$$R_{BY} = \frac{6P_{nl} \cdot c}{l} = \frac{6 \cdot 0,4 \cdot 0,21}{0,84} = 0,6\kappa H$$

$$R_{AY} = R_{BY} = 0,6\kappa H$$

Перевірка $\sum Y = 0$

$$R_{AY} - 3P_{nl} + R_{BY} = 0$$

$$0,6 - 3 \cdot 0,4 + 0,6 = 0$$

Визначаємо момент в перерізах

$$\text{Точка } A \quad M_y = 0$$

$$\text{Точка } C \quad M_y = R_{AY} \cdot c = 0,6 \cdot 0,21 = 0,126\kappa H \cdot \text{м}$$

$$\text{Точка } D \quad M_y = R_{AY} \cdot 2c - P_{nl} \cdot c = 0,6 \cdot 0,42 - 0,4 \cdot 0,21 = 0,168\kappa H \cdot \text{м}$$

$$\text{Точка } E \quad M_y = R_{BY} \cdot c = 0,6 \cdot 0,21 = 0,126\kappa H \cdot \text{м}$$

$$\text{Точка } B \quad M_y = 0$$

Будуємо епюру M_y

Будуємо епюру згинаючих моментів у горизонтальній площині

Визначаємо реакції в опорах

$$\sum M_A = 0$$

$$R_Y \cdot c + R_Y \cdot 2c + R_Y \cdot 3c - R_{BZ} \cdot l = 0$$

$$R_{BZ} = \frac{6R_Y \cdot c}{\ell} = \frac{6 \cdot 0,64 \cdot 0,21}{0,84} = 0,93 \text{ кН}$$

$$R_{AZ} = R_{BZ} = 0,96 \text{ кН}$$

Визначаємо момент у перетинах

Точка А $M_Z = 0$

Точка С $M_Z = R_{AZ} \cdot c = 0,96 \cdot 0,21 = 0,201 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Точка D $M_Z = R_{AZ} \cdot 2c - R_Y \cdot c = 0,96 \cdot 0,42 - 0,64 \cdot 0,21 = 0,269 \text{ кНм}$

Точка E $M_Z = R_{BZ} \cdot c = 0,96 \cdot 0,21 = 0,201 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Точка В $M_Z = 0$

Будуємо епюру M_Z

Будуємо епюру сумарних згинаючих моментів, користуючись виразом

$$M = \sqrt{M_Y^2 + M_Z^2} \quad (3.16)$$

Точка А $M_{\Pi} = 0$

Точка С $M_{\Pi} = \sqrt{0,126^2 + 0,201^2} = 0,237 \text{ кНм}$

Точка D $M_{\Pi} = \sqrt{0,168^2 + 0,269^2} = 0,317 \text{ кНм}$

Точка E $M_{\Pi} = \sqrt{0,126^2 + 0,201^2} = 0,237 \text{ кНм}$

Точка В $M_{\Pi} = 0$

Будуємо епюру M_{Π}

З урахуванням перевантаження крутний момент на валу дорівнює

$$T_{\max} = 0,12 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

В перерізах, де розміщені стебла крутний момент дорівнює

$$T_1 = T / 3 = 0,12 / 3 = 0,04 \text{ кНм}$$

Будуємо епюру крутних моментів T

Розрахунковий момент по III теорії міцності

$$M_{np} = \sqrt{M_{\Pi}^2 + T^2} \quad (3.17)$$

Небезпечним перерізом є переріз «D», де діє момент $M_A = 0,317 \text{ кНм}$;
 $T = 0,08 \text{ кНм}$

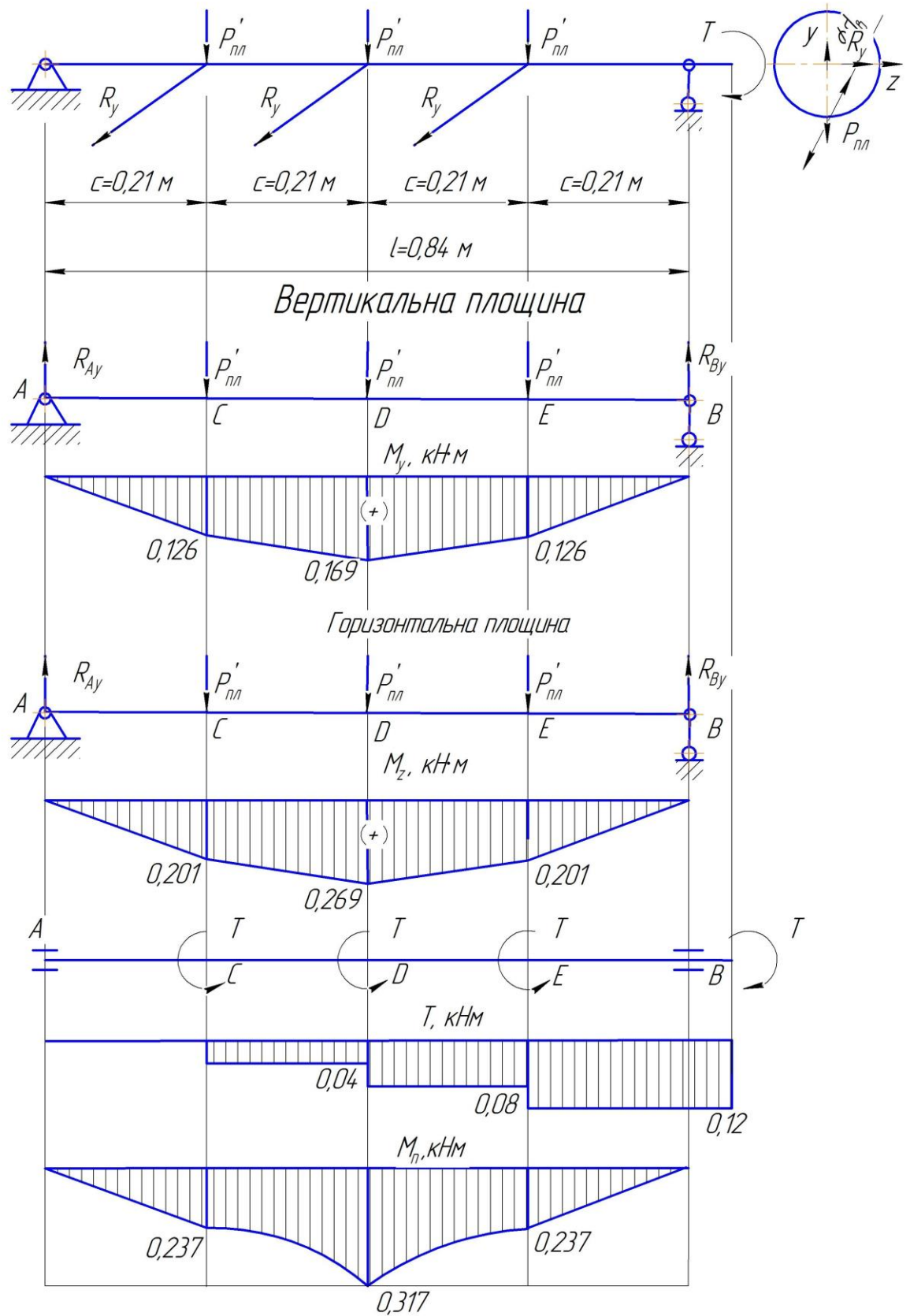


Рис. 3.15. Схема навантаження та епюри згинаючих M_y та M_z моментів та крутного моменту T .

$$M_{np} = \sqrt{0,317^2 + 0,08^2} = 0,327 \text{ кНм}$$

Таким чином, з достатньою точністю можна стверджувати, що найбільш небезпечними є навантаження вальців зусиллям R_y в горизонтальній площині та в вертикальній площині від зусилля P_{nl} .

Здійснюємо перевірочний розрахунок перерізу вальців на міцність

$$\sigma = \frac{M_{np}}{W_z} \leq [\sigma] \quad (3.18)$$

Визначаємо момент опору W_z для прийнятих конструктивно параметрів вальців.

Робоча частина модернізованих відривних вальців створена з врахуванням чотирьох кутиків № 40/2,5 (ГОСТ 8510 - 72) з параметром (рис. 3.16)

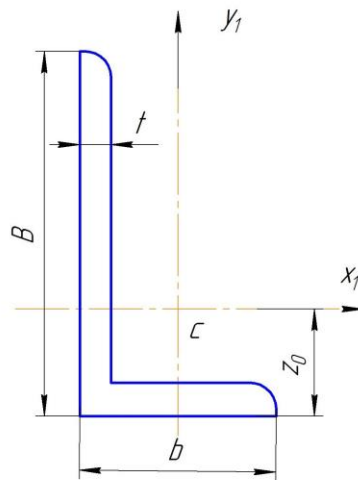


Рис. 3.16. Параметри кутика № 40/2,5 (ГОСТ 8510 - 72)

$$B = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \quad b = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \quad t = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \quad A = 2,63 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$Z_0 = 1,41 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \quad Y_{x1} = 4,05 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4; \quad Y_{y1} = 1,22 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

Для складного перерізу (рис. 3.17)

а) положення центра ваги

$$Z_c = \frac{B+t}{2} = \frac{4,0+0,5}{2} 10^{-2} = 2,25 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

б) момент інерції

$$Y_z = Z(Y_{z1} + A \cdot Y_1^2 + Y_{z2} + A \cdot Y_z^2)$$

$$Y_{z1} = Y_{y1} = 1,22 \cdot 10^{-2} \text{ м}^4$$

$$Y_{z2} = Y_{x1} = 4,05 \cdot 10^{-2} \text{ м}^4$$

$$Y_1 = Z_c - t + Z_0 = (2,25 - 0,5 + 1,41) \cdot 10^{-2} = 3,16 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$Y_2 = Z_c - Z_0 = (2,25 - 1,41) \cdot 10^{-2} = 0,24 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$Y_z = 2(1,22 + 2,63 \cdot 316^2 + 4,05 + 2,63 + 0,84^2) 10^{-2} = 33,39 \cdot 10^{-2} \text{ м}^4$$

в) момент опору

$$W_z = \frac{Y_z}{Y_{\max}}$$

$$Y_{\max} = Z_c - t + b = (2,25 - 0,5 + 2,5) \cdot 10^{-2} = 4,25 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$W_z = \frac{33,39 \cdot 10^{-6}}{4,25} = 7,86 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

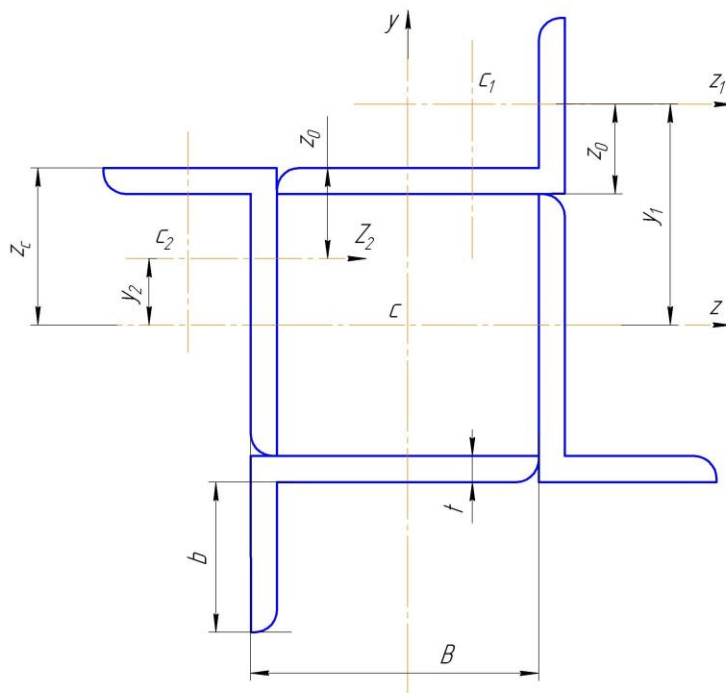


Рис. 3.17. Переріз вальців

$$\sigma_{\max} = \frac{0,327 \cdot 10^3}{7,86 \cdot 10^{-6}} = 41,6 \text{ МПа}$$

Таким чином $\sigma_{\max} = \frac{0,327 \cdot 10^3}{7,86 \cdot 10^{-6}} = 41,6 \text{ МПа}$ $\sigma_{\max} = 41,6 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 70 \text{ МПа}$.

Умова міцності виконується.

4. Охорона праці.

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Використання механізованих процесів в сільськогосподарському виробництві завжди супроводжується дією на виконавців робіт та інший обслуговуючий персонал певних шкідливих та небезпечних факторів. В повній мірі це стосується і збирання кукурудзи на зерно.

Кукуруддозбиральний комбайн – це складна мобільна машина, оснащена двигуном внутрішнього згоряння та великим набором робочих та допоміжних органів, які є потенційним джерелом небезпеки травмування.

При виконанні ремонтних чи регламентних робіт на неохолодженому двигуні можливе отримання опіків при безпосередньому контакті з його корпусними деталями та обвісом. Термічні та хімічні опіки механіки можуть отримати при контакті з охолоджувальною рідиною та мастильними матеріалами.

Використання на двигуні пошкодженої вихлопної системи може викликати задимлення робочої зони комбайнера та викликати отруєння вихлопними газами.

В процесі збирання урожаю на комбайнера та обслуговуючий персонал можуть діяти фізичні небезпечні та шкідливі фактори

- рухомі машини, агрегати і механізми (рух безпосередньо агрегату, рух допоміжних машин, які обслуговують збиральний агрегат);
- значна запиленість повітря робочої зони;
- значна загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура поверхні машини;
- підвищений рівень шуму робочої зони;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена чи знижена температура повітря;
- підвищений рівень статичної електрики;
- відсутність або нестача природного освітлення робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- понижена контрастність;
- прямий і відбитий блискіт;
- гострі краї, задири на корпусних поверхнях та робочих органах кукурудозбирального комбайна;

Під час роботи мають місце хімічні небезпечні та шкідливі фактори:

- подразнення або алергічна реакція від дії залишків пестицидів, відпрацьованих газів, пилу тощо.

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

- фізичні перевантаження;
- нервово-психічні перевантаження.

Джерелами шкідливих і небезпечних факторів можуть бути:

- зовнішні метеорологічні фактори (вітер, опади, гроза, сонячна радіація, низька або висока температура зовнішнього повітря, ожеледиця тощо);

4.2. Заходи по організації безпечних умов праці на кукурудзозбиральному комбайні.

Для попередження можливих потенційних небезпек проведені наступні заходи:

- небезпечні зони машини огорожені згідно ГОСТ 12.2.042.
- для попередження накопичення статичного струму встановити ланцюг заземлення. Місце його кріплення позначене надписом «заземлення».

В разі виникнення аварійної ситуації, пов'язаної з можливістю зіткнення з рухомим чи нерухомим об'єктом на комбайні передбачені бортові гальма.

Робоче місце комбайнера повинно бути обладнане підресореним сидінням. На комбайні встановлені освітлювальні прилади: фари освітлення дороги чи робочої зони, ліхтарі поворотів, плафон освітлення кабіни, габаритні вогні, стоп-сигнал тощо.

Для захисту від шуму необхідно застосовувати протишумні навушники ВЦННІОТ-1.

Для зниження шкідливого впливу вібрацій на комбайнера необхідно передбачити організаційно-технічні заходи:

- чергування часу роботи і відпочинку, медичне обстеження;
- періодичні експлуатаційні перевірки рівня вібрацій;
- своєчасні планові і запобіжні ремонти машин.

При роботі з токсичними речовинами необхідно користуватись спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

Таким чином, запропоновані заходи дозволять знизити ймовірність виникнення травмувань чи інших негативних впливів на працівників під час комбайнового збирання кукурудзи на зерно.

5. Економічна частина

5.1. Економічне обґрунтування зміни технології вирощування цукрових буряків

У проектній технології вирощування кукурудзи на зерно запропоновано замінити склад збирального агрегату. За базовою технологією збирання кукурудзи в качанах здійснюється агрегатом в складі трактора Т-150К та трьохрядного причіпного комбайна ККП-3 «Херсонець-9». Одним з основних недоліків даного агрегату є його низька продуктивність.

В силу того, що посівні площі зайняті кукурудзою щорічно зростають, то очевидним є те, що даний агрегат не може задовольнити поставлені вимоги. Подальше використання його на даній операції негативно впливатиме на темпи збирання урожаю та може спричинити погіршення якості урожаю і його кількості. Очевидною є необхідність впровадження у виробництво більш продуктивного агрегату.

За результатами попередніх досліджень обґрунтовано запропоновано замість вищевказаного збирального агрегату використати самохідний кукурудзозбиральний комбайн КСКУ-6 «Херсонець-200».

Виконано технологічні розрахунки, які підтверджують доцільність даної заміни. Отримано, що продуктивність базового агрегату складає 7,9 га/зм., в той же час проєктного – 15,7 га/зм. Різниця на користь проєктного складає 7,8 га/зм., що у 1,98 рази більше ніж у базового.

З розрахунків також видно, що змінні витрати палива базового агрегату складають 185,3 кг, а проєктного – 200,2 кг. Тут витрати пального на виконання робіт комбайном КСКУ-6 вищі ніж у базового варіанту на 14,9 кг. Але питомі (погектарні) витрати палива складають, відповідно. у базового 23,45 кг/га, у проєктного варіанту – 12,8 кг/га, що у 1,8 рази менші ніж у базового.

Якщо задатися вартістю дизельного палива на заправних станціях в розмірі 29 грн/кг, то отримаємо економію лише на витратах пального в сумі $10,65 \cdot 29 = 308,85$ грн, а на всю площу, передбачену технологічною картою 3088,5 грн.

Отже, враховуючи те, що продуктивність кукурудзозбирального комбайна за проєктною технологією майже вдвічі більша базового варіанту при майже вдвічі менших питомих витратах палива на виконання операції, можна

стверджувати, що запропонована модернізована технологія вирощування кукурудзи на зерно є економічно вигідною.

6. Висновок.

За результатами виконання магістерської роботи можна сформулювати наступні висновки:

1. Теоретично обґрунтовано доцільність використання в технології вирощування кукурудзи на зерно на операції збирання кукурудзи самохідного кукурудзозбирального комбайна КСКУ-6 «Херсонець-200» замість збирального агрегату в складі трактора Т-150К та причіпного трьохрядного комбайна ККП-3 «Херсонець-9». Продуктивність запропонованого комбайна на 7,8 га/зм більша ніж у базового агрегату, а питомі витрати палива в 1,8 рази менші ніж у базового. Зменшення витрат палива дозволить отримати економію в сумі 3088,5 грн на площі збирання, передбачену технологічною картою.

2. Обґрунтовано параметри протягувальних вальців качановідривного апарату комбайна КСКУ-6. Встановлена теоретична залежність впливу діаметра стебла кукурудзи та коефіцієнта тертя вальця по стеблу на діаметр протягувальних вальців. Отримано графічні залежності, що дозволяють підібрати діаметр вальців для певних умов роботи. Запропоновано замість шестигранних використати чотирилопатеві протягувальні вальці. Дані зміни направлені на зменшення маси та підвищення їх пропускної здатності.

3. Проаналізовано небезпечні та шкідливі фактори, які можуть виникнути під час роботи кукурудзозбирального комбайна та запропоновано заходи по їх усуненню.

4. Проведені технологічні розрахунки вказують на доцільність впровадження у виробництво модернізованої технології вирощування кукурудзи та вказують на те, що вона буде економічно вигідною.

Список використаної літератури.

1. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай. 1992. – 448 с. 7. Егоров М.Е. Технология машиностроения. – М.: Высш. шк. 1975.
2. ДСП 3.3.2.041-99. Санітарні правила по обладнанню та влаштуванню тракторів і сільськогосподарських машин, затверджені постановою ГДСЛУ № 41 від 01.12.1999.- Київ, 1999. – 54 с.
3. Кукурузоуборочные машины: Конструкции, результаты испытаний, проектирование и расчет / К.В. Шатилов, М.Л. Вайсман, Б.Д. Казачок и др.. – М.: Машиностроение, 1967.- 343 с.
4. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко, О. М. Васильковський, П. Г. Лузан. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018. – 170 с.
5. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин: Підручник.-К.: Вища шк., 1993.-556 с.
6. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін. / за редкцією І.М. Бендери, А.В. Рудя А.В., Я.В. Козія. –Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011.- 640 с.
7. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник/ Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. - К.: Вища освіта, 2005. — 464с.:іл.
8. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студент. вищ.навч. закл. із спец. “Машини та обладн. с.-г. вир-ва” / За ред. М.І. Черновола. Кн. 2: Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2002.-364 с.
9. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственного машиностроения /Под редакцией Е.С.Босого.– М.:Машиностроение, 1977 –568 с

10. Цілинський В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинський.- К.: "Урожай", 1991. – 120 с.

11. М. Дикаленко. ТОП-15 позицій українського експорту аграрної продукції. URL: <https://landlord.ua/rejtingi/top-15-pozytsii-ukrainskoho-eksportu-aharnoi-produktsii/>.

12. В. Думич, Т. Ролько. Окремі моделі машин для збирання кукурудзи в качанах. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9031-okremi-modeli-mashyn-dlia-zbyrannia-kukurudzy-v-kachanakh.html>

13. В. Думич, Т. Ролько. Жатки для збирання кукурудзи. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9720-zhatky-dlia-zbyrannia-kukurudzy.html>.

14. Кукурудзяні жатки OROS. URL: <https://agrodoctor.ua/uk/content/364-kukurudzyani-zhatki-oros>.

15. Посівна-2021 у цифрах. URL: <https://superagronom.com/articles/518-posivna-2021-u-tsifrah>.

16. Україна: виробляти біопаливо з кукурудзи вигідно. URL: <https://bio.ukr.bio/ua/news/12019/>.

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки	
				Документація			
A0			КСКУ 10.000 СБ	Складальне креслення	1		
				Складальні одиниці			
		1	КСКУ 10.100	Чистик	2		
		2	КСКУ.10.200	Кронштейн	1		
		3	КСКУ 10.300	Кронштейн	1		
		4	КСКУ 10.400	Пластина	1		
		5	КСКУ 10.500	Пластина	1		
		6	КСКУ 10.600	Рама	1		
		7	КСКУ 10.700	Кронштейн	2		
		8	КСКУ 10.800	Коробка розподільна	1		
		9	КСКУ 10.900	Валець	1		
		10	КСКУ 10.010	Валець	1		
		11	КСКУ 10.020	Зірочка	2		
		12	КСКУ 10.030	Важіль	2		
		13	КСКУ 10.040	Ланцюг	2		
				Деталі			
		14	КСКУ 10.614	Пружина	2		
		15	КСКУ 10.615	Втулка	2		
		16	КСКУ 10.516	Направляюча	2		
		17	КСКУ 10.417	Щиток	1		
		18	КСКУ 10.418	Щиток	1		
				КСКУ 10.000			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Русло		
Розробив	Тімошенко						
Перевірив	Мачок						
Н. контр.	Мачок						
Затвердив	Свірень						
					Літера	Аркуш	Аркушів
						1	3
					ЦНТУ гр. АІ-20М(1,4)-2		

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
		19	КСКУ 10.519	Заскочка	1	
		20	КСКУ 10.520	Заскочка	1	
		21	КСКУ 10.421	Кронштейн	2	
		22	КСКУ 10.622	Упор	2	
		23	КСКУ 10.523	Направляюча	2	
		24	КСКУ 10.624	Шайба	8	
		25	КСКУ 10.525	Полозок	8	
		26	КСКУ 10.626	Шайба	4	
		27	КСКУ 10.627	Пружина	2	
		28	КСКУ 10.528	Болт	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		29		Болт М16×90.58.019	2	
				ГОСТ 7795-70		
		30		Болти ГОСТ 7796-70		
				М10×25.58.019	8	
		31		М10×35.58.019	4	
		32		М12×30.58.019	4	
		33		М12×35.58.019	6	
		34		М12×40.58.019	6	
		35		М16×40.58.019	2	
		36		М12×40.58.019	2	
		37		Болт М8×25.46.019	16	
				ГОСТ 7802-81		
				Гайки ГОСТ 5915-70		
		38		2М8.5.019	16	
		39		2М10.5.019	12	
		40		2М12.5.019	6	
		41		2М16.5.019	4	
				КСКУ 10.000		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Аркуш	
					2	

[illegible]

Технологічна карта на вирощування кукурудзи

Культура: кукурудза на зерно
Площа сівби – 100 га
Планова врожайність – 70 ц/га
Валовий збір основної продукції – 7000 ц

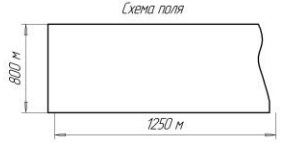
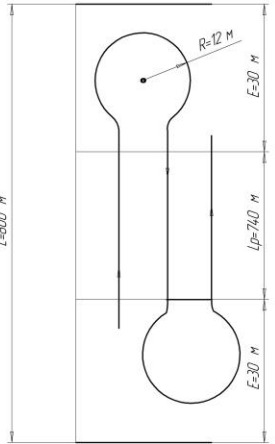
МВК 10.000 ТЧ

Номер операції	Назва операції	Одиниці виміру	Обсяг роботи	Час виконання		Агрегат		Кількість задіяних		Продуктивність, га/зм	Необхідно на всю площу		Витрати пального		Витрати праці на виконання всієї операції пд/год/га
				календарні терміни	оптимальні строки	трактор, автомобіль	с.-г. машина, зчіпка	механізаторів	допоміжних працівників		тракторів, автомобілів	с.-г. машин	нормативний, кг/га	на всю операцію, кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	Лущення стерні (дворазове)	га	100	28.07-31.07	3	T-150	ЛДГ-15	1	-	58	1	1	20	1800	0,12
		га	100	22.08-25.08	3	ДТ-75	ЛДГ-10	2	-	33	2	2	27	2430	0,21
2.	Підготовка мінеральних добрив	т	28	15.09-6.10	21	-	ИСУ	1	1	4,5	-	1	-	-	0,5
3.	Навантаження мінеральних добрив	т	28	20.09-6.10	16	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,5	1	-	4,2	1	1	3,0	28,8	0,16
4.	Транспортування мінеральних добрив	т	28	20.09-6.10	16	ЮМЗ-6Л	1РМГ-4	1	-	10	1	1	1,2	115,2	0,7
5.	Внесення мінеральних добрив	га	100	20.09-6.10	16	ЮМЗ-6Л	1РМГ-4	1	-	32	1	1	1,5	480	0,22
6.	Оранка, 25-27 см	га	100	20.09-6.10	16	T-150	ПЛН 5-35	1	-	7,1	1	1	6,4	1024	0,98
7.	Ранньовесняне боронування (дворазове)	га	200	8.04-10.04	2	ДТ-75	ЗБЗТ-1,0	2	-	57	2	2	12,5	2250	0,1
8.	Культивація, 6-8 см	га	100	20.04-25.04	5	T-150	КПГ-4	1	-	55	1	1	18,3	585,6	0,13
9.	Підвезення аміачної води, до 10 км	т	28	25.04-30.04	5	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
10.	Підготовка мінеральних добрив	т	5	25.04-30.04	5	вручну		-	2	3,5	-	-	-	-	2
11.	Навантаження добрив	т	5	25.04-30.04	5	МТЗ-80	ПФ-0,5	1	-	42	1	1	3,0	48	0,17
12.	Навантаження насіння	т	2,2	25.04-30.04	5	вручну		-	1	8,0	-	-	-	-	0,88
13.	Транспортування насіння і добрив	т	7,2	25.04-30.04	5	МТЗ-80	2 ПТС-4	1	-	9,6	1	1	12,8	132,4	0,73
14.	Сівба з добривами і внесенням аміачної води	га	100	25.04-30.04	5	МТЗ-80	СУПН-8А	1	1	24,4	1	1	17,4	556,8	0,57
15.	Коткування посівів	га	100	25.04-30.04	5	ДТ-75	ЗККШ-6А	1	-	62	1	1	12,0	384,0	0,11
16.	Досходове боронування	га	100	5.05-6.05	1	ДТ-75	ЗБСС-1,0	1	-	58	1	1	13,6	435,2	0,12
17.	Боронування сходів	га	100	12.05-13.05	1	ДТ-75	ЗБСС-1,0	2	-	40	2	2	14,2	454,4	0,18
18.	1-й міжрядний обробіток	га	100	23.05-27.05	4	МТЗ-80	КРН-5,6	2	-	14,7	2	2	12,9	412,8	0,46
19.	Підвезення води для приготування розчину гербіцидів, до 10 км	т	28	16.06-21.06	5	МТЗ-80	ВР-3	2	-	9,7	2	2	11,4	145,9	0,72
20.	Приготування розчину	т	28	16.06-21.06	5	вручну		-	4	3,5	-	-	-	-	2
21.	Обробка гербіцидами	га	100	16.06-21.06	5	МТЗ-80	ОВТ-1	1	-	23	1	1	14,2	454,4	0,3
22.	2-й міжрядний обробіток	га	100	7.07-12.07	5	МТЗ-80	КРН-5,6	2	-	16	2	2	12,9	412,8	0,44
23.	Збирання кукурудзи	га	100	20.09-10.10	20	КСКУ-6	-	2	2	15,7	-	2	12,8	1280,0	0,32
24.	Транспортування качанів, до 10 км	т	700	20.09-10.10	20	ЮМЗ-6АЛ	2 ПТС-4	3	-	13	3	3	14,0	1568,0	0,54
25.	Транспортування сухих стебел, до 10 км	т	350	20.09-10.10	20	ЮМЗ-6АЛ	2 ПТС-4	5	-	9,6	5	5	21,0	1528,0	0,73
26.	Перевезення качанів на зберігання, до 10 км	т	700	25.09-15.10	20	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
	Всього													2074,9	

МВК 10.000 ТЧ									
Відп. за сівбу	Відп. за догляд	Відп. за збирання	Відп. за обробку	Відп. за зберігання	Відп. за транспортування	Відп. за продаж	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції
Відп. за сівбу	Відп. за догляд	Відп. за збирання	Відп. за обробку	Відп. за зберігання	Відп. за транспортування	Відп. за продаж	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції
Відп. за сівбу	Відп. за догляд	Відп. за збирання	Відп. за обробку	Відп. за зберігання	Відп. за транспортування	Відп. за продаж	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції
Відп. за сівбу	Відп. за догляд	Відп. за збирання	Відп. за обробку	Відп. за зберігання	Відп. за транспортування	Відп. за продаж	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції
Відп. за сівбу	Відп. за догляд	Відп. за збирання	Відп. за обробку	Відп. за зберігання	Відп. за транспортування	Відп. за продаж	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції
Відп. за сівбу	Відп. за догляд	Відп. за збирання	Відп. за обробку	Відп. за зберігання	Відп. за транспортування	Відп. за продаж	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції
Відп. за сівбу	Відп. за догляд	Відп. за збирання	Відп. за обробку	Відп. за зберігання	Відп. за транспортування	Відп. за продаж	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції
Відп. за сівбу	Відп. за догляд	Відп. за збирання	Відп. за обробку	Відп. за зберігання	Відп. за транспортування	Відп. за продаж	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції
Відп. за сівбу	Відп. за догляд	Відп. за збирання	Відп. за обробку	Відп. за зберігання	Відп. за транспортування	Відп. за продаж	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції	Відп. за інші операції

Операційна карта на збирання кукурудзи на зерно

МВК 20.000 Т4

Найменування показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 100 га, довжина гонів – 800 м, ширина поля – 1375 м, величина підйому – 3°, ґрунти – середні, поле зручне для обробітку.	
Агротехнічні вимоги	Кукурудзу на зерно необхідно збирати в кінці воскової, на початку повної стиглості. При збиранні в качанах вологість зерна повинна складати 40%, прямому обмолоті – 30%. Загальна тривалість збирання в господарстві не повинна перевищувати 15 днів. Повнота збирання зерна при обмолоті качанів не менше 97%.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Самохідний кукурудзозбиральний комбайн КСКУ-6 "Херсонець-200". Ширина захвату – 4,2 м. Мінімальний радіус повороту – 12 м. Підготовка агрегату до роботи: 1. Провести щозмінний ТО комбайна. 2. Встановити жатну частину на задану висоту зрізу стедел. 3. Відрегулювати робочі органи комбайна на заданий режим роботи.	
Підготовка поля Спосіб руху Швидкість руху	Перед початком збирання поле оглянути, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 30 м Оптимальна ширина загінки – 424 м. Спосіб руху – човниковий. Робоча передача – другий діапазон передач. Робоча швидкість – $V_p = 7,65$ км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 0,24 год. 2. Технічна продуктивність за цикл – 0,54 га/ц. 3. Змінна продуктивність агрегату – 15,7 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 29,0. 5. Витрати палива на 1 га – 12,8 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 200,2 кг/зм.	R – радіус повороту; L – довжина загінки; L_p – робочий хід; E – поворотна смуга; t_n – час повороту агрегата; $t_n = 15$ хв.
Контроль за якістю	1. Висоту зрізу і втрати качанів перевіряють в трьох місцях загінки вздовж кожної довгої сторони. 2. Якість очистки качанів від обгорток визначають зважуванням: очищених повністю, очищених не повністю.	

МВК 20.000 Т4			
Дата	Місяць	Рік	Лист
Операційна карта на збирання кукурудзи на зерно			
Лист	Місяць	Рік	Лист
ЦНТУ			
ар. АІ-20М14-2			
Формат А1			

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

ПРИЧІПНІ КАЧАНОЗБИРАЛЬНІ МАШИНИ



КАЧАНОЗБИРАЛЬНА МАШИНА TORNADO



КАЧАНОЗБИРАЛЬНА МАШИНА BERKO



МОНТУЕМИЙ КАЧАНОЗБИРАЛЬНИЙ КОМБАЙН BERKO



НАЧІПНИЙ КАЧАНОЗБИРАЛЬНИЙ КОМБАЙН RCM 11



КУКУРУДЗЯНА ЖАТКА КМС-6



САМОХІДНИЙ КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНИЙ КОМБАЙН КСКУ-6

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯКИХ КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Показник	Марка комбайна					
	TORNADO 40EOL	TORNADO 80	Bourgois TB2	BERKO-014	BERKO-025	ККП-2
Ширина захвату, рядків	1	1	2	1	2	2
Агрегування, потужність трактора, кВт	18	35	45	17	30	50
Місткість бункера, м³	1,8	2,9	3,2	1,6	3,8	-
Висота вивантаження, м	2,4	2,4	2,75	2,3	2,75	-
Продуктивність, га/год	0,45	0,6-0,8	0,6-0,9	0,5	0,6-0,9	0,7

МВК 10.000 С2			
Дат.	№ докум.	Лист.	Дет.
Розроб.	Головний		
Проб.	Механ.		
Головн.			
Начальн.	Механ.		
Інж.	Директ.		
Аналіз конструкції кукурудзозбиральних машин		Лист	Листів 1
ЦНТУ		Формат А1	
ар. А1-20М14-2			

Лист 1 з 1

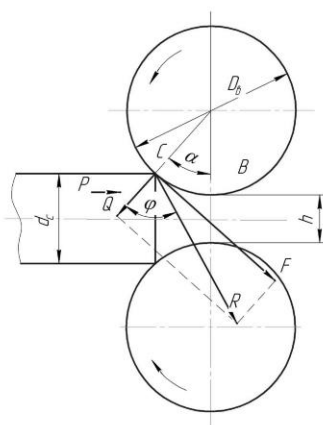
Стор. 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

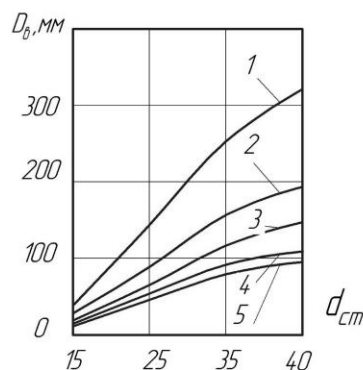
ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДІАМЕТРА
ПРОТЯГУВАЛЬНИХ ВАЛЬЦІВ



Діаметр протягувальних вальців

$$D_i \geq \frac{d_i - h}{1 - \frac{1}{\sqrt{1+f^2}}}$$

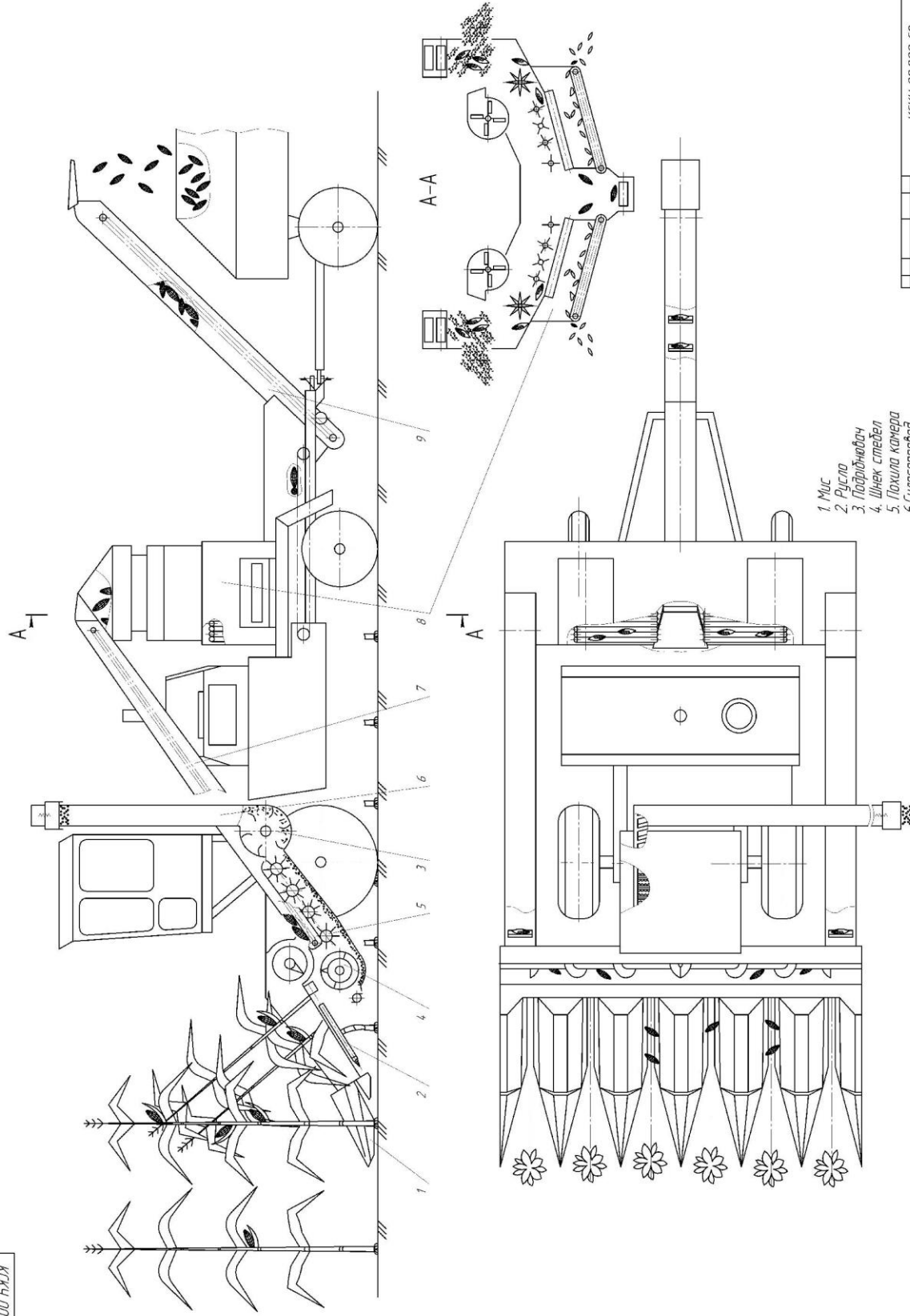
$f=0.45...1.0$ – коефіцієнт тертя вальців по стеблу;
 $h=12$ мм – робочий зазор між вальцями.



ГРАФІК ЗАЛЕЖНОСТІ ДІАМЕТРА ВАЛЬЦІВ ВІД ДІАМЕТРА СТЕБЛА І КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ ВАЛЬЦЯ ПО СТЕБЛУ:
1- КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ 0,45; 2- КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ 0,60;
3- КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ 0,75; 4- КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ 0,9;
КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ 1,0

[illegible]

КСКУ 000000 С2



1. Мис
2. Ручка
3. Поддерживающий
4. Шнек стелла
5. Пахила камера
6. Силосовый
7. Шнек качающий
8. Очистник качающий
9. Транспортёр завантажувальный

КСКУ 000000 С2

Информация об объекте		Информация о проекте		Информация о документе	
Исполнитель	Заказчик	Исполнитель	Заказчик	Исполнитель	Заказчик
КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2
КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2
КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2
КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2
КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2
КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2
КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2
КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2	КСКУ 000000 С2

КСКУ 000000 С2

