

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ _____ ” 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

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

«Механізація вирощування кукурудзи на зерно з удосконаленням
качаноочисного пристрою комбайна»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи AI-23M-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Островерхий Роман

Олександрович

« _____ » 2024 р.

Керівник роботи

професор, канд. техн. наук

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« _____ » 2024 р.

Рецензент

професор, докт. техн. наук

_____Микола МОРОЗ

« _____ » 2024 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма ОПП «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2024 року

**ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

ОСТРОВЕРХОГО РОМАНА ОЛЕКСАНДРОВИЧА

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування кукурудзи на зерно з удосконаленням качаноочисного пристрою комбайна
2. Керівник роботи (проекту)
Васильковський Олексій Михайлович, к.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 20.12.2024
4. Мета та завдання дипломної роботи (проекту)Підвищення ефективності вирощування кукурудзи на зерно

5. Перелік графічного матеріалуОпераційно-технологічна карта карта збиральння; КСКУ-6 (складальне креслення); Притискний пристрій (складальне креслення); Креслення оригінальних деталей; Наукова частина

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Васильковський О.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка	20.11.2024	
	Графічна частина	30.11.2024	
	Захист роботи	20.12.2024	

Дата видачі завдання
«14» жовтня 2024 р.
Підпис керівника

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
«14» жовтня 2024 р.

Підпис здобувача _____ Роман ОСТРОВЕРХИЙ
(прізвище та ініціали)

Анотація

«Механізація вирощування кукурудзи на зерно з удосконаленням качаноочисного пристрою комбайна»

У роботі запропоновано удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно з удосконаленням очисного пристрою кукурудзозбирального комбайну.

Здійснено порівняння основних технологічних та експлуатаційних показників модернізованого і базового агрегатів. Встановлено, що модернізований агрегат має суттєві переваги з продуктивності збирання і менші витрати палива, що доводить ефективність запропонованих змін.

Проведено огляд кукурудзозбиральних агрегатів і аналіз пристроїв для очищення качанів від обгорток, на основі чого обрано перспективну конструкцію і здійснено її модернізацію – оснащення дротяними пристроями для розсікання обгорток.

Теоретично обґрунтовано параметри основних робочих органів комбайну КСКУ-6.

Abstract

"Mechanization of corn cultivation for grain with improvement of the cob cleaning device of the combine"

The paper proposes to improve the technology of corn cultivation for grain with improvement of the cleaning device of the corn harvester.

The main technological and operational indicators of the modernized and basic units were compared. It was established that the modernized unit has significant advantages in harvesting productivity and lower fuel consumption, which proves the effectiveness of the proposed changes.

A review of corn harvesting units and an analysis of devices for cleaning cobs from wrappers were conducted, on the basis of which a promising design was selected and its modernization was carried out - equipping with wire devices for cutting wrappers.

The parameters of the main working bodies of the KSKU-6 combine were theoretically substantiated.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація загальна</u>		
A4				Пояснювальна записка	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>технологічній частині</u>		
A1			MP 00.001 ТЧ	Операційно-технологічна карта	1	
				<u>Документація по науковій частині</u>		
A1			MP 00.001 НЧ	Наукова частина	1	
				<u>Документація по інженерній частині</u>		
A1			MP 00.000 ВО	Комбайн КСКУ-6		
					1	
A1			MP 00.010 СБ	Притискний пристрій	1	
				<u>Деталі</u>		
A2			MP 00.010.601	Вал	1	
A3			MP 00.010.602	Маточина	1	
A3			MP 00.010.403	Вухо	1	

ЗМІСТ

1. Вступ	6
2. Технологічна частина	7
3. Наукова частина	25
4. Охорона праці	45
5. Обґрунтування ефективності вдосконалень	49
6. Висновки	50
Список використаної літератури	51
Додатки	54

					МП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

1. ВСТУП

Вирощування кукурудзи в Україні відіграє значну роль у сільському господарстві. Зерно з кукурудзи є важливим компонентом раціону людини та служать високоякісним кормом для свійської птиці, свиней і великої рогатої худоби. Соковиті стебла кукурудзи, багаті корисними речовинами, використовуються для виготовлення силосу. Подрібнені стрижні качанів знаходять широке застосування у птахівництві як підстилка для підлогового утримання бройлерів.

Активний розвиток аграрного сектору, перехід його на сучасні індустріальні технології є одним із найважливіших векторів прогресу сільського господарства. Сучасні машини для збирання кукурудзи повинні відповідати суворим вимогам, включаючи високу продуктивність, якісне збирання та очищення качанів від обгорток, надійність, простоту в експлуатації та доступну вартість. Це висуває перед інженерами завдання подальшого вдосконалення конструкцій кукуруддозбиральної техніки.

У межах цієї дипломної роботи розглянуто можливості вдосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно за рахунок оптимізації методів господарювання та модернізації самохідного кукуруддозбирального комбайна, спрямованої на підвищення ефективності очищення качанів.

Окрім цього, було розроблено обґрунтування параметрів оновленого качаноочисного механізму та виконано відповідні інженерні розрахунки.

					МР 00.000 ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата								
Розроб.	Островерхий				Пояснювальна записка				Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевір.	Васильковський										6	53
Н.контр.	Мачок											
Затв.	Васильковський								ЦНТУ, гр. АІ-23М-1			

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Дослідження технології вирощування кукурудзи на насіння

Посилена методика вирощування кукурудзи передбачає проведення комплексу механізованих операцій, спрямованих на підготовку землі, сівба, внесок гербіцидів та здійснення різних міжрядних обробітків.

Оснoву цієї методики становить застосування оптимальних норм ефективних гербіцидів, добрень, а також упровадження сучасних механізованих агротехнічних рішень із використанням продуктивної техніки.

Для зменшення випаровування вологи з ущільненої землі здійснюється лушення. На ділянках, засмічених багаторічними бур'янами, лушення виконують за допомогою корпусних лушильників. Стерню попередньої культури, наприклад пшениці, лушать вглиб 7–8 см дисковими лушильниками типу ЛДГ-10А та ЛДГ-5А. Для агрегатування лушильників використовуються трактори Т-150К і ДТ-75. Лушення проводять упоперек напрямку роботи збиральної техніки зі швидкістю до 10 км/год.

Вимоги до лушення: хйба середньої глибини обробки не має перевищувати ± 2 см; ділянка після обробки має бути рівною, а верхній шар – дрібногрудкуватим; розвальна борозна на стику середніх батарей має бути не більш ніж 8 см.

Добрива вносять в кілька етапів. Перед початком оранки до землі вносять повну норму фосфорних і калійних добрень, а також половину необхідної кількості азотних добрень, решту азоту додають навесні. Органічні добрива розподіляють за допомогою причіпних розкидачів РОУ-6. Для мінеральних добрень використовуються розкидачі моделей МВУ-8 і МВУ-0,5. Усі розкидачі агрегатуються з тракторами Т-150К або МТЗ-80.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

До розподілу добрив висуваються наступні вимоги: допустиме відхилення фактичної кількості від заданої норми становить $\pm 5\%$, нерівномірність розподілу по ширині обробки допускається в межах $\pm 15\%$ для мінеральних добрив і $\pm 25\%$ для органічних, а нерівномірність розподілу вздовж руху агрегату має бути не більш ніж $\pm 10\%$.

Оранка виконується на глибину 28–32 см із застосуванням плугів загального призначення ПЛН-5-35 і ПЛН-3-35. Під час цього процесу в землю заорюють уже внесені органічні та мінеральні добрива.

Хибою середнього значення фактичної глибини оранки від заданої величини не повинно перевищувати $\pm 5\%$ на рівних ділянках і $\pm 10\%$ на нерівних. Відхилення фактичної ширини захвату плуга від конструктивної допускається в межах $\pm 10\%$. Під час оранки ширина та товщина шарів були однаковими, залишки рослин і добрива повністю зароблені в ґрунт, а висота гребенів шарів не перевищувала 5 см. Недопустимо формування високих звальних гребенів, глибоких розвальних борозен між проходами, а також прихованих огріхів.

Вирівнювання поверхні ґрунту здійснюється навесні, коли досягається його фізична стиглість, за допомогою причіпних котків 3ЗККШ-6. Дія котків мусить забезпечувати повне оброблення площі без необроблених зон.

Передпосівна культивування виконується культиватором КПС-4 і широкозахватною машиною КШУ-12. Її проводять у стислі строки безпосередньо перед сівбою. Хиба фактичної глибини культивування від заданої не має перевищувати ± 1 см, а висота грудок – не більш ніж 2 см. Приховані огріхи не допускаються.

Сівба кукурудзи розпочинають, коли температура землі на глибині загортання зерна досягає $10\text{--}12^\circ\text{C}$. Використовуються начіпні пневматичні сівалки СУПН-8А. Допустиме відхилення глибини загортання насіння становить ± 1 см. Відхилення норми висіву насіння не перевищує 5–8%, а розрахунковий інтервал між зерном – не більш ніж

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

30%. Ширина міжрядь має бути в межах ± 1 см. Посів кукурудзи на одному полі виконується протягом одного-двох днів, а загальна тривалість посівної кампанії не перевищує 5–6 днів.

Прикочування посівів здійснюють кільчасто-шпоровими котками 3ЗККШ-6.

Міжрядна культивування виконується для розпушення землі, знищення бур'янів і забезпечення підживлення рослин. Обробіток міжрядь здійснюється культиватором для просапних культур КРН-4,2 на глибину 6–10 см.

Не допускається залишення необроблених ділянок, пропусків між сусідніми проходами агрегату чи пошкодження рослин. Ширина захисних зон встановлюється залежно від стадії розвитку рослин. При внесенні мінеральних добрив відхилення фактичної кількості від запланованої норми не перевищує $\pm 5\%$, нерівномірність розподілу по ширині захвату – $\pm 15\%$, а по ходу руху агрегату – $\pm 10\%$.

Збір кукурудзи на зерно виконується комбайном СК-5 «Нива», оснащеним кукурудзозбиральною приставкою ППК-4. Повнота збору качанів має становити не менш ніж 98,5%. Допустимі втрати вільного насіння за комбайном – не більш ніж 0,7%. У силосній масі вміст насіння не повинен перевищувати 0,8%. Рівень недомолоту допускається до 1,2%, а подрібнення насіння – до 2,5%. У насіннєвій масі частка шматочків стебел і стрижнів не має перевищувати 4%.

Очищення зерна проводять на току за допомогою самопересувних зерноочисних машин ОВС-25. Підготовка насіння до сівби, зокрема сортування, виконується на насіннеочисній машині СМ-4Б.

Вміст сторонніх домішок у продовольчому зерні не повинен перевищувати 8%, а вміст зернових домішок – 15%. Сортowa чистота насіння для I та II класів повинна становити не менш ніж 98%, а кількість пошкодженого зерна – до 1%.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Під час аналізу базової технології вирощування кукурудзи варто зазначити, що загалом, з урахуванням наявності у господарстві відповідної техніки, послідовність і перелік виконуваних технологічних операцій відповідають агротехнічним вимогам та забезпечують отримання задовільних врожаїв.

Аналізуючи наявний машинно-тракторний парк, доцільність і ефективність використання техніки для виконання відповідних операцій, можна зробити наступний висновок. У господарстві для збирання кукурудзи на зерно застосовується зернозбиральний комбайн СК-5 «Нива» з кукурудзозбиральною приставкою ППК-4. Даний агрегат забезпечує ефективне збирання кукурудзи на насіння з одночасним обмолотом качанів, що дозволяє уникнути додаткового обмолоту після надходження вороху на тік.

Однак робота агрегату, який складається з комбайна СК-5 «Нива» і приставки ППК-4, має низку недоліків, серед яких виділяються такі:

- високі витрати пального;
- додаткові трудові витрати на переобладнання, налаштування та обслуговування агрегату;
- необхідність чекати фази повної стиглості качанів для їх збирання разом з обмолотом;
- підвищене травмування зерна молотильним механізмом комбайна;
- часта потреба у перелопачуванні зернового вороху під час природного сушіння, щоб уникнути самозігрівання.

Ці недоліки можна усунути, використовуючи комбайн КСКУ-6, який здійснює збирання качанів кукурудзи без обмолоту зерна. Застосування цієї техніки не лише допоможе уникнути зазначених проблем, але й зменшить річне навантаження на зернозбиральний комбайн, що сприятиме продовженню терміну його експлуатації.

2.2. Розробка операційно-технологічної карти на збирання кукурудзи.

Комбайн КСКУ-6 – самохідний сільськогосподарський збиральний, який має експлуатаційна масу 13300 кг і обладнаний робочими органами, необхідними для виконання усього технологічного процесу збирання кукурудзи на зерно у качанах, очищення від обгорток та завантаження у транспортні засоби, що перевозять зібрану масу на досушування і подальший обмолот у стаціонарних умовах.

Потужність двигуна комбайну КСКУ – 147 кВт, при цьому питомі витрати дизельного палива становлять 200 г/є к.с-год.

Базовий агрегат («Нива» з приставкою ППК-4) має потужність двигуна (СМД-20К) 88 кВт, маса комбайну (без жатки) – 6000 кг, маса приставки – 2900 кг. Витрати дизельного палива – 162 г/є к.с-год.

Швидкість агрегату по полю під час здійснення збирання визначають за умов балансу потужності двигуна

$$V_p = \frac{N_d}{K_d \cdot (R_{пр} + R_p)},$$

де $N_d = 147$ кВт потужність двигуна КСКУ-6;

N_d^6 - потужність двигуна базового комбайна «Нива»;

$K_d = 0,8 \dots 0,85$ – коефіцієнт завантаження двигуна;

$R_{пр}$ - потужність на перекочування комбайна кВт;

R_p - потужність холостого ходу агрегату.

Потужність на перекочування агрегату визначається за формулою

$$R_{пр} = \frac{f_m \cdot G_m + f_n \cdot G_n}{270 \cdot \eta_t}$$

де f_m і f_n - коефіцієнти перекочування машини та причепа.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		12

Прийmemo $f_m = f_n = 0,1$.

$G_m = 13300$ кг – маса кукурудзозбирального комбайна КСКУ-6;

$G_n = 3000$ кг – середня маса причепа (ждля КСКУ-6);

$\eta_t = 0,8$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії комбайнів.

Маса базового агрегату визначиться як

$$G_m^{\sigma} = G_k^{\sigma} + G_{\text{ж}}^{\sigma},$$

де $G_k^{\sigma} 6000$ кг- маса комбайна «Нива»;

$G_{\text{ж}}^{\sigma} = 2900$ кг - маса приставки ППК-4.

Тож, маса базового агрегату:

$$G_m^{\sigma} = 6000 + 2900 = 8900 \text{ кг}$$

Тоді потужність на перекочування агрегатів:

$$R_{np} = \frac{0,1 \cdot 13300 + 0,1 \cdot 3000}{270 \cdot 0,8} = 7,6 \text{ кВт}$$

$$R_{np}^{\sigma} = \frac{0,1 \cdot 8900}{270 \cdot 0,8} = 4,1 \text{ кВт}$$

Потужність, що витрачається на виконання технологічного процесу збирання визначається за рівнянням

$$R_p = \frac{\varepsilon \cdot B \cdot Y}{360},$$

де $\varepsilon = 9 - 12$ кВт·с/кг – питома енергоємність роботи кукурудзозбиральних агрегатів. Більші значення відповідають збиранню з обмолотом;

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		13

$B = 4,2$ м робоча ширина захвату агрегату КСКУ-6;

$B^6 = 2,8$ м – робоча ширина базового агрегату;

$Y = 160$ ц/га – середня біологічна урожайність всієї маси кукурудзи.

Технологічна потужність збиральних агрегатів буде становити

$$R_p = \frac{9 \cdot 4,2 \cdot 160}{360} = 16,8 \text{ кВт}$$

$$R_p^6 = \frac{12 \cdot 2,8 \cdot 160}{360} = 14,9 \text{ кВт}$$

З урахуванням знайдених невідомих складових знайдемо максимально можливу швидкість комбайна

$$V_p = \frac{147}{0,85 \cdot (7,6 + 16,8)} = 7,08 \text{ км/год.}$$

Прийmemo $V_p = 7,0$ км/год;

$$V_p^6 = \frac{88}{0,85 \cdot (4,1 + 14,9)} = 5,45 \text{ км/год.}$$

Прийmemo $V_p^6 = 5,4$ км/год.

Проведемо порівняння основних показників здійснення збиральної операції для модернізованого і базового агрегатів.

Технологічна продуктивність комбайнів:

$$W_t = 0,1 \cdot B \cdot V_p = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 7 = 2,9 \text{ га/год.}$$

$$W_t^6 = 0,1 \cdot B \cdot V_p^6 = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 5,4 = 1,5 \text{ га/год.}$$

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

За рахунок більшої ширини і швидкості руху, модернізований агрегат має майже вдвічі вищу технологічну продуктивність. Таким чином, можна стверджувати про доцільність і ефективність запропонованих змін у технології вирощування кукурудзи на зерно.

Оперативна продуктивність:

$$W_{оп} = W_T \cdot \tau,$$

де τ - коефіцієнт оперативної продуктивності:

$$\tau = \frac{1}{1 + 0,1 \cdot t_{доп} \cdot V \cdot B}$$

де $t_{доп}$ - допоміжний час:

$$t_{доп} = \frac{100 \cdot t_{пов}}{z \cdot b \cdot L \cdot Y_k} + \frac{\rho}{G_3} \cdot t_{pz}$$

де $t_{пов}=0,02$ год. – час повороту в кінці загінки;

$b=0,7$ м – ширина одного міжряддя;

$z=6$ рядків, що одночасно захоплюються;

$L=1$ км – довжина поля;

$Y_k=80$ ц/га – прогнозована урожайність качанів;

$\rho=70...80$ % - масовий вихід зерна з качанів;

$G_3=2$ т – маса вороху у змінному причепі;

$t_{pz} = 0,04$ год. – час заміни причепу.

Допоміжний час буде

$$t_{доп} = \frac{100 \cdot 0,02}{6 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 80} + \frac{0,75}{2} \cdot 0,04 = 0,021 \text{ год.}$$

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		15

Визначимо коефіцієнт оперативної продуктивності:

$$\tau = \frac{1}{1 + 0,1 \cdot 0,021 \cdot 7 \cdot 4,2} = 0,942$$

Тоді оперативна продуктивність буде

$$Q_{on} = 2,9 \cdot 0,942 = 2,73 \text{ га/год.}$$

$$Q_{on}^{\phi} = 1,5 \cdot 0,942 = 1,41 \text{ га/год.}$$

Визначення поворотних характеристик агрегату

Умовний радіус повороту агрегату визначають за формулою

$$\rho_y = \rho_{\min} + \frac{K_{\pi}}{\pi \cdot \rho_{\min}},$$

де $\rho_{\min} = 3,6$ м – мінімальний радіус повороту;

K_{π} - коефіцієнт поворотливості агрегату.

Коефіцієнт поворотливості агрегату визначають за формулою

$$K_{\pi} = \frac{L \cdot V_{\pi}}{\omega},$$

де $L = 3,06$ м – повздовжня база комбайну;

$V_{\pi} = 2,5$ км/год = $0,69$ м/с – швидкість комбайну на повороті;

ω - середня кутова швидкість напрямних коліс.

Максимальна кутова швидкість напрямних коліс при повороті:

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\omega_{max} = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

де n - частота обертання агрегату навколо осі при повороті, об/хв.

Частота обертання агрегату навколо осі:

$$n = \frac{30 \cdot V}{\pi \cdot \rho_{min}} = \frac{30 \cdot 0,69}{3,14 \cdot 3,6} = 1,8 \text{ об/хв.}$$

Тоді максимальна кутова швидкість напрямних коліс при повороті:

$$\omega_{max} = \frac{3,14 \cdot 1,8}{30} = 0,19 \text{ рад/с.}$$

Мінімальна кутова швидкість повороту напрямних коліс:

$$\omega_{min} = \frac{V_{\pi}}{\rho_{max}}$$

де ρ_{max} - максимальний радіус повороту.

Максимальний радіус повороту дорівнює

$$\rho_{max} = \rho_{min} + B = 3,6 + 2,28 = 5,88 \text{ м,}$$

де $B=2,28$ м – колія напрямних коліс комбайну.

Тоді мінімальна кутова швидкість:

$$\omega_{min} = \frac{0,69}{5,88} = 0,12 \text{ рад/с.}$$

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Середня кутова швидкість буде

$$\omega = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2} = \frac{0,19 + 0,12}{2} = 0,155 \text{ с}^{-1}.$$

Коефіцієнт поворотливості буде:

$$\kappa_n = \frac{3,06 \cdot 0,69}{0,155} = 13,6$$

Умовний радіус повороту визначиться як

$$\rho_y = 3,6 + \frac{13,6}{3,14 \cdot 3,6} = 4,8 \text{ м.}$$

Обґрунтування схеми руху агрегату

Кукурудзозбиральний агрегат є несиметричним, оскільки вивантаження подрібненої листостеблової маси здійснюється в правий бік по ходу руху. Значить приймаємо загінковий спосіб організації руху, схему підготовки поля при якому зображено нижче (рис. 3.1).

Ширина поворотної смуги розраховується як

$$E = 1,5R_{\min} + L_a$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, м;

L_a – кінематична довжина агрегату, м.

Мінімальний радіус повороту визначимо за формулою:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B$$

де $B = 4,2$ м – ширина захвату агрегату, м.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Мінімальний радіус повороту

$$R_{\min} = 1,7 \cdot 4,2 = 7,14 \text{ м.}$$

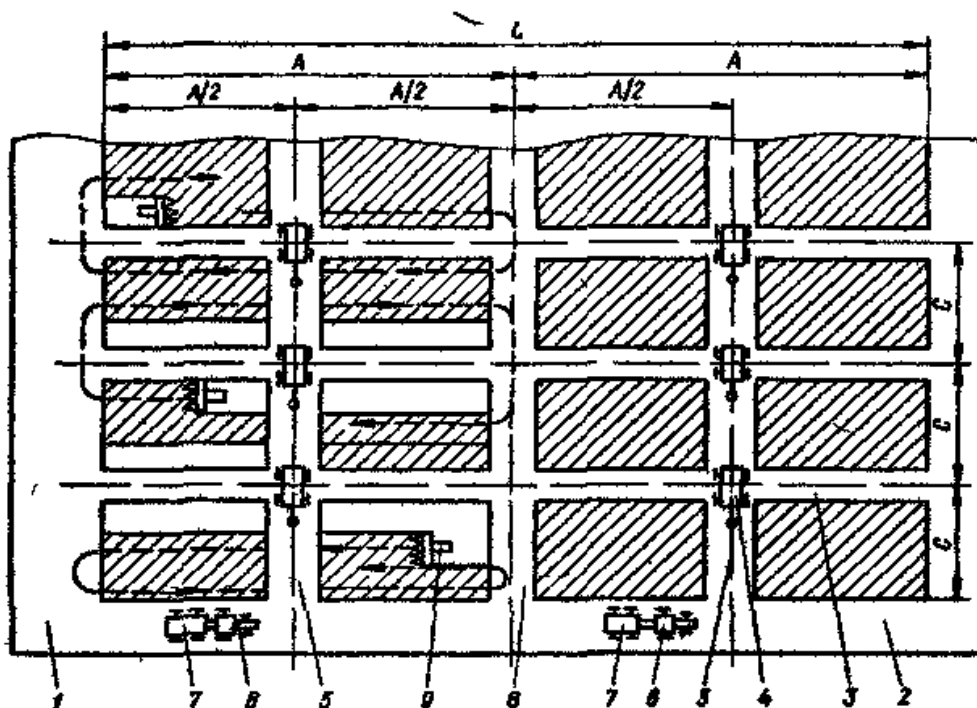


Рис. 3.1. Підготовка загінок на полі:

1 – поворотна смуга; 2 – обкіс; 3 – прокіс; 4 – тракторний причіп підмінний; 5 – транспортно-розвантажувальна магістраль; 6 – трактор; 7 – причіп підмінний; 8 – поворотна магістраль; 9 – збиральний агрегат.

Кінематична довжина агрегату:

$$L_a = L_k + L_n = 1,8 + 2,72 = 4,52 \text{ м}$$

де $L_k = 1,8 \text{ м}$ – кінематична довжина комбайна;

$L_n = 2,72 \text{ м}$ – кінематична довжина причепа;

Ширина поворотної смуги буде становити

$$E = 1,5 \cdot 7,14 + 4,52 = 15,23 \text{ м}$$

Приймемо ширину поворотної смуги кратною ширині захвату агрегату.

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МР 00.000 ПЗ

Арк.

19

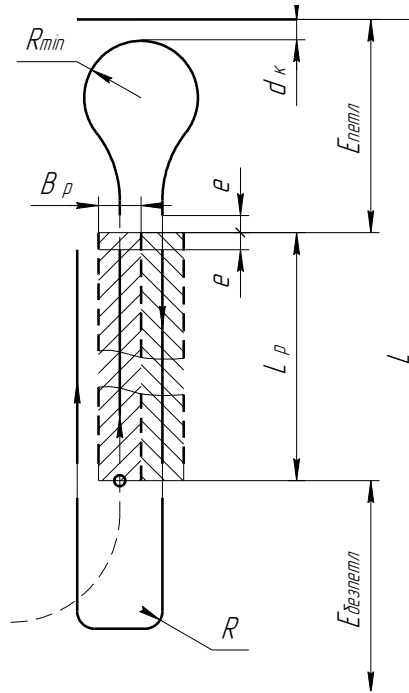


Рис. 3.2. Схема руху збирального агрегату
Кратність проходів агрегату:

$$\kappa = \frac{E}{B} = \frac{15,23}{4,2} = 3,62$$

Прийmemo $\kappa=4$.

Тож ширина поворотної смуги буде

$$E' = \kappa \cdot B = 4 \cdot 4,2 = 16,8 \text{ м}$$

Розіб'ємо поле, розміром 1000x760 м (76 га) на загінки.

Оптимальну ширину загінки визначають за формулою

$$C_{opt} = \sqrt{2 \cdot (L \cdot B + 8 \cdot R_{min}^2)},$$

де $L = 1000$ м – довжина загінки, м.

Тож оптимальне ширина загінки:

$$C_{opt} = \sqrt{2 \cdot (1000 \cdot 4,2 + 8 \cdot 7,14^2)} = 96 \text{ м}$$

Кратність проїздів агрегату буде:

$$\kappa = \frac{C_{opt}}{B} = \frac{96}{4,2} = 22,8$$

Прийmemo $\kappa=23$.

Тоді оптимальна довжина загінки:

$$C'_{opt} = \kappa \cdot B = 23 \cdot 4,2 = 96,6 \text{ м}$$

Кількість заїнок визначають за формулою:

$$n_z = \frac{10^4 \cdot A}{L \cdot C'_{opt}} = \frac{10^4 \cdot 76}{1000 \cdot 96,6} = 7,8$$

де $A=76$ га – площа поля;

Прийmemo 8 заїнок

Тривалість одного циклу визначають за формулою

$$T_{ц} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n,$$

де L_p - робоча довжина загінки, м;

$t_n = 0,5$ хв. – середній час повороту в кінці загінки.

Робочу довжину загінки розраховують як

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

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

де $E' = 16,8$ м – ширина поворотної смуги.

Робоча довжина заїмки:

$$L_p = L - 2 \cdot E' = 1000 - 2 \cdot 16,8 = 966,4 \text{ м}$$

Тривалість одного циклу:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 966,4}{100 \cdot 7} + 2 \cdot 0,5 = 17,6 \text{ хв.} = 0,293 \text{ год.}$$

Технічну продуктивність за цикл розраховують за формулою

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau.$$

де $\tau = 0,942$ – коефіцієнт оперативної продуктивності (розрахований раніше).

Підставивши знайдені параметри отримаємо

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 7 \cdot 0,293 \cdot 0,942 = 1,088 \text{ га/цикл}$$

Змінну кількість циклів визначають як відношення:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}},$$

де $W_{\text{зм}}$ – змінна продуктивність.

Змінну продуктивність визначають за формулою

$$W_{\text{зм}} = Q_{\text{оп}} \cdot T_{\text{зм}} \text{ га/зм},$$

де $T_{\text{зм}} = 7$ год - час зміни.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$W_{зм} = 2,73 \cdot 7 = 19,11 \text{ га/зм},$$

Кількість циклів, за зміну:

$$n_{ц} = \frac{19,11}{1,088} = 17,56 \text{ цикл./зм.}$$

Приймемо $n_{ц}=18$ циклів.

Тоді уточнена змінна продуктивність:

$$W_{зм} = n_{ц} \cdot W_{ц} = 18 \cdot 1,088 = 19,58 \text{ га/зм.}$$

Визначимо витрати палива модернізованого і базового агрегатів:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}},$$

де $Q_{зм}$ - витрата палива за зміну, кг/зм.;

$W_{зм}$ - змінна продуктивність, га/зм.

Змінні витрати палива розраховують за формулою

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z,$$

де Q_p – годинні витрати палива при роботі, кг/год.;

Q_x , – годинні витрати палива при холостому русі, кг/год.;

Q_z – годинні витрати палива на зупинках, кг/год.;

T_p , – чистий робочий час, год.;

t_x , – час холостих переїздів, год.;

t_z -, час зупинок, год.;

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

За довідковими даними для модернізованого агрегату годинні витрати палива становлять: $Q_p=26$ кг/год.; $Q_x=17$ кг/год.; $Q_z = 4$ кг/год.

Для базового: $Q_p=24$ кг/год.; $Q_x=14$ кг/год.; $Q_z = 3,5$ кг/год.

Час холостих переїздів приблизно дорівнює часу зупинок. Їх розраховують за формулою

$$t_x = t_z = \frac{T_{zm} - T_p}{2}$$

де T_p - чистий робочий час, год,

Чистий робочий час для агрегатів:

$$T_p = T_{zm} \tau = 7 \cdot 0,942 = 6,594 \text{ год.}$$

Тоді час холостих рухів і зупинок:

$$t_x = t_z = \frac{7 - 6,594}{2} = 0,203 \text{ год.}$$

Тоді змінні витрати палива агрегатами:

$$Q_{zm} = 26 \cdot 6,594 + 17 \cdot 0,203 + 4 \cdot 0,203 = 176 \text{ кг/зм.};$$

$$Q_{zm.}^b = 24 \cdot 6,594 + 14 \cdot 0,203 + 3,5 \cdot 0,203 = 162 \text{ кг/зм.}$$

Змінні витрати дизельного палива у базового агрегату є дещо меншими.

Однак, для повного розуміння експлуатаційних витрат, розрахуємо питомі витрати агрегатів у перерахунку на гектар і на всю площу.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Питомі витрати палива на гектар розраховують за формулою

$$q_{ga} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}.$$

Тож для модернізованого агрегату:

$$q_{ga} = \frac{176}{19,58} = 9 \text{ кг/га.}$$

Для базового агрегату:

$$q_{ga}^{\bar{}} = \frac{162}{1,41 \cdot 7} = 16,4 \text{ кг/га.}$$

Витрати дизельного палива на збирання кукурудзи модернізованим і базовим агрегатами з поля площею $A=76$ га становитимуть:

- для модернізованого агрегату:

$$Q = A \cdot q_{ga} = 76 \cdot 9 = 684 \text{ кг;}$$

- для базового агрегату:

$$Q^{\bar{}} = A \cdot q_{ga}^{\bar{}} = 76 \cdot 16,4 = 1246,4 \text{ кг}$$

Таким чином, запропонована модернізація технології є ефективною.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Огляд конструкцій кукурудзозбиральних машин

Кукурудзозбиральні комбайни [1-4] для збирання на зерно класифікують за кількома критеріями.

За типом рушія, вони можуть бути причіпними (рис. 3.1) або самохідними (рис. 3.2).

За технологією збирання – з обмолотом (рис. 3.3) або без обмолоту – у качанах (рис. 3.4).

За кількістю рядків, що одночасно оброблюються – однорядними (рис. 3.5) або багаторядними (рис. 3.6)

Причіпні комбайни (рис. 3.1) використовують для малих площ, у тому числі, для селекційних господарств, коли купівля вартісної машини є економічно недоцільною. Такі комбайни, зазвичай, мають малу робочу ширину і здійснюють збирання з одного або кількох рядків і переважно здійснюють технологічний процес без обмолоту качанів.



Рис. 3.1. Причіпний кукурудзозбиральний комбайн

Самохідні комбайни (рис. 3.2) – найбільший сегмент машин для збирання кукурудзи. Вони можуть бути спеціалізованими (рис. 3.7) або у вигляді жатної частини – приставки (пристрою, адаптера, хедера тощо),

яка навішується замість штатної жатки на звичайний зернозбиральний комбайн (рис. 3.2, 3.6). Причому останнім часом прогресує тенденція розвитку і виробництва, саме такої техніки. Самохідні комбайни широкозахватні.



Рис. 3.2. Самохідний кукурудзозбиральний комбайн

Причому, спеціалізовані – залежно від необхідності, можуть здійснювати збирання як з обмолотом, так і у качанах, а універсальні (приставки, що навішуються на зернозбиральні комбайни) – тільки з обмолотом.



Рис. 3.3. Збирання кукурудзи з обмолотом качанів

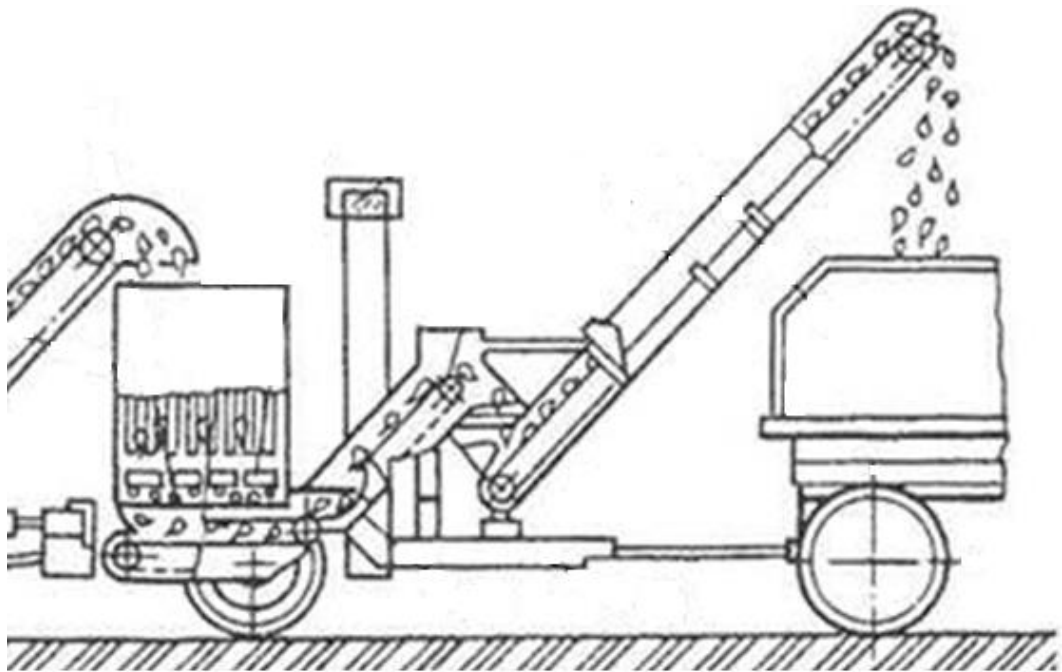


Рис. 3.4. Збирання кукурудзи без обмолоту качанів

Безсумнівною перевагою комбайнів, що здійснюють збирання з обмолотом є те, що на виході отримується сировина (продукція), готова до споживання, а при прийнятній вологості – і до зберігання.



Рис. 3.5. Однорядний кукурудзозбиральний комбайн

Перевагою ж комбайнів, що збирають кукурудзу у качанах є те, що збирання на зерно можна здійснювати навіть у стадії воскової стиглості, за вологості зерна понад 30% без суттєвого травмування, пошкодження і втрат зернової маси. Даний аспект є важливим для селекційних господарств та в зонах вирощування, де часто спостерігається надлишок

вологи від опадів під час збирання, що не дає можливості своєчасно зібрати урожай, в результаті чого зерно перестоює, збільшується ймовірність псування та враження хворобами.



Рис. 3.6. Багаторядний кукурудзозбиральний комбайн



Рис. 3.7. Спеціалізований кукурудзозбиральний комбайн

Таким чином, з огляду на зазначене, можна констатувати, що спеціалізовані кукурудзозбиральні комбайни, які здійснюють збирання качанів без обмолоту є достатньо прогресивними з позиції забезпечення зерна високої якості і кондицій. При цьому удосконалення їх робочих органів є актуальною задачею сучасної сільськогосподарської науки і техніки.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		29

Очищення качанів від обгортки в кукурудзозбиральних комбайнах [5-8] здійснюється у вальцевих качаноочисних апаратах (рис. 3.8). Вони складаються з циліндричних вальців, які обертаються попарно у зустрічних напрямках. Обгортка качанів защемлюється між вальцями і знімається механічно.

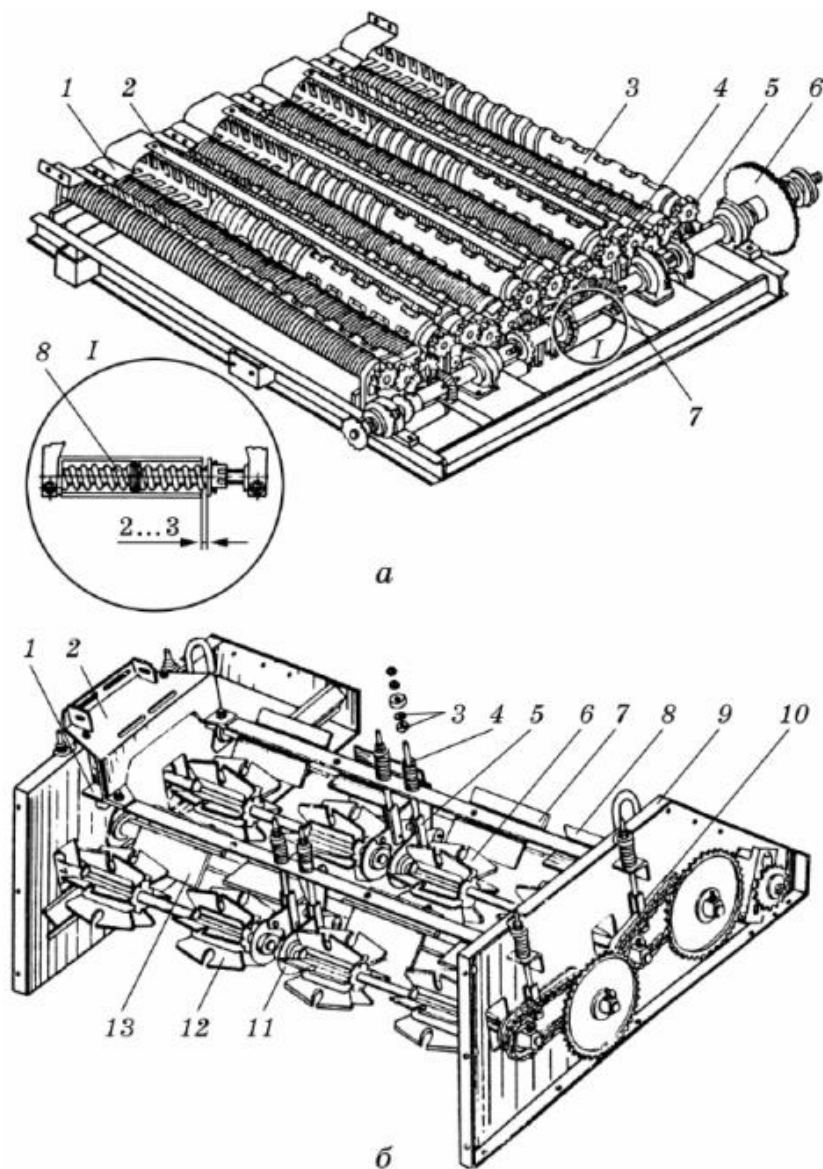


Рис. 3.8. Качаноочисний апарат кукурудзозбирального комбайну:

1 – щиток; 2 – подільник; 3 – металевий валець; 4 – гумовий валець; 5 – циліндрична шестерня; 6 – привідна зірочка з запобіжною муфтою; 7 – конічна шестерня; 8 – пружина; б – притискний пристрій: 1 – опора; 2 – площадка проміжного валу; 3 – регулювальні шайби; 4 – пружина; 5 – тяга; 6 – перший ряд притискних барабанів; 7 – приймальний бітер; 8 – опора; 9 – боковина; 10 і 11 – важелі; 12 – другий ряд притискних барабанів; 13 – обмежувальний бітер.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Для підвищення захоплюючої здатності вальців і ефективності їх роботи, поверхні вальців виготовляють у вигляді одно-двозахідної гвинтової лінії, оснащують різного роду активуючими шипами і впадинами, при цьому поверхня одного з вальців пари покрита гумою. Гума має вищий коефіцієнт тертя ніж метал, що дозволяє провертати качан навколо повздовжньої осі, забезпечуючи підвищення повноти очищення від обгортки.

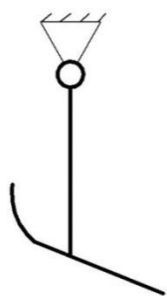
Ступінь очищення качанів залежить [7] від діаметрів, довжини і кількості пар вальців, рівномірності їх завантаження і наявності активуючих елементів на них, а також кута нахилу і частоти обертання.

Крім того, важливим елементом качаноочисних апаратів кукурудзозбиральних комбайнів є притискні пристрої (рис. 3.8 б, 3.9). Вони слугують для не тільки для надійного притискання качанів до очисних вальців, а й для сприяння їх повздовжнього переміщення з метою запобігання заторів і забезпечення прийнятної якості очищення, яка згідно агрономіки повинна бути не менше 95%.

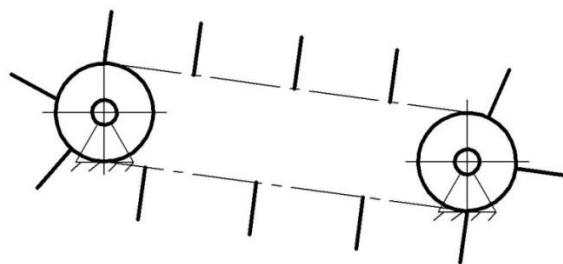
У роботі [8] проведено класифікацію існуючих притискних пристроїв кукурудзозбиральних машин (рис. 3.9), які розділено на пасивні і активні.

Автором зазначено, що ефективність роботи пасивних притискних пристроїв (рис. 3.9 а) є недостатньою, оскільки вони не виконують одну з кількох важливих функцій – не проштовхують качани вздовж вальців і не запобігають виникненню заторів, що негативно впливає на якість. При цьому відзначено ефективність роботи активних (рис. 3.9 б-г) і запропоновано удосконалення лопатево-роторного притискного пристрою у наведеній нижче (рис. 3.9 д) конфігурації.

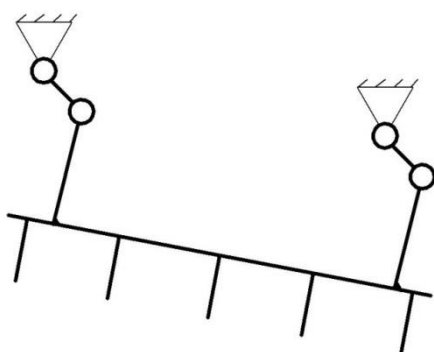
Аналізуючи запропоновану конструкцію (рис. 3.9 д) можна відзначити її компактність і мінімізацію кількості деталей, коли п'ять пар вальців обслуговуються одним бітером. Безперечно, дана конструкція забезпечить зниження собівартості машини і спрощення обслуговування, однак, поряд з цим варто зазначити і її недоліки.



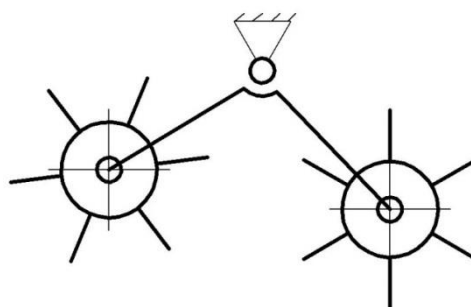
а



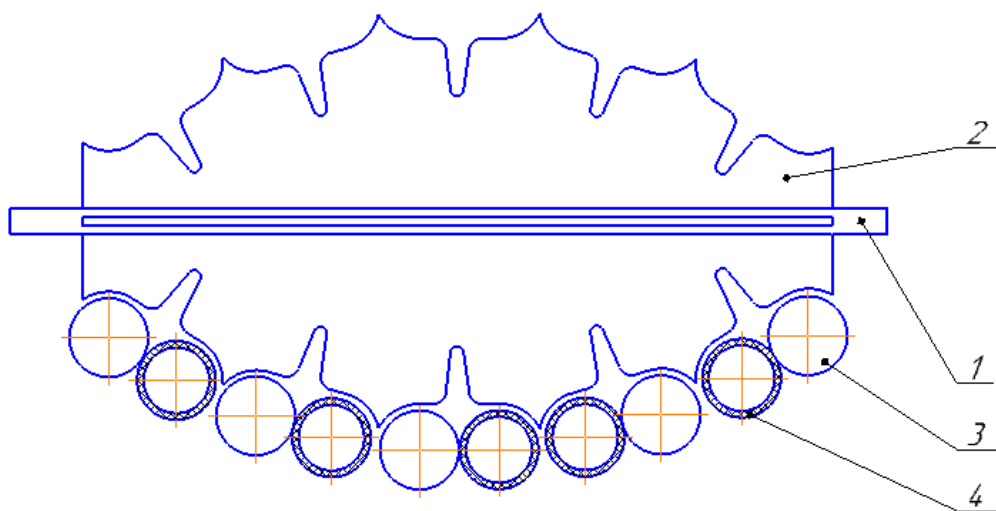
б



в



г



д

Рис. 3.9. Притискні пристрої кукурудзозбиральних машин:
а- пасивний шарнірний, б- транспортерний, в- кривошипно-планчастий,
г- ротаційно-лопатевий, д- ротаційно-лопатевий удосконалений [8].

Недоліками зазначеної конструкції є можливість її використання у очисних апаратах лише з одноканальним ложем, що в разі поперечного розташування качана робить неможливим його швидке розвертання і очищення. Іншим недоліком є не раціональне взаємне розташування вальців у парах, що знаходяться по центру апарата, тобто, гумовий валець розташовується на одному рівні з металевим, а не нижче його, що зменшує інтенсивність провертання качанів. І, мабуть, головним недоліком є те, що даний притискний пристрій не забезпечує однакою осьову швидкість переміщення качанів вздовж вальців, оскільки при сталій частоті обертання валу, діаметр робочих частин лопатей притискного пристрою не є сталим. Тобто, осьова швидкість переміщення качанів у центрі батареї вальців буде вищою ніж на периферії, що унеможлиблює забезпечення оптимальних умов очищення качанів.

Більш перспективним, на нашу думку, є удосконалення качаноочисних пристроїв кукурудзозбиральних машин які ґрунтуються на основі використання класичного двоканального ложа, роторно-лопатевих притискних пристроїв, але із застосуванням розсічників обгортки (рис. 3.10).

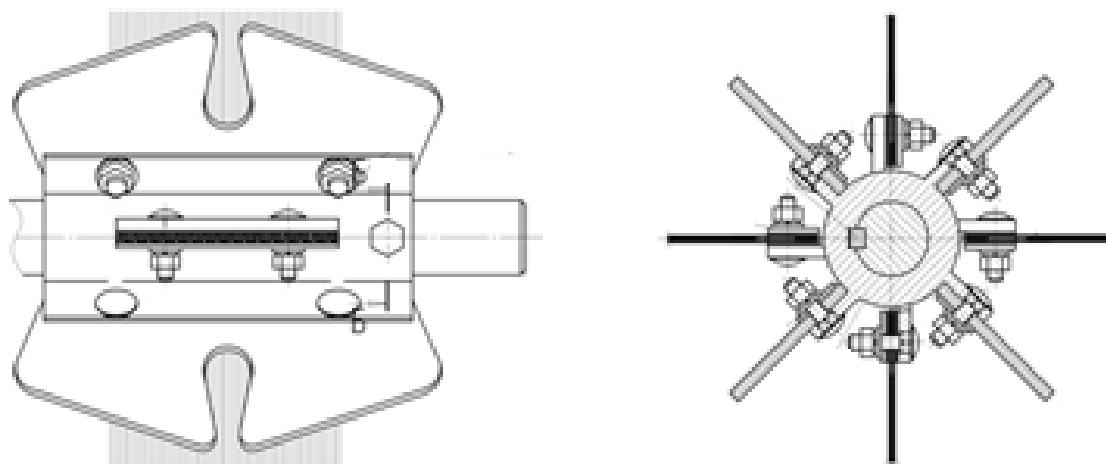


Рис. 3.10. Лопатево-роторний притискний пристрій з розсічниками обгортки

Запропоновані розсічники обгортки являють собою закріплені на валу ротори з дротяними лопатками, які встановлюються на маточині між лопатками штатних притискних пристроїв.

При обертанні роторів, дротяні лопатки послаблюють або зв'язки обгорток з качанами і частково розсікають, спрощуючи задачу качаноочисним апаратам.

Обґрунтування параметрів запропонованого удосконалення будемо здійснювати теоретично.

3.2. Обґрунтування параметрів робочих органів КСКУ-6

Комбайн КСКУ-6 у базовому виконанні (рис. 3.11) призначений для збирання кукурудзи у качанах, але може бути обладнаний молотильним апаратом, який встановлюється за необхідності на місце качаноочисного пристрою.

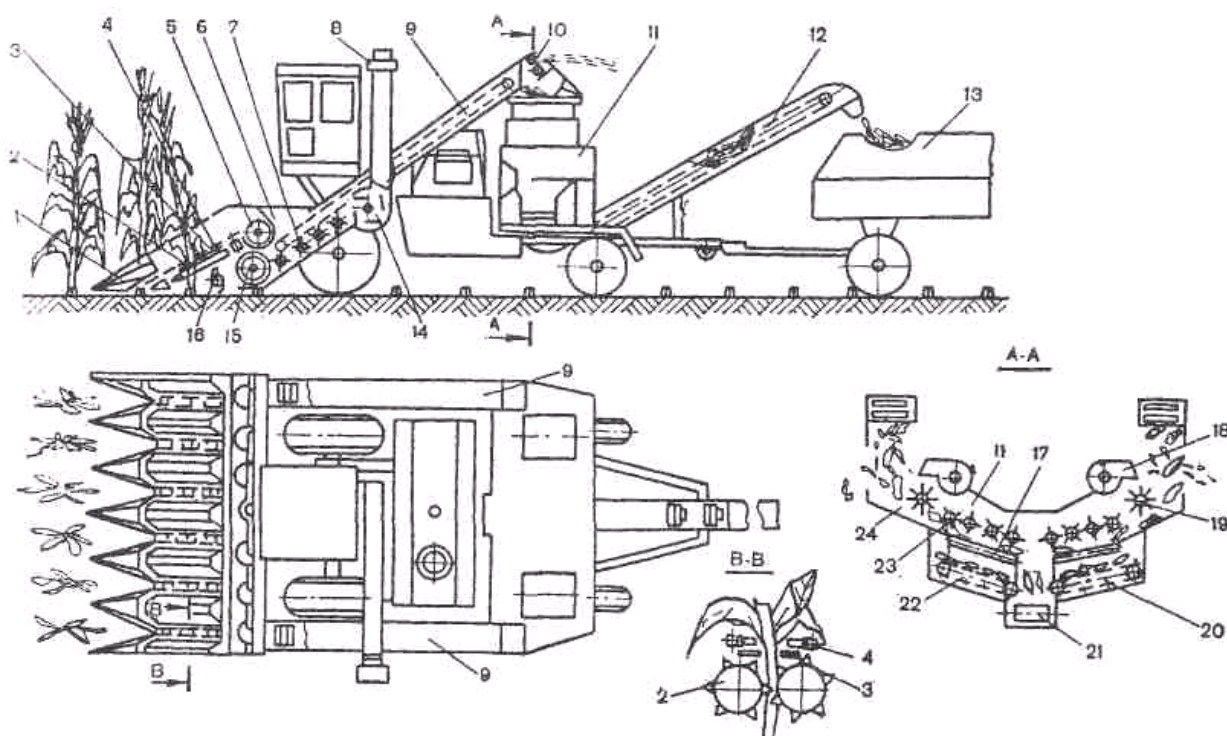


Рис. 3.11. Функціональна схема КСКУ-6:

1 - мис; 2 - качановідривні вальці; 3 - відривні пластини; 4 – подавальні ланцюги; 5 - шнек качанів; 6 - подавальна камера; 7 - бітер; 8 - трубопровід; 9 - транспортер качанів; 10 - стебловловлювач; 11 - очисник качанів; 12 - транспортер; 13 - причіп; 14 - подрібнювальний апарат; 15 - шнек стебел; 16 - різальний апарат; 17 - качаноочисні вальці; 18 - вентилятор; 19 - бітер; 20 – транспортер обгорток; 21 - транспортер качанів; 22 - решето; 23 – притискний пристрій; 24 - лоток

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МР 00.000 ПЗ

Арк.

34

Комбайн обладнано вальцевими качановідривними апаратами, які встановлені у його жатній частині.

Качановідривні апарати (рис. 3.12), якими оснащений кукурудзозбирального комбайна КСКУ-6 здійснюють захоплення і протягування стебел, відрив і транспортування качанів до робочих органів машини, тому обґрунтування їх параметрів – важлива задача.

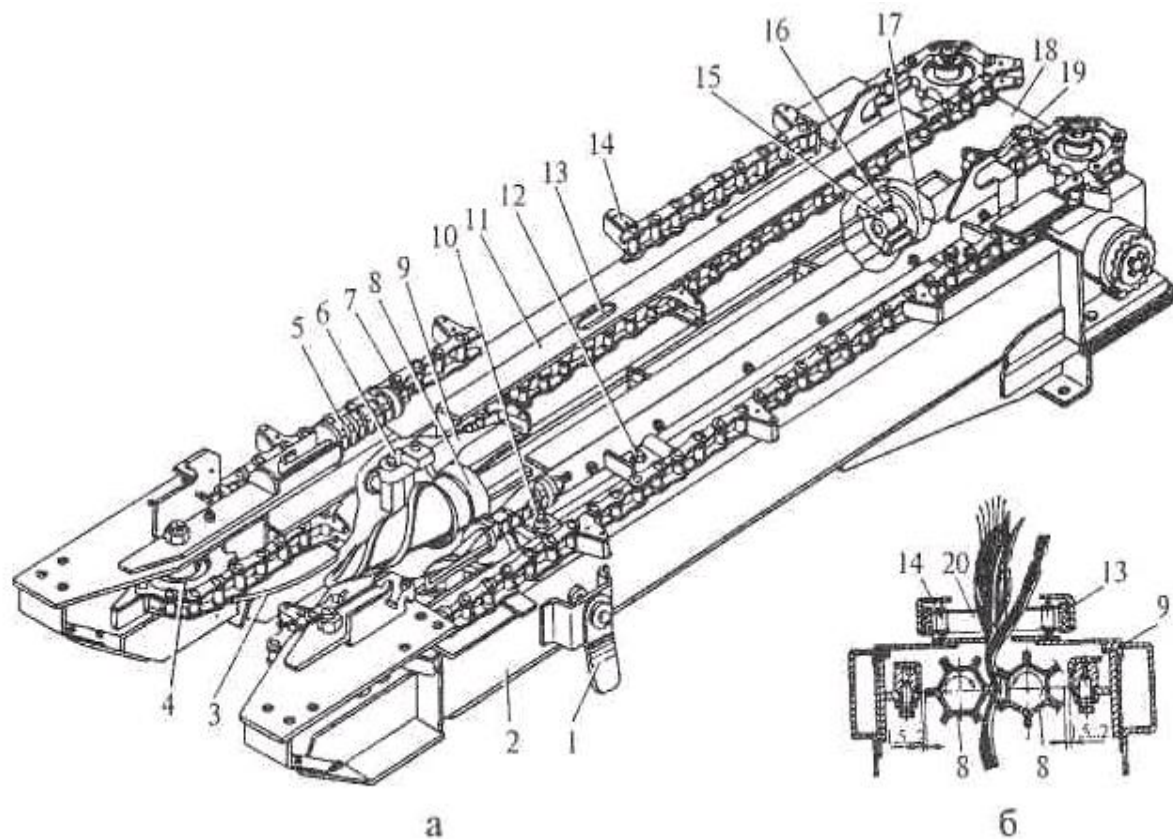


Рис. 3.12. Качановідокремлювальний апарат комбайну КСКУ-6:

а - загальний вигляд; б - схема технологічного процесу;

1 - важіль; 2 - рама; 3 - качановідривна пластина; 4 - зірочка; 5 – натяжний пристрій; 6 і 11 - кронштейни; 7 - гайка; 8 - валець; 9 - чистик; 10 і 12 - шайби; 13 - напрямна; 14 - подавальний ланцюг; 15 - шарнір; 16 - повідець; 17 - труба; 18 - роздавальна коробка; 19 - фіксатор; 20 - лапка

Першими активними робочими органами, які захоплюють і подають стебла до машини є подавальні ланцюги (рис.3.13), встановлені під кутом до горизонту. Для надійного захоплення і подачі стебел необхідно задовольнити умову защемлення.

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

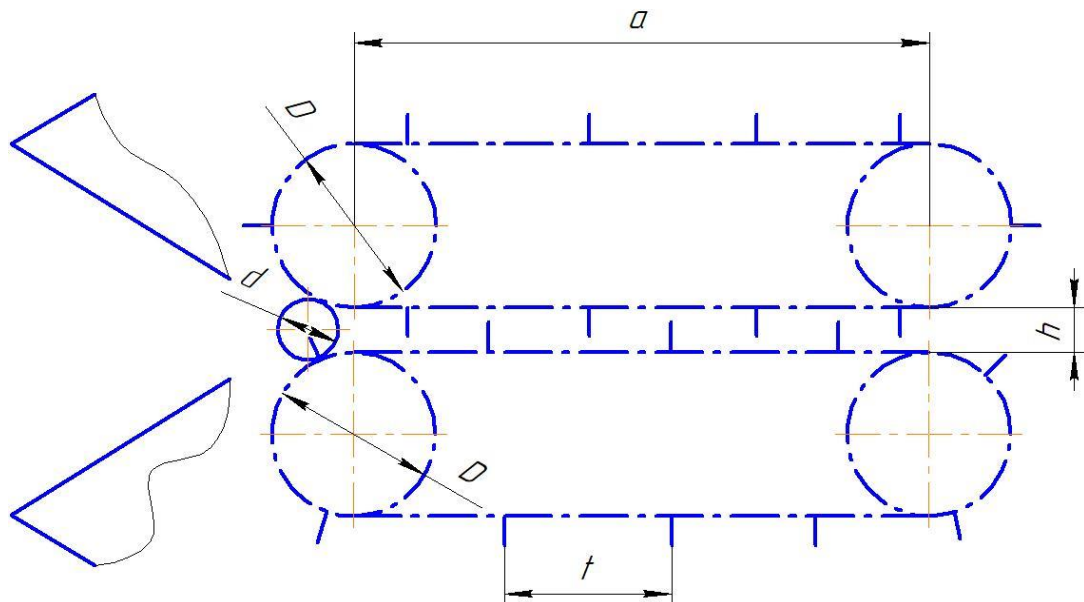


Рис. 3.13. Схема подавальних ланцюгів.

Кут защемлення стебла:

$$\cos \gamma = \frac{D + h}{D + d} \quad (3.1)$$

де D - діаметр зірочки подавальних ланцюгів,

$h = 30$ мм - відстань між ланцюгами

$d = 40$ мм - максимальний діаметр стебла кукурудзи.

Визначимо з (3.1) діаметр зірочки подавальних ланцюгів:

$$D \geq \frac{d \cdot \cos \gamma - h}{1 - \cos \gamma} \quad (3.2)$$

З урахуванням, що умова захвату стебел:

$$f \geq t g \gamma \quad (3.3)$$

де $f=0,4...0,5$ - коефіцієнт тертя стебла.

При прийнятому $f=0,45$, кут гарантованого захоплення буде:

$$\gamma \leq \arctg 0,45 = 24,2^\circ$$

Підставимо значення кута захвату стебел до формули (3.2) і визначимо орієнтовні ділильні діаметри зірочок.

$$D \geq \frac{40 \cdot \cos 24,2 - 30}{1 - \cos 24,2} = 75,4 \text{ мм.}$$

Прийmemo орієнтовний діаметр зірочок 92 мм, як і у базової машини.

Швидкість подавальних ланцюгів визначаємо за умови не завалювання стебел по ходу руху агрегату

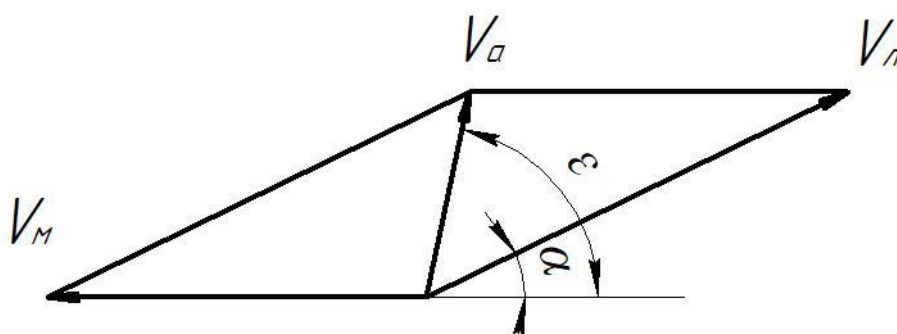


Рис. 3.14. Схема до визначення швидкості подавальних ланцюгів.

Кут вектору абсолютної швидкості стебла, захопленого подавальними ланцюгами під час переміщення комбайну:

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{k \cdot \sin \alpha}{k \cdot \cos \alpha - 1} \quad (3.4)$$

де k - відношення швидкості ланцюгів до швидкості машини.

$\alpha = 20 \dots 30^\circ$ - рекомендований кут нахилу ланцюгів.

Визначимо потрібну швидкість ланцюгів за умови незавалювання стебел по ходу руху комбайну.

$$V_{\text{л}} \geq \frac{V_{\text{м}}}{\cos \alpha} \quad (3.5)$$

За максимальної швидкості руху комбайну $V = 7$ км/год (1,94 м/с) швидкість ланцюгів буде дорівнювати

$$V_{\text{л}} \geq \frac{1,94}{\cos 30} = 2,24 \text{ м/с.}$$

Прийmemo швидкість ланцюгів $V_{\text{л}} = 2,5$ м/с.

Визначимо частоту обертання ведених зірочок ланцюгів:

$$n_{\text{з min}} = \frac{60 \cdot V_{\text{л}}}{\pi \cdot d_{\text{з}}}$$

$$n_{\text{з}} = \frac{60 \cdot 2,5}{3,14 \cdot 0,092} = 519,2 \text{ об/хв.}$$

Прийmemo $n_{\text{з}} = 520$ об/хв.

Обґрунтуємо параметри вальцевого апарату (рис. 3.15).

Діаметр протягувальних вальців визначимо за рівнянням

$$D \geq \frac{d - h}{1 - \cos \alpha} \quad (3.6)$$

де $h = 25$ мм – відстань між вальцями;

α - кут захвату стебел.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

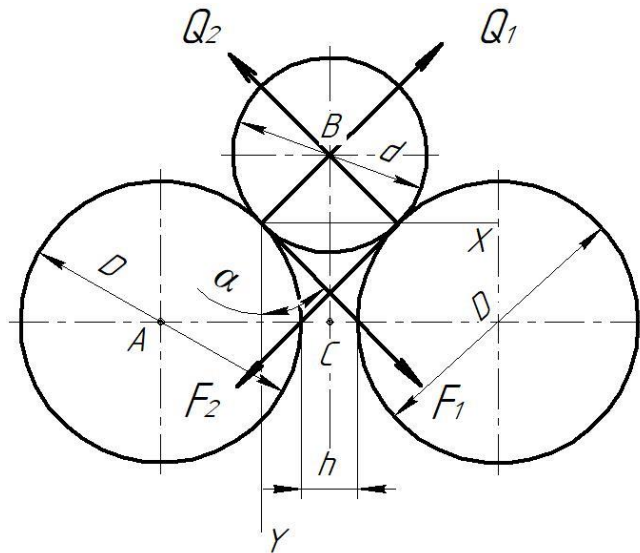


Рис. 3.15. Розрахункова схема протягувальних вальців.

Кут защемлення стебел протягувальними вальцями

$$\alpha \leq \arctg f$$

де $f = 1,0$ – коефіцієнт тертя по ребристим вальцям.

$$\alpha \leq \arctg 1 = 45^\circ$$

Тоді з рівняння (3.6) визначимо діаметр вальців

$$D \geq \frac{44 - 20}{1 - \cos 45} = 81,9 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметри вальців 90 мм.

Визначимо довжину робочої частини вальців

$$L_p = \frac{V_M \cdot \tau \cdot F_c}{l_c \cdot h \cdot k_{щ}} \quad (3.7)$$

де τ - час протягування одного стебла, с;

F_c - площа перетину стебла м^2 ;

$l_c = 0,3\text{м}$ – мінімальний крок стебел у рядку;

$k_{щ} = 0,6...0,8$ - коефіцієнт заповнення щілини між вальцями.

Час протягування стебла вальцями:

$$\tau = \frac{\mu \cdot L_c \cdot \sin \beta}{V_B} \quad (3.8)$$

де $\mu = 1,25...1,45$ — коефіцієнт проковзування стебла;

$L_c = 4\text{ м}$ - довжина стебел;

$\beta = 90 - \alpha = 90 - 30 = 60^\circ$ - кут нахилу вальців (рис. 3.12);

$V_B = 4...4,5\text{ м/с}$ – колова швидкість вальців.

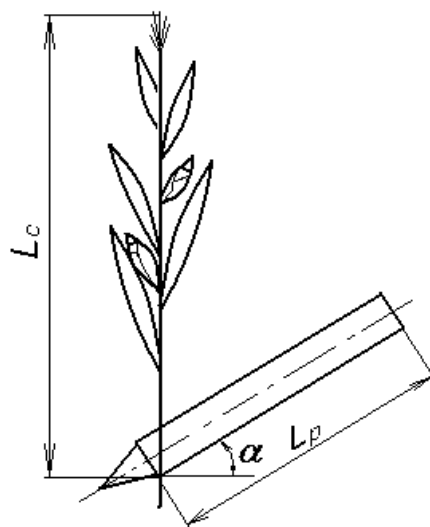


Рис. 3.16. Схема протягувальних вальців.

Час протягування стебла вальцями:

$$\tau = \frac{1,45 \cdot 4 \cdot \sin 60}{4} = 1,29\text{ с.}$$

Площа перетину стебла

$$F_c = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,04^2}{4} = 0,001256\text{ м}^2.$$

Таким чином, довжина робочої частини вальців

$$L_p = \frac{1,94 \cdot 1,29 \cdot 0,001256}{0,3 \cdot 0,02 \cdot 0,7} = 0,748 \text{ м}$$

Прийmemo довжину $L_p=750$ мм.

Частота обертання вальців:

$$n = \frac{60 \cdot V_B}{\pi \cdot D}$$

де прийнято $V_B=4,25$ м/с.

Тож, частота обертання:

$$n = \frac{60 \cdot 4,25}{3,14 \cdot 0,09} = 902,3 \text{ об/хв.}$$

Після відриву, качани спрямовуються ланцюгами до шнеку качанів.

Продуктивність шнека розраховують за формулою

$$Q_{шк} = 60 \cdot \psi \cdot q \cdot n, \quad (3.9)$$

де $\psi = 2...6$ - кількість качанів, що розміщуються на довжині кроку витка шнека (прийmemo $\psi = 4$);

$q = 0,25$ кг – середня маса качана;

n - частота обертання шнека, об/хв.

Для визначення необхідної частоти обертання шнеку, необхідно встановити, яку продуктивність він повинен забезпечити.

Його продуктивність – це пропускна здатність комбайна по зібраним качанам, яка розраховується за виразом

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$Q_k = \frac{B \cdot V_m \cdot Y_k}{360}, \quad (3.10)$$

де $B=4,2$ м- робоча ширина комбайна;

$Y_k=80$ ц/га- урожайність качанів, прийнята у технологічній частині.

Таким чином пропускна здатність:

$$Q = \frac{4,2 \cdot 7 \cdot 80}{360} = 6,5 \text{ кг/с} = 23520 \text{ кг/год.},$$

Оскільки шнек має двосторонню навивку і переміщує качани до двох, повздовжніх транспортерів, то продуктивність, однієї половини шнека буде дорівнювати

$$Q_{ш} = \frac{23520}{2} = 11760 \text{ кг/год.}$$

Частота його обертання:

$$n = \frac{Q_{ш}}{60 \cdot \psi \cdot q}$$

де значення складових наведені вище.

Тож, частота обертання шнеку качанів

$$n = \frac{11720}{60 \cdot 4 \cdot 0,25} = 195,3 \text{ об/хв.}$$

Обґрунтуємо параметри повздовжніх скребкові транспортерів качанів.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Продуктивність скребкових транспортерів визначають за формулою

$$Q_c = 3,6 \cdot \frac{10^6 \cdot \psi \cdot g \cdot V}{l}, \text{ кг/год.} \quad (3.11)$$

де $\psi = 2 \dots 4$ – кількість качанів між скребками (прийmemo $\psi = 3$);

$g = 0,25$ кг – середня маса качана;

V - швидкість транспортера, м/с;

$l = 300 \dots 420$ мм – крок скребків (прийmemo попередньо 350 мм).

Спочатку визначимо кількість ланок ланцюга (пропорційно до кроку):

$$i = \frac{l}{t}$$

де $t = 38,1$ мм – крок ланцюга.

Тоді кількість ланок ланцюга буде

$$i = \frac{350}{38,1} = 9,186$$

Приймаємо $i = 9$.

Тоді фактичний крок скребків

$$l = 9 \cdot 38,1 = 342,9 \text{ мм} = 0,342 \text{ м.}$$

Визначимо з (3.11) швидкість транспортера

$$V = \frac{Q_c \cdot l}{3,6 \cdot 10^6 \cdot \psi \cdot g}$$

де $Q_c = Q_{ш} = 11760$ кг/год.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		43

Тоді швидкість транспортера:

$$V = \frac{11760 \cdot 342,9}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 0,25} = 1,49 \text{ м/с}$$

Обґрунтування параметрів очисників качанів

Прийmemo класичну схему очисників (рис. 3.17).

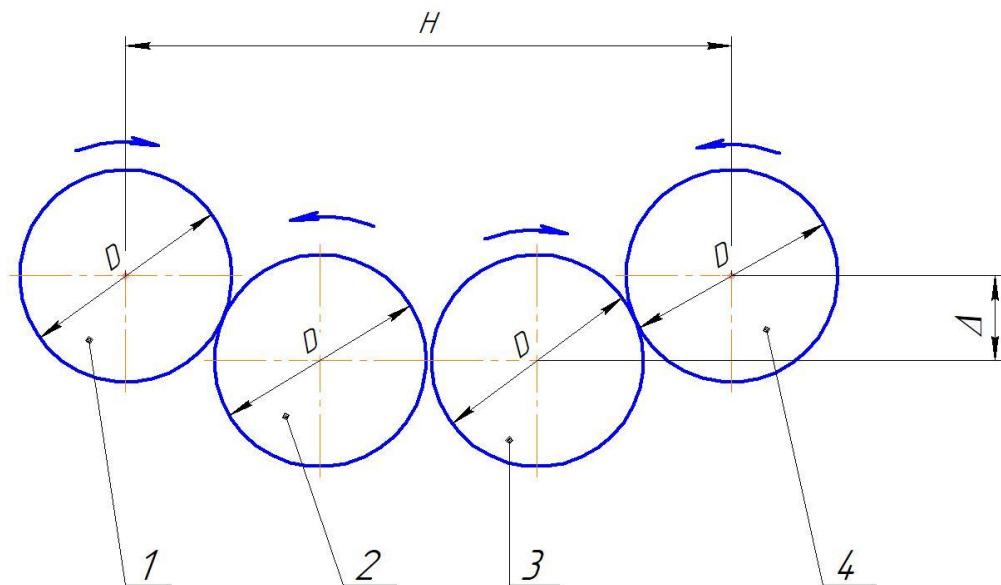


Рис. 3.17. Качаноочисні вальці кукурудзозбирального комбайну:

1 і 4 – металеві вальці, 2 і 3 – гумові вальці.

Прийmemo рекомендовані параметри [7] очисних вальців:

- діаметри вальців $D=80$ мм;
- довжина $l=1000$ мм;
- кут нахилу вальців $\alpha=15^\circ$;
- колова швидкість вальців $V_k=1$ м/с.
- зміщення вальців $\Delta = 20$ мм.

Визначимо частоту обертання вальців:

$$n_b = \frac{60 \cdot V_k}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 1}{3,14 \cdot 0,08} = 238 \text{ об/хв.}$$

Пропускна здатність пари вальців:

$$Q_1 = \frac{q \cdot V_o}{l} \quad (3.12)$$

де $q = 0,25$ кг – прийнята середня маса качана;

$V_o = 0,5 \dots 0,8$ м/с - швидкість переміщення качанів по вальцях
(прийmemo $V_o = 0,6$ м/с);

$L_k = 0,2$ м – прийнята середня довжина качана.

Тоді пропускна здатність пари вальців буде

$$Q_1 = \frac{0,25 \cdot 0,6}{0,2} = 0,75 \text{ кг/с}$$

Визначимо розрахункову кількість пар вальців, які необхідно встановити на батареї очисних пристроїв з одного боку комбайну:

$$i_1 = \frac{Q_c}{Q_1}$$

При знайдених вище параметрах:

$$i_1 = \frac{6,5}{0,75} = 8$$

Значить загальна кількість пар вальців на машині становитиме $i = 16$

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		45

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на організм персоналу, обслуговуючого комбайн КСКУ-6

Небезпечні та некорисні фактори механізму КСКУ-6.

Рухомі механізми: качановідокремлюючий апарат, транспортери, очисний пристрій.

Обертові механізми: елементи очисного пристрою, транспортерів, двигуна, ходової частини.

Підвищений рівень шуму: спричинений роботою двигуна, транспортерів та інших механізмів.

Підвищений рівень вібрації: викликаний роботою двигуна та інших частин комбайна.

Забруднене повітря: високе запилення в зоні роботи механізатора.

Шкідливі речовини: паливно-мастильні матеріали, такі як масло М-10Г2К та інші.

Пожежна безпека: виникає через підтікання паливно-мастильних матеріалів на вузли та деталі, перегрівання від тертя, коротке замикання електропроводки чи роботу двигуна.

Електронебезпека: обумовлена роботою під лініями електропередач або накопиченням статичної електрики.

Висота робочого місця: оператор працює на значній висоті.

Гострі краї: наявність небезпечних елементів конструкції з гострими краями.

Варіативність мікроклімату: значні коливання параметрів через зміну кліматичних умов.

Нагріті поверхні: наприклад, двигун і система водяного охолодження.

Недостатнє освітлення: праця у польових умовах при низькому природному світлі.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Заходи для забезпечення безпечних умов роботи на кукурудозбиральному комбайні КСКУ-6

Аналіз небезпечних і некорисних факторів, пов'язаних із експлуатацією машини, вказує на ризики таких інцидентів:

- опіки при ремонті системи охолодження двигуна;
- загроза появи пожежі;
- ураження електрострумом при діях під лініями електропередач;
- перевертання комбайна під час праць на крутих схилах;
- травмування рук об гострі елементи конструкції чи огородження.

Для запобігання вказаним небезпекам та мінімізації ризиків було реалізовано такі заходи.

1. Огородження небезпечних зон:

Усі потенційно небезпечні ділянки обладнані огородженнями відповідно до стандарту ГОСТ 12.2.042-86. Огородження мають зручні механізми для фіксації в закритому та відкритому положеннях. Бокові й задні захисні елементи кріпляться пружинними заклепками для забезпечення надійності.

2. Захист від статичної електрики:

Машина оснащена заземлювальним ланцюгом, що знижує ризик накопичення статичного заряду.

3. Кабіна оператора:

Герметична конструкція з міцного сталевого каркаса, засклена спеціальним ударостійким склом.

Забезпечує комфорт і безпеку роботи за будь-яких кліматичних умов.

Зручне розташування рукояток управління дозволяє комбайнеру запускати і керувати машиною, не залишаючи кабіну.

Ці заходи спрямовані на зменшення травматизму і створення комфортного середовища для роботи оператора.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Особливості безпеки та пожежної профілактики на кукурудозбиральному комбайні КСКУ-6

Для запобігання аварійним ситуаціям і забезпечення безпеки експлуатації передбачено такі рішення.

Система аварійного гальмування: комбайн обладнаний бортовими гальмами, які застосовуються виключно в екстрених випадках.

Регулювання рульової колонки: кермо має механізм для зміни кута нахилу, що дозволяє налаштувати його під потреби оператора.

Пам'ять положення керма: спеціальний пристрій забезпечує швидке відкидання рульової колонки вперед під час виходу з кабіни і повернення до попереднього зручного положення.

Сидіння оператора: оснащене амортизуючою системою, яка регулюється залежно від ваги користувача в межах 60–120 кг.

Гідравліка: забезпечує плавну, безшумну роботу всіх механізмів і полегшує управління робочими органами.

Захист від випадкового запуску двигуна: встановлено блокувальний пристрій, який запобігає пуску дизеля при ввімкненій передачі, вимикаючи живлення пускового двигуна.

Освітлювальні прилади: на комбайні встановлені фари для дороги, поворотні ліхтарі, робочі прожектори, освітлення кабіни, габаритні вогні, стоп-сигнал і підсвітка номерного знаку.

Заходи пожежної профілактики

Для уникнення загорянь необхідно дотримуватися таких правил.

1. **Перевірка вогнегасника:** перед початком роботи переконатися у справності пристрою, а також наявності санітарної лопати.

2. **Контроль технічного стану:**

- Уникати витікання палива або мастила із систем живлення та гідравліки.
- Запобігати потраплянню масла на елементи конструкції, вузли та агрегати.

- Проводити своєчасне змазування підшипників відповідно до регламенту.
- Стежити за тим, щоб підшипники не перегрівалися.

3. **Очищення вузлів:** щодня перед початком роботи видаляти залишки рослинності з двигуна та інших деталей.

4. **Безпека заправки:** заправляти паливо тільки на безпечній відстані від ліній електропередач. Перед заправкою перевірити заземлювальний ланцюг, який має постійно торкатися землі.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		49

5. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВДОСКОНАЛЕНЬ

В результаті удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно нами внесені відповідні зміни до технологічної карти. Зокрема, на операції збирання нами запропоновано використати комбайн КСКУ-6 замість приставки ППК-4, яка агрегувалася з комбайном СК-5 «Нива».

Проведені у технологічній частині розрахунки дозволили оцінити переваги модернізованої технології у порівнянні з базовою.

Використання запропонованого агрегату дозволяє:

- підвищити продуктивність: $W_t = 2,9$ га/год у порівнянні з базовим агрегатом $W_t^{\phi} = 1,5$ га/год;
- зменшити питомі витрати палива $q_{za} = 9$ кг/га у порівнянні з базовим агрегатом $q_{za}^{\phi} = 16,4$ кг/га;
- отримати загальну економію дизельного палива при збиранні кукурудзи з поля площею 76 га – понад 580 кг.

З урахуванням зазначеного, можемо вважати внесені зміни доцільними.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		50

6. ВИСНОВКИ

При виконанні випускної кваліфікаційної праці, ми удосконалили елементи технології вирощування кукурудзи на насіння.

У технологічній частині магістерської праці змінено технологію та проведено розрахунок кукурудзозбирального комбайна КСКУ-6, котрим ми запропонували замінити базовий механізм у складі комбайну СК-5 «Нива» із приставкою ППК-4.

Нами здійснено обґрунтування основних технологічних і експлуатаційних показників роботи модернізованого агрегату і, на основі проведених розрахунків сформовано операційно-технологічну карту на збирання кукурудзи у качанах.

У науковій частині роботи здійснено огляд і класифікацію кукурудзозбиральних комбайнів та аналіз конструкцій качаноочисних пристроїв, на основі чого розроблено нову конструкцію притискного пристрою, оснащеного лопатевими дротяними розсічниками обгортки.

Проведено теоретичне обґрунтування параметрів основних робочих кукурудзозбирального комбайну КСКУ-6.

У графічній частині нашої магістерської роботи наведені операційно-технологічна карта на збиральну операцію з розрахованими показниками, огляд і аналіз відомих кукурудзозбиральних машин та конструкцій качаноочисних пристроїв. Розроблений загальний вигляд удосконаленого кукурудзозбирального комбайну КСКУ-6 і складальне креслення удосконаленого валу ротаційно-лопатєвого притискного пристрою із запропонованим розсічником обгортки. На деталюванні презентовані креслення деталей, розроблених в процесі здійснення модернізації.

В розділі «Охорона праці» проведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів на організм обслуговуючого персоналу та запропоновані заходи щодо їх уникнення.

Крім того, нами обґрунтовано ефективність модернізації, яка полягає у суттєвому збільшенні продуктивності і зменшенні витрат палива.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Список використаної літератури

1. Електронний ресурс: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9031-okremi-modeli-mashyn-dlia-zbyrannia-kukurudzy-v-kachanakh.html>
2. Електронний ресурс: <https://hydromarket.com.ua/ua/p1440238711-kukuruzouborochnyj-kombajn-bourgoin.html>
3. Електронний ресурс: <https://hydromarket.com.ua/ua/p1440083305-kukuruzouborochnyj-kombajn-oxbo.html>
4. Електронний ресурс: <http://www.agrotechnika-ukr.com.ua/infotorg.php?categoria=%CC%E0%F8%E8%ED%E8 %E4%EB%FF %E7%E1%E8%F0 %E7%E5%F0%ED %EA%F3%EB%FC%F2&marka=%CA%D3 %CA%D3%D0%D3%C4%C7%CE%C7%C1%C8%D0%C0%CB%DC%CD%C0 %20%CC%C0%D8%C8%CD%C0&model=%CA%CC%D1-8-15&pidgrupa=%CF%F0%E8%F1%F2%F0%EE%BF%20%E4%EE%20%E7%E5%F0%ED%EE%E7%E1%E8%F0%E0%EB%FC%ED%E8%F5%20%EA%EE%EC %E1%E0%E9%ED%B3%E2&grupa=%C7%E5%F0%ED%EE%E7%E1%E8%F0 %E0%EB%FC%ED%B3%20%EA%EE%EC%E1%E0%E9%ED%E8&second=1>
5. Бендера І. М. Проектування сільськогосподарських машин : навч.-метод. посіб. для викон. курс. проектів з розробки с.-г. техніки при підготов. фахівців напряму "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / І. М. Бендера, А. В. Рудь, Я. В. Козій, Д. Г. Войтюк, П. В. Сисолін; Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т, Борщів. аграр. коледж. - Кам'янець-Поділ. : Сисин О.В. : Абетка, 2011. - 639 с.
6. Сисолін П. В., Сало В. М., Рибак Т. І. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування : Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва». Кн. 2. Машини для рільництва. – К. : Урожай, 2002. - 364 с.
7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Проектування машин для збирання технічних культур» для студентів спеціальності 8.090215 – «Машини та обладнання сільськогосподарського

виробництва» / Укл. О.М. Васильковський, М.І. Васильковський, В.В. Амосов, С.М. Мороз. – Кіровоград: КНТУ, 2005, 85 с.

8. Дерев'янюк Р.С. Удосконалення технології вирощування кукурудзи з обґрунтуванням параметрів качаноочисного апарата комбайна КСКУ-6. Магістерська кваліфікаційна робота. Кропивницький. 2024. 49 с.

9. Дерев'янюк Р., Попова С., Васильковський О. Удосконалення качаноочисного пристрою кукурудзозбирального комбайну. *Матеріали II Міжнародної студентської інтернет-конференції «Техніка і технології у аграрному виробництві»*. Кропивницький. 2020. С. 22-24.

10. Малогабаритні сільськогосподарські машини. Конструкція, теорія і розрахунок. За ред. Акад. НААН В.М. Булгакова. К.: Аграр. наука. 2017. 292 с.

11. Сисолін П.В., Сисоліна І.П. Сучасна методологія створення сільськогосподарської техніки. Монографія. Кіровоград. 2014. 120 с.

12. Свіренєв М.О., Смірнов В.П., Осипов І.М. та ін. Процеси, машини та обладнання АПВ. Навчальний посібник. Кропивницький. 2018. 296 с.

4. 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. — 464 с.

12. Будак М.А. Підвищення ефективності роботи кукурудзозбирального агрегату [Електронний ресурс] / М.А. Будак, О.М. Васильковський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції», Кіровоград: КНТУ, 2018. С. 41-42. http://www.kntu.kr.ua/doc/perspekt_18.pdf

13. Шавкун В.О. Визначення параметрів ведених зірочок подавальних ланцюгів кукурудзозбирального комбайну [Електронний ресурс] / В.О. Шавкун, І.О. Савченко, О.М. Васильковський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання

сільськогосподарської продукції», Кіровоград: КНТУ, 2019. С. 32-33.

Режим доступу: http://www.kntu.kr.ua/doc/perspekt_19.pdf

14. Згуровський В., Мороз С., Васильковський О. Підвищення ефективності роботи кукурудзозбирального комбайна. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції»*. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С. 69-72.

15. Целинских В.П. Охорона праці в рослинництві. К.: - Урожай, 1998.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		54

ДОДАТКИ

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		A1			MP 00.000 B0	Комбайн КСКУ-6	1	
						Складальні одиниці		
Справ. №				1	MP 00.000.010	Рама	1	
				2	KMP 00.000.020	Мотоний відсік	1	
				3	MP 00.000.030	Кабіна	1	
				4	MP 00.000.040	Колесо	2	
				5	MP 00.000.050	Колесо	2	
				6	MP 00.000.060	Русло	6	
				7	MP 00.000.070	Різальний апарат	2	
				8	MP 00.000.080	Транспортер	1	
				9	MP 00.000.090	Транспортер січки	1	
				10	MP 00.000.100	Транспортер	1	
				11	MP 00.000.110	Кронштейн	1	
				12	MP 00.000.120	Транспортер качанів	1	
				13	MP 00.000.130	Похила камера	1	
				14	MP 00.000.140	Кожух	1	
				15	MP 00.000.150	Кронштейн	1	
				16	MP 00.000.160	Кожух	1	
				17	MP 00.000.170	Трап	1	
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
					MP 00.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Островерхий						
Пров.		Васильковський						
Н.контр.		Мачок						
Утв.		Васильковський						
					Комбайн КСКУ-6			
					Лит.	Лист	Листов	
							1	
					ЦНТУ			
					гр. АІ-23М-1			

[illegible]

[illegible]

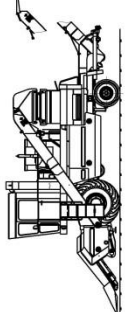
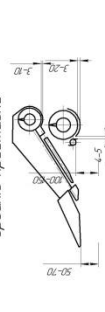
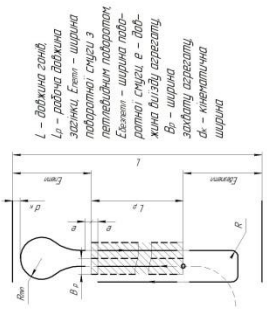
Механізація вирощування кукурудзи на зерно з удосконаленням качаноочисного пристрою комбайна

Виконав:

студент групи АІ-23М-1

Роман ОСТРОВЕРХИЙ

Операційно-технологічна карта

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля – 76 га, довжина гонів – 1000 м; величина підйому – 3°.	Схема поля
Агротехнічні вимоги	Висота ерзу степей 10-15 см. Піднята збирання качанів не менше 98,5%, ступінь очищення качанів від обгорток не менше 99%. Висипання зерна з качанів не більше 2%. Пашодаження зерна в качанках не більше 1%. Зламаних качанів не більше 2%.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Самонадвіжний зернозбиральний комбайн КСКУ-6 робоча ширина захвату – 4,2 м;	Склад агрегату  Схема регулювання робочих органів приставки 
Підготовка поля	Підготовка агрегату: 1. Провести щорічний технічний огляд комбайну 2. Відрегулювати зазор між відбійними пластинами 3. Перевернути гострої лез різального апарату та підвідбійача 4. Відрегулювати машину на задану висоту ерзу 5. Перевернути стан очисників качанів Перед початком обробки оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина подорожної стуги Е=16,4 м Оптимальна ширина загінки 96,6 м.	Схема руки одного циклу  L – довжина гонів; L_p – робоча довжина загінки. Е=16,4 м – ширина подорожної стуги з потовченим піддором; $E_{комб}$ – ширина подорожної стуги, в – довжина вигину апарату; B_p – ширина захвату апарату; $а_k$ – кінетична ширина
Спосіб руху Швидкість руху	Спосіб руху – загінковий двисклад Робоча передача – III; робоча швидкість – $V_p = 7 \text{ км/год}$	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 17,6 хв 2. Технічна продуктивність за цикл – 1088 га 3. Змінна продуктивність агрегату – 19,11 га 4. Кількість циклів за зміну – 18 5. Витрати дизельного палива за зміну – 176 кг 6. Витрати палива на весь обсяг робіт – 684 кг.	
Контроль за якістю	1. Висоту ерзу степей 10-15 см заміряють по діагоналі загінки. 2. Піднято збирання качанів визначають шляхом збажуровання згорілих качанів на полі на контрольних ділянках і взяття відношення до зібраної маси. 3. Кількісну оцінку висипання зерна з качанів та кількісність подіблених качанів визначають шляхом обробки середніх проб вороху на решітних класификаторах з отворами відповідних розмірів з 4. Пашодаження зерна визначають хімічним	

ОГЛЯД КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

ПРИЧИН

САМОХІДНІ, БАГАТОРЯДНІ

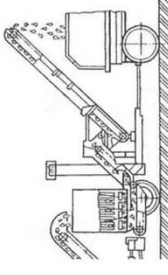
ОДНОРОДНО



ЗБИРАННЯ КАЧАНІВ



ЗБИРАННЯ З ОБМОЛОТОМ



СПЕЦИАЛИЗОВАНИ

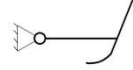


УНИВЕРСАЛЬНИ

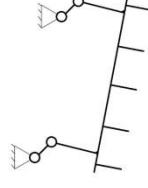


ПРИТИСКНІ ПРИСТРОЇ КОМБАЙНІВ

Пасивні



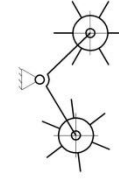
Кривошипно-планчатый.



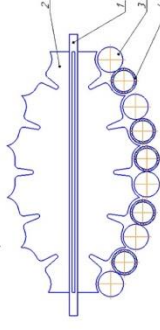
Транспортні

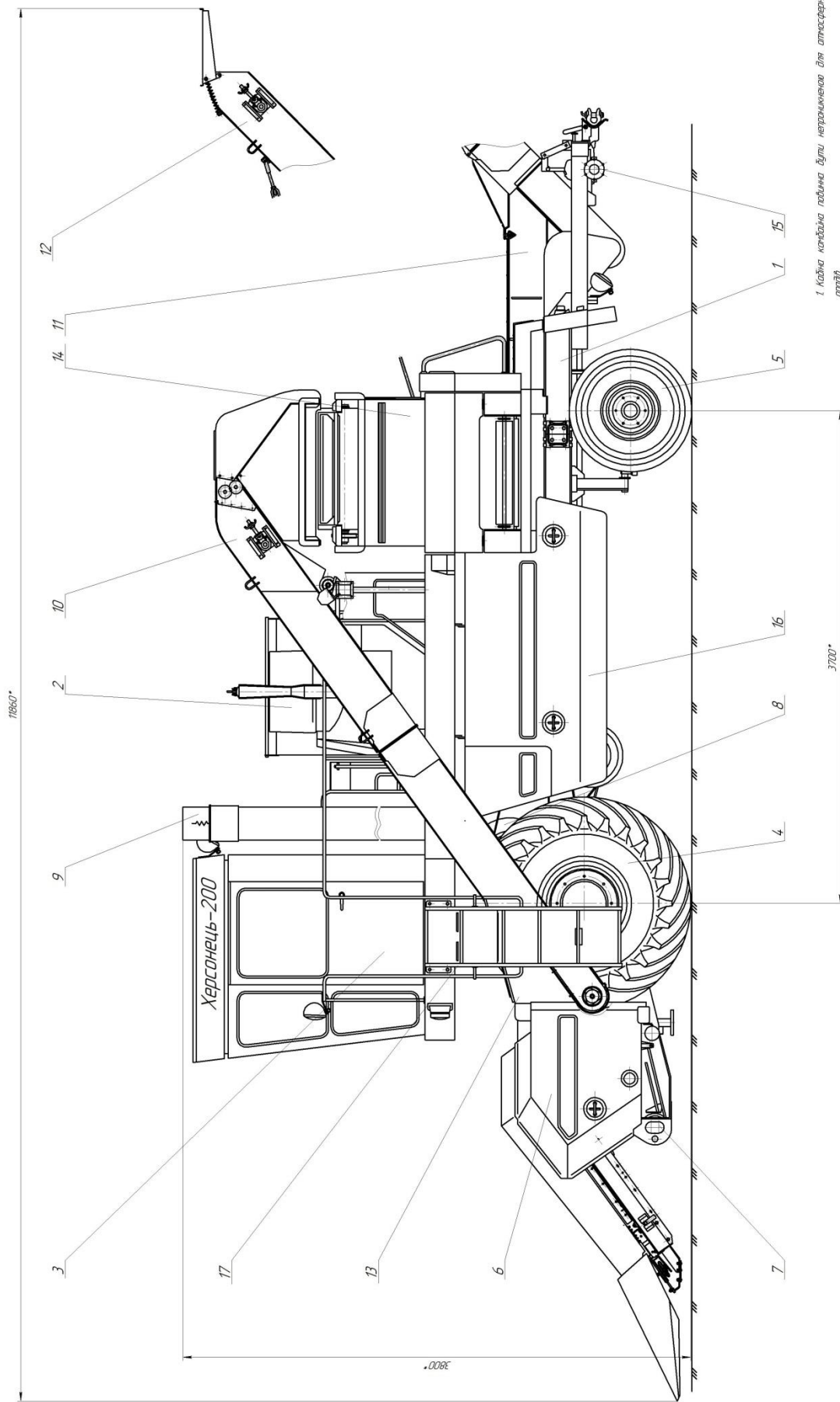


Роторно-лопатеві



Роторно-лопатевий пристрій
С. Делеб'янка





1. Кабина комбайна повинна бути непроникною для атмосферних

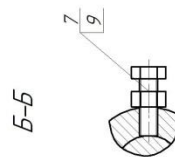
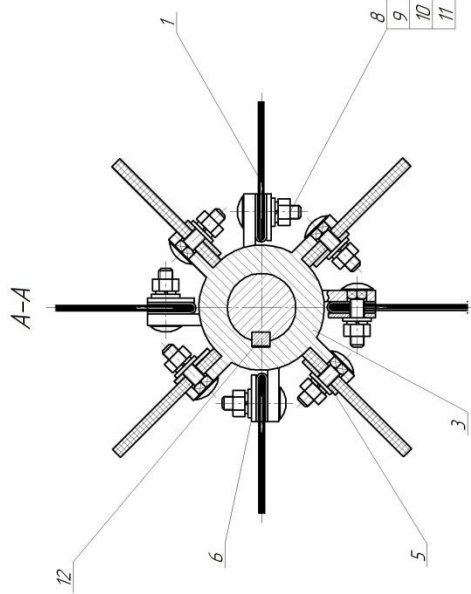
2. Буксировання комбайна з прикритою передньою не допускається

3. Фіксатори повинні відповідати з прорізами огорож

4. Взаємне зміщення двох точок ланцюгових передатків каналоу шкідливих передатків з мікцентрованих відстанню до 1000 мм - 2 мм. Зміщення передатків з мікцентрованих відстанню більше 1000 мм на кожні 100 мм відстані збільшується на 0,2 мм.

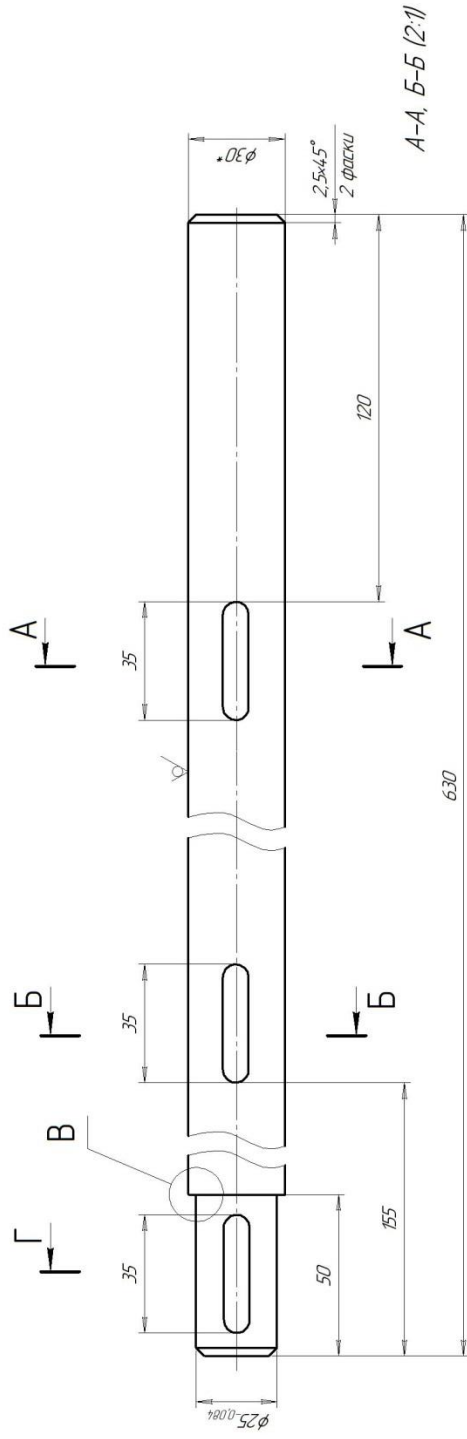
5. • Розміри для довідок.

[illegible]

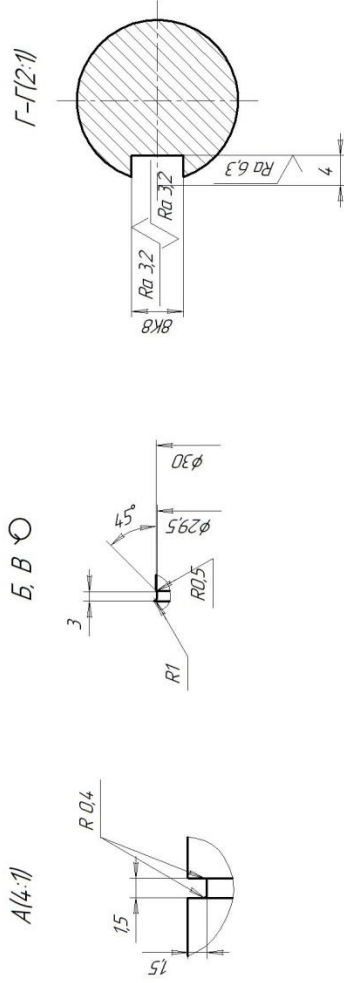
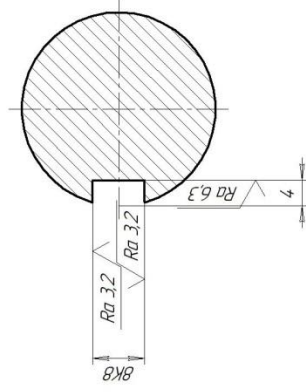


1. Невказано зразкини відхилення розмірів по 16-му класу якості почасті
2. Фабрикування деталей (поз. 4) і складальних одиниць поз. (1) не допускається
3. *Розміри для довідок

[illegible]



A-A, 5-5 (2:1)



1. Невказані граничні відхилення розмірів: діаметрів Н14, Н14, інших $\pm IT_{16}/2$
2. Невказані радіуси 0,5 мм
3. * Розмір для довідок.

[illegible]

