

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**«Удосконалення механізації збирання кукурудзи на зерно з
модернізацією жатки КМС-8»**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-3-22 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Шобей Артем Іванович

Керівник: _____ Кобець Олександр Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро – 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« » 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Шобей Артему Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення механізації збирання кукурудзи на зерно з модернізацією жатки КМС-8

керівник роботи Кобець Олександр Миколайович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« 5 » травня 2026 року № 912.

2. Строк подання студентом роботи 8.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту Огляд стану питання та існуючих засобів механізації збирання кукурудзи на зерно. Патентний пошук, аналіз літературних джерел та останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз стану механізації збирання кукурудзи на зерно. 2. Аналіз сучасних технічних засобів збирання кукурудзи на зерно. 3. Обґрунтування конструктивного удосконалення кукурудзозбиральної жатки. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка вдосконаленої жатки КМС-8. Висновки та пропозиції. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Патентний огляд. 2. Функціональна схема агрегату для збирання кукурудзи на зерно. 3. Складальне креслення качановідокремлюючого пристрою. 4. Деталювання. 5. Економічні показники.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
нормоконтроль	Лепеть Є.І., асистент		

7. Дата видачі завдання: 5.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	5.05-10.05.26 р.	
2	Технологічний	11.05-16.05.26 р.	
3	Конструктивний	17.05-21.05.26 р.	
4	Охорона праці	22.05-25.05.26 р.	
5	Економічний	26.05-30.05.26 р.	
6	Графічна частина	1.06-8.06.26 р.	

Студент

(підпис)

Шобей А.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кобець О.М.

(прізвище та ініціали)

№ з/п	Формат	Позн.		Наймен.	Кіл-ть арк.	№ арк.	Прим.
1				Текстові документи			
2							
3	A4	52ДП.119.000.000 ПЗ		Пояснювальна записка	72		
4							
5				Графічні матеріали			
6							
7	A1	52ДП.119.000.000.T		Тема дипломного проекту	1	1	
8	A1	52ДП.119.000.000.TX		Технологічна схема комбайна з приставкою КМС-8	1	2	
9	A1	52ДП.119.003.000.СК		Кукурудзозбиральна приставка КМС-8 з варіаторним приводом робочих органів	1	3	
10	A1	52ДП.119.108.000.СК		Варіатор привода. Складальне креслення.	1	4	
11	A3	52ДП.119.108.017		Диск нерухомий веденого блока	1	5	
12	A3	52ДП.119.108.021		Корпус	1	5	
13	A4	52ДП.119.108.022		Втулка	1	5	
14	A3	52ДП.119.108.023		Вал	1	5	
15	A4	52ДП.119.108.024		Втулка упорна	1	5	
16	A1	52ДП.119.000.000.E		Техніко-економічні показники	1	6	
17	A1	52ДП.119.000.000.B		Загальні висновки	1	7	
				52ДП.119.000.000.ПЗ			
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.				
Розроб.		Шобей А.І.		Відомість дипломного проекту	Літ.	Лист	Листів
Перев.		Кобець О.М.			у	1	
Т.контр.					ДДАЕУ		
Н.контр.		Лепеть Є.І.					
Зат.		Теслюк Г.В.					

АНОТАЦІЯ

Шобей А.І. Удосконалення механізації збирання кукурудзи на зерно з модернізацією жатки КМС-8 / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Дипломний проєкт присвячено удосконаленню механізації процесу збирання кукурудзи на зерно шляхом модернізації кукурудзозбиральної жатки КМС-8. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності збирання врожаю, зниження втрат зерна та зменшення енергетичних витрат при виконанні технологічних операцій.

У роботі проведено аналіз існуючих технологій і технічних засобів збирання кукурудзи, розглянуто агротехнічні вимоги до процесу збирання, а також фізико-механічні властивості культури, що впливають на роботу збиральних машин.

Особливу увагу приділено аналізу конструкцій сучасних жаток і комбайнів, а також патентному огляду, що дозволило визначити напрям удосконалення базової машини. У проєкті запропоновано модернізацію приводу жатки КМС-8, спрямовану на оптимізацію режимів роботи її робочих органів, підвищення продуктивності та надійності експлуатації.

Виконано необхідні інженерні розрахунки параметрів удосконаленого приводу, розроблено конструктивні рішення та визначено технічні вимоги до виготовлення і складання вузлів.

У розділі охорони праці розглянуто вимоги безпеки під час виконання технологічних процесів, а також вплив виробництва на навколишнє середовище. Проведено техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень, яке підтвердило їх доцільність та ефективність.

Результати проєкту дозволяють зменшити втрати зерна, знизити енергоспоживання та підвищити загальну ефективність збирання кукурудзи на зерно в умовах сучасного агровиробництва.

Ключові слова: кукурудза, збирання на зерно, жатка КМС-8, модернізація, привід, механізація, ефективність.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	4
ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО .	8
1.1 Аналіз існуючих способів та технологій збирання кукурудзи на зерно .	8
1.2 Агротехнічні вимоги до збирання кукурудзи на зерно	13
1.3 Фізичні, біологічні та механічні властивості кукурудзи на зерно	15
1.4 Висновки	21
2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖАТОК ТА КОМБАЙНІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА ПАТЕНТНИЙ АНАЛІЗ	23
2.1 Жатки для збирання кукурудзи	23
2.2 Аналіз патентних джерел	30
2.3 Висновки	38
3. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНОЇ ЖАТКИ.....	39
3.1 Аналіз базової конструкції та вибір напрямку удосконалення.	39
3.2 Сутність запропонованого конструктивного удосконалення.	41
3.3 Будова та принцип роботи удосконаленого приводу.....	42
3.4 Розрахунок параметрів варіаторного приводу.....	44
3.5 Технічні вимоги до виготовлення та складання варіаторного вузла. .	51
3.6 Висновки	52
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .	54
4.1 Вимоги до виконання виробничих процесів	54
4.2 Вимоги безпеки під час збирання врожаю зернових культур	54
4.3 Вплив технологічного процесу на навколишнє середовище	56
4.4 Висновки	56
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	57
5.1 Обґрунтування техніко-економічних характеристик спроектованої машини.....	57
5.2 Розрахунки техніко-економічних показників	58
5.3 Висновки	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВОКИ	66
ЛІТЕРАТУРА	68
ДОДАТКИ	70

ВСТУП

Кукурудза посідає одну з ключових позицій серед зернових культур України, виступаючи невід'ємною складовою сировинної бази для багатьох галузей, зокрема харчової, кормової та переробної промисловості. З огляду на постійно зростаючий попит на високоякісне зерно, особливо у контексті сучасних тенденцій аграрного ринку, дедалі більше постає питання вдосконалення технологій та підвищення ефективності збору врожаю.

Реалізація цих завдань можлива переважно через модернізацію існуючих технічних засобів, які застосовуються в агропромисловому комплексі. Сьогодні одним із найпоширеніших інструментів для здійснення збору кукурудзи є жатка КМС-8, яка широко використовується для ефективного збирання зерна цієї культури. Однак, не дивлячись на її популярність у сільськогосподарській практиці, конструкція серійного зразка має низку технологічних недоліків, що суттєво впливають на її продуктивність, надійність і загальну якість роботи. Зокрема, основними проблемами є втрати частини врожаю через нераціональне направлення стебел до подрібнювального апарата, а також надмірне енергоспоживання, яке спричинене певними конструктивними особливостями механізму машини.

Належне вирішення цих проблем пов'язане з ретельним аналізом існуючих збиральних машин саме для кукурудзи та подальшим удосконаленням ключових агрегатів, зокрема приводної системи жатки КМС-8.

Модернізація має на меті забезпечення оптимізації режимів роботи окремих функціональних компонентів машини, враховуючи специфічні умови процесу збору урожаю. Такий системний підхід до покращення конструкції дасть змогу не лише суттєво скоротити втрати зерна під час виконання технологічних операцій, а й значно зменшити енергозатрати при роботі машини. У фінальному результаті це забезпечить стабільну та ефективну експлуатацію жатки в умовах сучасного інтенсивного агропромисловництва, підвищуючи загальний рівень економічної ефективності та сприяючи раціональному використанню ресурсів у галузі сільського господарства.

1. АНАЛІЗ СТАНУ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

1.1 Аналіз існуючих способів та технологій збирання кукурудзи на зерно

Кукурудза належить до пізньостиглих культур, а її збирання, яке припадає на осінь, часто супроводжується підвищеною ймовірністю опадів. На зерно кукурудзу збирають на початку воскової стиглості, коли вміст сухої маси у зерні досягає приблизно 60%. Для цього використовують такі агрегати: кукурудзозбиральні комбайни, зернозбиральні комбайни з додатковими пристроями для обробки кукурудзи, очисники для видалення обгорток із качанів, молотарки для обмолочування та навантажувачі. Залежно від оснащення, кукурудзозбиральні комбайни поділяються на моделі, що збирають качани без очищення від обгорток, моделі з функцією очищення, а також такі, що здійснюють одночасне обмолочування. Качани, які потребують додаткового очищення від обгорток, обробляють пересувними причіпними чи напівначіпними очисниками з роторними або конвеєрними підбирачами. Крім того, застосовуються стаціонарні очисники та молотарки. Збирання кукурудзи на зерно здійснюється після досягнення повної стиглості як у вигляді качанів, так і з одночасним їх обмолотом.

Збирання кукурудзи в качанах

Збір кукурудзи здійснюється за допомогою кукурудзозбиральних комбайнів і включає такі основні етапи: зрізання стебел, відривання качанів, очищення качанів від обгорток (або без цього етапу), а також подрібнення та транспортування листостеблової маси. У випадках, коли качани залишаються неочищеними від обгорток, їх подальше очищення та обмолот виконуються на стаціонарному обладнанні. Роботи зі збором кукурудзи в качанах починають за вологості зерна близько 40%. Після збору кукурудзу необхідно швидко підсушити, оскільки у вологій масі відбуваються суттєві фізіологічні

зміни. Зокрема, посилюється дихальна активність, що спричиняє втрати сухої речовини й призводить до зменшення маси 1000 зернин на 8–12%. Крім цього, вологе зерно швидко уражається хворобами та втрачає якість. Застосування технології збору кукурудзи у вигляді качанів дає змогу розпочати роботи раніше, однак є більш затратним порівняно з прямим комбайнуванням. Загальні витрати зростають у 1,8–2 рази, а використання пального на сушіння підвищується на 20–25%, оскільки обмолочене зерно висушується швидше за качани. Для такого виду збирання використовують причіпні, навісні, встановлені на базові трактори або самохідні машини.

Причіпні качанозбиральні машини виготовляються такими виробниками, як SIP (Словенія), Bourgoin (Франція), BERKO (Сербія) та іншими компаніями. Словенська компанія SIP випускає комбайни для збирання качанів моделей TORNADO 40EOL і TORNADO 40EOL-8V (однорядні), а також TORNADO 80 (дворядний). Конструкція цих машин включає несучу раму, ходову частину, жатку, подрібнювальну фрезу, пристрій для відокремлення оболонок качанів, транспортер і бункер. Компанія "Bourgoin" із Франції виготовляє комбайн моделі TB2, котрий має схожий принцип дії робочих елементів. Всі наявні в них машини укомплектовані жаткою, що працює в один чи два ряди й має ланцюги для спрямування, набором рифлених вальців та спеціальними відривними накладками. Висоту жатки можна регулювати гідравлічно залежно від рівня росту качанів. За жаткою розташована горизонтальна фреза, яка ефективно подрібнює рештки стебел та листя, а потім рівномірно розкидає їх по усій площі поля. Основною особливістю однорядних комбайнів є різна кількість очисних вальців: у моделі TORNADO 40EOL їх шість, тоді як у TORNADO 40EOL-8V — вісім. Це дозволяє зберігати високу якість луцення навіть за великих робочих швидкостей. Дворядний комбайн TORNADO 80 забезпечує подвійну продуктивність, що значно підвищує ефективність збирання врожаю.

Компанія BERKO з Сербії пропонує причіпні комбайни для збирання кукурудзи, що представлені двома варіаціями: однорядною моделлю BERKO-014 та дворядною BERKO-025. Ці збиральні машини вирізняються наявністю жатки, що має ланцюги для подачі, вали з пластинчастими різаками, роторний подрібнювач ножового типу, а також апарату, призначеного для видалення лушпиння з качанів. Особливістю однорядного комбайна є наявність системи очищення качанів, що включає набір поздовжніх вальців із двома гумовими пальчиковими валами, розташованими зверху. Подачу очищених качанів на поперечний гвинт здійснює лопатевий вал.

Дворядний комбайн BERKO-025 має прилад, призначений для зняття обгорток з качанів, який за своєю конструкцією аналогічний пристрою, що використовується в комбайнах TORNADO. Для збирання кукурудзи в качанах пропонуються такі самохідні качанозбиральні моделі, як Палессе MS4 (КП-4), Палессе MS6 (КП-6) (виробництва БАТ «Гомсельмаш», Білорусь), JLD410, GX 406, B410 (Bourgoin, Франція) та інші. Зазвичай конструкція самохідних качанозбиральних комбайнів складається з двох основних частин: жатки та шасі (самохідного модуля).

Жатка руслового типу здійснює відділення качанів від стебел, транспортує їх до шнекового механізму, зрізує стебла та спрямовує їх до подрібнювального апарату. Її конструкція включає апарати для відділення качанів і різання, а також транспортні механізми для переміщення як качанів, так і стебел. Пристрій очищення качанів, призначений для обмолоту качанів та відділення лушпиння, має у своєму складі механізм для відокремлення вільного зерна від цього лушпиння й подачі його далі до накопичувального бункера. Щоб досягти кращого видалення дрібних сторонніх часток з качанів, низка моделей комбайнів доповнюється пневматичними пристроями для сепарації. На самих комбайнах встановлюються перекидні бункери, які мають гідравлічну та важільну системи для піднімання і повертання. Ці

апарати розроблені, аби збирати качани кукурудзи тоді, коли зерно вже повністю дозріло і вологість його становить не більше 25%.

Збирання кукурудзи з обмолотом качанів

Збирання кукурудзи на зерно здійснюється за допомогою кукурудзозбиральних або спеціально переобладнаних зернозбиральних комбайнів, оснащених спеціальними жатками-приставками. Процес включає подібні технологічні операції, описані раніше. Неочищені качани обмолочуються, а отримане зерно завантажується в бункер. Кукурудзу зазвичай збирають у стадії молочно-воскової або воскової стиглості, при цьому здійснюється відокремлення качанів без попереднього очищення від обгорток, а силосування качанів і подрібненої маси проводиться окремо. Збирання кукурудзи на зерно за один прохід технічних засобів поля проводиться за допомогою спеціалізованих комбайнів або переобладнаних зернозбиральних машин із встановленими кукурудзозбиральними жатками. Основним фактором у процесі механізованого комбайнового збирання є рівень травмування насіння, який залежить від його вологості. Максимально допустима вологість зерна під час збору становить 32%, а оптимальна, згідно з науковими дослідженнями, знаходиться на рівні 28%. У період збору цей показник не повинен перевищувати 30–32%, оскільки при інших параметрах вологості суттєво збільшується ризик пошкодження зерна.

Цей метод є більш економічно ефективним порівняно зі збиранням кукурудзи у качанах. Застосування такого підходу дозволяє зменшити трудові витрати в 1,8-2 рази та скоротити витрати палива на 20-25%. Насіннева кукурудза збирається виключно у качанах, і обов'язково проходить термічне сушіння в спеціальних сушарках. Збирання врожаю з нижчим рівнем вологості зменшує обсяги необхідного сушіння і дозволяє оптимізувати витрати палива — приблизно на 7-8,5 кг на кожну планову тонну за умови зниження вологості на 6%. Однак надмірна затримка зі збиранням курки може призвести до уповільнення процесу вологовіддачі зерна або навіть його повторного зволоження через опади. Потрапляння

товарної кукурудзи під заморозки також є небажаним фактором, адже це негативно впливає на якість зерна та його стійкість під час зберігання.

На світовому ринку сільськогосподарської техніки можна знайти причіпні комбайни для збирання кукурудзи, що бувають як однорядні, так і трирядні, зокрема моделі JM 360 та JM 390 компанії JUMIL, INTA (INTA Reconquista), COLOMBO-FZL, FZL-Múltipla і MASTER E від Industrias Reunidas Colombo Ltda. Основні компоненти таких комбайнів включають раму, одновісну ходову частину, руслову жатку, молотильно-сепарувальну систему, транспортувальні механізми, бункер і вивантажувальний шнек. Жатки обладнані ланцюговими подавальними контурами, відривними пластинами, вальцями та шнеком. Вальці пристрою для відділення качанів оснащені ріжучими пластинами, які сприяють протягуванню та подрібненню стебел. Молотильна система аксіально-роторного типу, що складається з ротора та підбарабання, забезпечує високу якість і плавність обмолоту кукурудзи навіть за різних рівнів вологості. Моделі комбайнів COLOMBO-FZL та MASTER E обладнані аксіально-роторною молотильною системою та повітряно-решітною системою сепарації зерна. Для транспортування зерна до бункера застосовуються ланцюгово-лопаткові або стрічково-лопаткові транспортери. Компанія Industrias Reunidas Colombo Ltda випускає також навісний кукурудзозбиральний комбайн RCM11, оснащений однорядною русловою жаткою та бункером місткістю 400 кг. Крім того, обмолот качанів кукурудзи здійснюється і зернозбиральними комбайнами, такими як СК-5А, «Нива», «Дон» із приставками ППК-4, КМД-6, а також технікою іноземних виробників, зокрема Claas Dominator і John Deere. Посіви зі звуженими міжряддями (45 см)[1] збирають спеціальними жатками, встановленими на зернозбиральних комбайнах. Для ефективного збирання врожаю кукурудзи у господарствах слід ретельно відстежувати процес досягнення зерна на кожному полі з урахуванням строків посіву та груп стиглості гібридів. Це дає змогу своєчасно підібрати відповідну техніку для збирання, спланувати

технологічні процеси збирання врожаю та забезпечити підготовку бази для післязбиральної обробки й зберігання зерна.

1.2 Агротехнічні вимоги до збирання кукурудзи на зерно

Кукурудзу зазвичай вирощують пунктирним способом із міжряддями шириною 70, 90 та 140 см, причому найпоширенішим є варіант з міжряддями 70 см. Густота посадки рослин на гектар залежить від умов і варіюється від 20 до 55 тис. Параметри рослин, такі як висота і діаметр стебла, висота прикріплення качанів, розміри самих качанів, вологість різних частин рослини, а також їх механічні властивості, змінюються залежно від сорту та кліматичних умов у період вегетації. Висота кукурудзи коливається від 1 до 4 метрів, а висота прикріплення качанів — від 0,4 до 2,0 метрів. Качани можуть мати довжину від 30 до 50 см та масу в межах 100–300 грамів. Діаметр стебла на висоті 15 см від поверхні ґрунту становить 15–40 мм. При збиранні врожаю вологість зерна зазвичай становить 20–30 %. Вага зерна складає від 75 до 80 % загальної маси качанів. Середня об'ємна вага качанів у обгортках становить 280–300 кг/м³, а без обгорток — 350–400 кг/м³.

Основні характеристики кукурудзи суттєво залежать від фаз її стиглості. Вони визначаються за станом зерна:

1) у молочній фазі стиглості, при натисканні на зерно виділяється молочна рідина.

2) Молочно-воскова фаза характеризується виділенням молочного соку разом із пластичною масою при роздавлюванні зерна.

3) у восковій фазі стиглості з зерна виділяється тільки пластична маса: вона не розривається між вальцями, але легко розмазується ножем.

4) у фазі повної стиглості зерно стає твердим, при ударі тріскається й утворює шматочки, які легко розтираються між вальцями.

Залежно від календарних строків росту рослин та вплив зовнішнього середовища, етапи дозрівання здатні змінюватися. Оптимальний період для

збору кукурудзи, аби уникнути зайвих витрат на доведення качанів до потрібного стану, настає тоді, коли вміст вологи у зерні не виходить за межі 20%. Зібране й вимолочене зерно краще зберігати за вологості не більше ніж 13–14 %.

Агротехнічні вимоги до якості технологічного процесу зернозбиральних комбайнів

Пропускна здатність молотарки визначає її спроможність як системи прийняти та обмолотити певний обсяг технологічної маси за одиницю часу (кг/с), забезпечивши вилучення 98,5 % зерна. Цей показник залежить від дотримання нормальних, стандартних і однотипних умов експлуатації, а також узгоджується з технічними характеристиками молотарки та ефективністю її роботи, що оцінюється рівнем втрат зерна (не більше 1,5 %).

Соломистість є показником, що визначає вагове співвідношення між урожаєм зерна та соломи певної сільськогосподарської культури на конкретному полі. При оцінці якості роботи комбайна цей параметр стандартизовано і встановлено на рівні 1:1,5.

Дроблення зерна - показник, що визначає якість зернового матеріалу в бункері. Він виражається як співвідношення маси зерен із помітними механічними макропошкодженнями (видимими неозброєним оком) до маси зерен без таких пошкоджень.

Засміченість - оціночний показник якості зерна – його чистоти. Цей показник визначається як відношення маси сміттєвих домішок та зерна, що має видимі механічні макропошкодження (наприклад, подрібнення), до загальної маси зерна, яке таких пошкоджень не має.

Технологічне призначення зернозбирального комбайна з адаптером для збору кукурудзи на зерно полягає у виконанні кількох ключових процесів. Адаптер, за допомогою напрямних русел, забезпечує спрямований рух стебел кукурудзи до русел. У самих руслах відбувається обривання качанів під час протягування стебел через початкові відділяючі вальці. Далі обірвані качани транспортуються до шнека адаптера, а звідти потрапляють у молотильний-

сепаруючий пристрій (МСС) молотарки. У МСС здійснюється виділення (сепарація) зерна з технологічної маси, очищення зерна, видалення незернових залишків урожаю та накопичення готового зерна в зерновому бункері комбайна.

Кукурудзозбиральні машини мають забезпечувати такі технічні показники: зріз стебел висотою до 4 м, висота зрізу в межах 100–150 мм, довжина подрібнення від 15 до 20 мм. Повнота збору качанів повинна становити не менше 98,5 %, з яких 95 % мають бути очищеними від обгорток. Допустимий рівень пошкодження зерен у качанах не повинен перевищувати 2,5 % від загальної маси, а вибивання зерен із качанів має бути обмежене до 3 % при наявності очисників і не більше 1 % без них. Кількість поламаних качанів не повинна перевищувати 2 %. Під час збирання кукурудзи з обмолотом качанів необхідно забезпечити ефективну роботу за вологості зерна в межах 25–32 %, урожайності до 200 ц/га в початках, вологості листостебельної маси до 60 %, співвідношення соломи до зерна 1:1,5 та густоти стебел до 65 тисяч рослин на гектар. При цьому слід дотримуватися таких параметрів: втрати вільного зерна за комбайном — до 1 %, втрати зерна за адаптером — не більше 0,5 %, втрати за молотаркою — не більше 1,5 %. Допустимий вміст зерна в силосній масі становить 0,8 %, недомолот — 1,2 %, дроблення зерна — до 2,5 %, а рівень засміченості зерна — до 4 %. Забруднення качанів і подрібнених стебел ґрунтом не допускається.

1.3 Фізичні, біологічні та механічні властивості кукурудзи на зерно

Основна умова існування і розвитку природи полягає в тому, що всі процеси, які в ній відбуваються, спрямовані на досягнення рівноваги. Таким чином, можна вважати, що будова стебла формується відповідно до його функцій, які забезпечують встановлення балансу з навколишнім середовищем. У процесі росту рослин зі збільшенням їх маси, інтенсивності

обміну речовин та змін морфологічних характеристик, таких як парусність листової поверхні, відбуваються зміни як у властивостях, так і в будові стебла. Наприклад, у соняшника розділені провідні пучки поступово зростаються у суцільне периферійне кільце, яке згодом збільшується в товщину. У кукурудзи ж відбувається інтенсивне дерев'яніння тканини стебла, яка перетворюється на міцну липку структуру. В таблиці 1.1 представлені фізико-механічні характеристики окремих елементів стебла кукурудзи та його зразка [2].

Таблиця 1.1 Фізико-механічні властивості елементів стебла (за даними С. І. Рустамова)

Вид деформації	Площа поперечного перерізу, мм ²	Граничне нормальне напруження σ , МПа	Модуль пружності Е, МПа
Стискання зразка серцевини стебла:			
• у поздовжньому напрямку	180 – 230	0,25 – 0,27	3 – 4
• у поперечному напрямку	140 – 230	0,08	0,15 – 0,17
Стискання у поздовжньому напрямку зразка:			
• цілого стебла	400 – 550	0,5 – 0,55	15 – 30
• механічного кільця	200 – 250	0,7	40 – 60

Кукурудза є однією з найцінніших кормових культур, оскільки за врожайністю зерна перевершує всі інші зернові. Її зерно використовується у різних сферах: продовольчій (близько 20%), технічній (15-20%) і фуражній (60-65%). Завдяки високому вмісту кормових одиниць, кукурудза випереджає такі культури, як овес, ячмінь і жито. Один кілограм її зерна містить 1,34

кормової одиниці та 78 г перетравного протеїну. Протеїн кукурудзи складається здебільшого з неповноцінних білків, таких як зеїн і глютелін, тому зерно рекомендовано комбінувати з кормами, багатими на високоякісний білок. У складі кукурудзи присутні 65-70% вуглеводів, 9-12% білка, 4-8% рослинної олії (у зародках її частка може досягати 40%) і лише близько 2% клітковини. Також зерно багате на вітаміни (А, В1, В2, В6, Е, С), незамінні амінокислоти, мінерали та мікроелементи. Однак вміст білка залишається низьким, що робить його недостатнім за деякими незамінними амінокислотами, зокрема лізином і триптофаном. Кукурудзяне зерно широко використовується в харчовій промисловості. З нього виготовляють більш ніж 150 видів харчових та технічних продуктів, таких як борошно, крупи, пластівці, крохмаль, сироп, глюкоза й спирт. Зі 100 кг кукурудзи можна виробити 37-40 літрів спирту, що на 3-5 літрів більше порівняно зі спиртом із зерна інших культур. Крім того, із зародків кукурудзи отримують цінну олію з лікувальними властивостями: вона допомагає знизити рівень холестерину в крові та зменшує ризик розвитку атеросклерозу. Стрижні качанів кукурудзи теж знаходять застосування: з них виробляють фурфурол, лігнін, ксилозу, а також отримують целюлозу і папір. З одного центнера зерна можна виготовити 56 кг крохмалю (або 60 кг фруктози чи 38 літрів спирту)[3], 22,4 кг корму з вмістом протеїну 21%, 5,2 кг глютенного борошна та 2,7 кг кукурудзяної олії.

Довжина стебел кукурудзи варіюється в межах від 0,5 до 1 м, а їхній діаметр становить від 1 до 5 см. Будову частин стебла кукурудзи показано на рисунку 1.1. Кількість вузлів на стеблі може відрізнятися. З міжвузлів формуються качани, серед яких у сучасних гібридів зазвичай лише один повністю розвивається. Під землею можуть утворюватися бічні або пазушні пагони, але їхній розвиток у сучасних гібридів переважно пригнічується за нормальних умов росту. Через одностебельність і відносно повільний початковий ріст ряди кукурудзяних посівів зникають тільки на фазі 5-6 листків, коли висота рослин сягає близько 60 см. У серцевині стебла,

де розташовані судинні пучки, до утворення зерен вміст цукру становить від 8 до 12%.

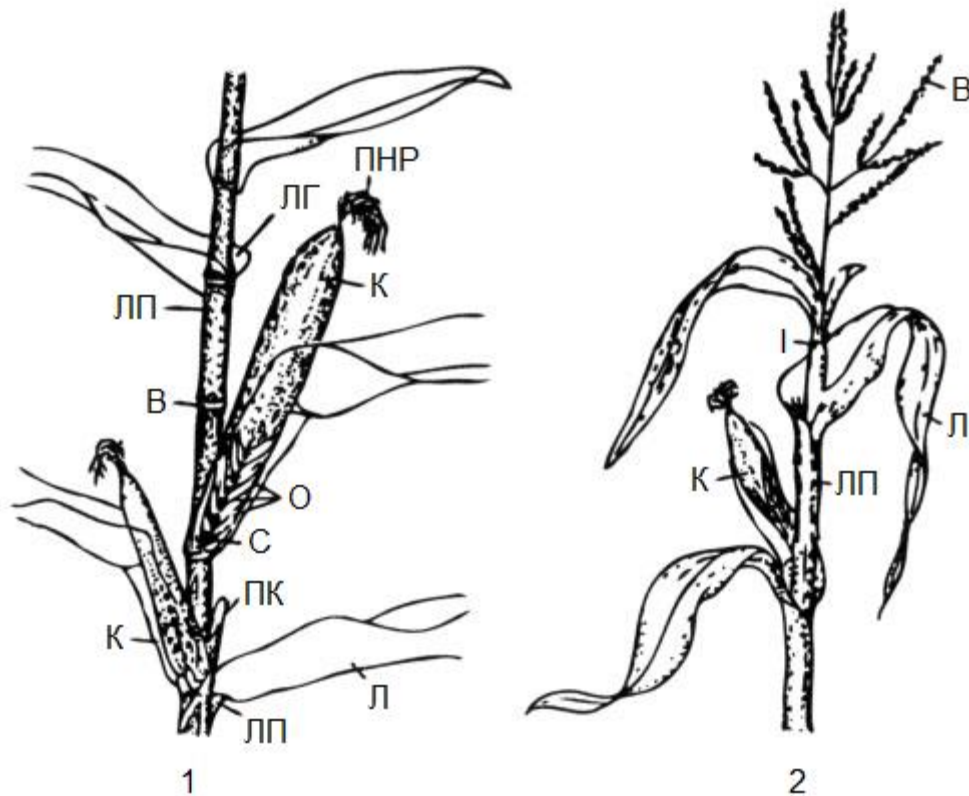


Рисунок 1.1 - Стебла кукурудзи та їх частини:

1 – відрізок стебла з качаном; 2 – відрізок стебла з качаном і волоттю;

Л – лист; ЛП – листові піхва; В – вузол; І – інтернодій (міжвузля);

В – волоть; К – качан; С – стрижні качана; О – обгортки качана;

ПК – паросток качана; ЛГ – лігула; ПНР – пензель ниток рильця

Кукурудза є однодомною рослиною, проте її квіти роздільностатеві, що призводить до перехресного запилення. Чоловічі суцвіття, які складаються з двоквіткових колосків, формуються на верхівці стебла у вигляді волоті. Жіночі суцвіття розташовані нижче й представлені качанами; кожен колосок містить дві квітки, одна з яких редукована. У волотях утворюється 4-10 млн зерен пилку (рис. 1.2). Від зав'язі кожної жіночої квітки відходить довга приймочка (40-50 см), яка здатна вловити пилок усією своєю поверхнею. Сукупність приймочок усіх квіток качана (300-1000 штук) формує пензель,

що виступає з обгортки під час цвітіння. Запилення відбувається переважно за допомогою вітру. Завдяки тому, що пилок зазвичай утворюється за 2-4 дні до появи пензлів приймочок, кукурудза зазвичай запилюється перехресно, що складає до 95% випадків [4].

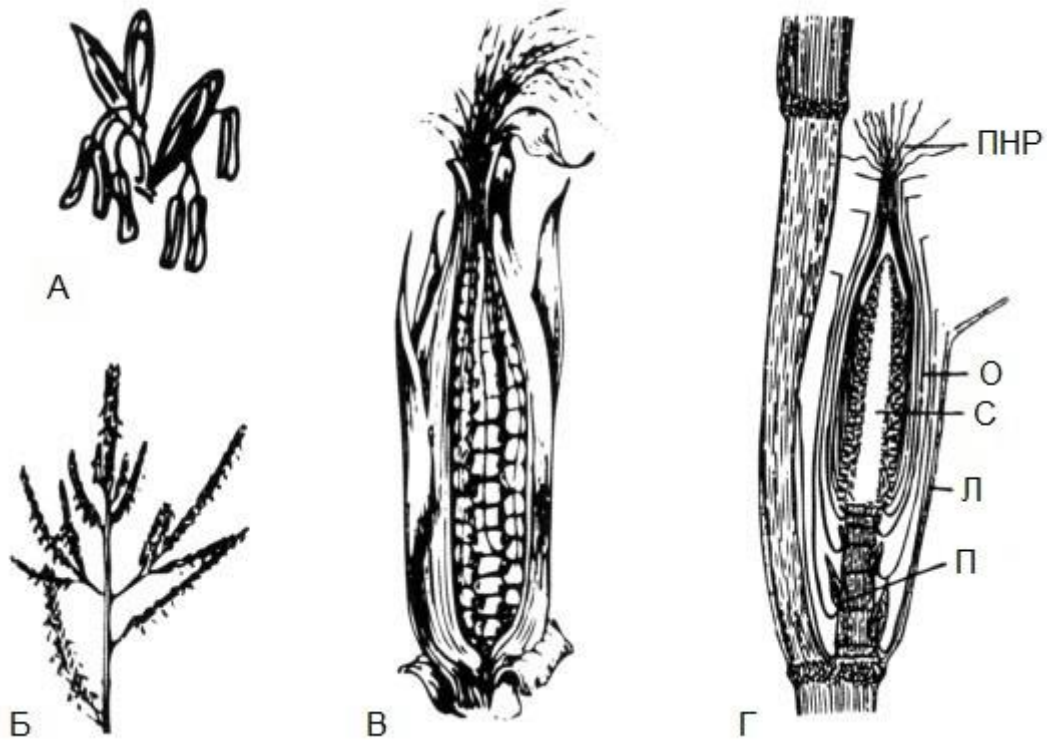


Рисунок 1.2 - Суцвіття кукурудзи: А – чоловіча квітка; Б – волоть;
В – зовнішній вигляд качана; Г – схема будови качана; ПНР – пензель ниток
рильця; О – обгортки качана; С – стрижень качана; Л – лист головного
пагона; П – пазушні бічні пагони з укороченими міжвузлями

Фізичні властивості

Основними фізичними характеристиками кукурудзи на зерно є:

- ❖ структура зерна: воно включає оболонку, ендосперм (борошнистий і кременистий) та зародок.
- ❖ форма і розмір: зернівки можуть бути зубоподібними, кременистими чи мати проміжні характеристики, що впливає на їхні технологічні властивості, наприклад, при виробництві круп.

- ❖ маса 1000 зерен: зазвичай становить 200–400 грамів, що слугує індикатором їхньої виповненості.
- ❖ колір: визначається сортом і може варіюватися від білого до яскраво-жовтого чи помаранчевого через вміст каротиноїдів.
- ❖ вологість і вологовіддача: у процесі дозрівання вологість поступово зменшується (на 0,3–1,2% щодня), а темп цього процесу залежить від особливостей гібрида та температурного режиму.
- ❖ щільність і твердість: зерно відзначається високою твердістю, особливо в кременистих сортів.

Біологічні властивості

Кукурудза є теплолюбною культурою, яка має свої особливості щодо температурних умов вирощування. Насіння починає проростати при мінімальній температурі $+8-10^{\circ}\text{C}$, а сходи з'являються за $+10-12^{\circ}\text{C}$. Якщо сіяння відбувається в холодний ґрунт з температурою нижче $+8^{\circ}\text{C}$, процес проростання значно сповільнюється, а набрякле насіння може майже не проростати, що суттєво знижує польову схожість. У фазі формування 2-3 листків кукурудза здатна переживати короточасні заморозки до -2°C , але сходи гинуть при температурі -3°C . За українських кліматичних умов весняні приморозки трапляються в середньому раз на 5-6 років. Однак якщо температура знижується до -5°C і тримається кілька годин, рослина може загинути, незалежно від стадії розвитку. На сьогодні селекціонерами вже створено перспективні біотиби кукурудзи, які здатні проростати за температури $+5-6^{\circ}\text{C}$. Ранні осінні приморозки суттєво пошкоджують листя кукурудзи та загалом негативно впливають на рослину. У зв'язку з розширенням посівів кукурудзи в північних регіонах, за останні роки було виведено ранньостиглі гібриди з підвищеною холодостійкістю. Їхнє інкрустоване насіння може перебувати в ґрунті в умовах низьких температур протягом 25-30 днів і проростає після потепління. У літній період вегетація кукурудзи також залежить від температурного режиму. При $+14-15^{\circ}\text{C}$ ріст рослин уповільнюється, а за $+10^{\circ}\text{C}$ вони взагалі припиняють вегетативний

розвиток. Оптимальні умови для росту і розвитку у фазах від сходів до викидання волотей становлять $+20-23^{\circ}\text{C}$. Підвищення температури до $+25-30^{\circ}\text{C}$ не шкодить кукурудзі до моменту появи генеративних органів, але у фазі цвітіння температура понад $+25^{\circ}\text{C}$ негативно впливає на процес запилення. Вищий температурний поріг для росту цієї рослини досягає $+45-47^{\circ}\text{C}$ [5], за якого ріст повністю припиняється.

Механічні властивості

До основних механічних властивостей частин рослини кукурудзи належать:

- ❖ зусилля різання стебла: за умови діаметра стебла 30 мм на висоті 10 см від поверхні ґрунту воно становить 220–600 Н.
- ❖ зусилля розриву стебла: для сухої комлевої частини мінімальне зусилля розриву досягає 1840 Н, для середньої частини — 1150 Н. Максимальна здатність стиглого стебла до опору розриву складає 5900 Н.
- ❖ зусилля відриву качанів від плодоніжки: у фазі повної стиглості це зусилля варіюється в межах 300 – 1500 Н. При здійсненні згину зусилля на відрив знижується в 3 – 4 рази.
- ❖ зусилля згину стебла кукурудзи: величина залежить як від діаметра стебла, так і від ступеня його стиглості. Середній показник знаходиться в межах 150 – 450 Н[6].
- ❖ коефіцієнти тертя: вони залежать від матеріалу та стану поверхонь, що контактують, а також від характеристик самого продукту. Найвищі значення коефіцієнтів тертя спостерігаються при взаємодії з гумою, а найнижчі — з фанерою.

1.4 Висновки

Збирання кукурудзи в качанах дає змогу розпочати роботи раніше та забезпечує збереження насіннєвого матеріалу, проте характеризується значно

вищими енергетичними й трудовими витратами, а також потребує додаткових операцій післязбиральної обробки. Натомість технологія збирання з одночасним обмолотом є більш економічно ефективною, забезпечує зниження витрат пального і праці, однак вимагає дотримання оптимальних показників вологості зерна для мінімізації його пошкодження.

Основні морфологічні показники рослин (висота, розміри качанів, вологість та механічні властивості) істотно впливають на вибір режимів роботи машин і конструкцію їх робочих органів. Ключовим фактором є своєчасність збирання, зокрема досягнення оптимальної вологості зерна на рівні 20–30 %, що забезпечує мінімальні втрати, зниження енерговитрат на сушіння та підвищення якості зберігання продукції.

Сукупність морфологічних особливостей рослини та фізико-механічних характеристик її окремих елементів змінюється залежно від фази розвитку, ступеня стиглості та умов вирощування, що визначає характер взаємодії рослинної маси з робочими органами сільськогосподарських машин. Зусилля різання стебла знаходиться в межах 220 – 600 Н, зусилля розриву досягає 5900 Н, згину — 150 – 450 Н, а відриву качанів — 300 – 1500 Н, що свідчить про високу міцність і опірність рослин механічному впливу.

2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖАТОК ТА КОМБАЙНІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА ПАТЕНТНИЙ АНАЛІЗ

2.1 Жатки для збирання кукурудзи

Жатка КМС-6 розроблена для збирання кукурудзи на зерно в комплекті з комбайном. Вона забезпечує вилучення качанів із подальшим їх обмолотом, а листостеблову масу подрібнює та рівномірно розкидає по полю. Пристрій працює з такими основними характеристиками: кількість рядків для збору – 6, ширина міжрядь – 70 см, ширина захвату – 4,2 м, продуктивність – до 3 га/год, робоча швидкість – 7 км/год, а маса складає 2250 кг. Конструкція жатки КМС-6 схожа на жатну частину кукурудзозбирального комбайна ККП-3 «Херсонець-9». Функціональна схема агрегата представлена на рис. 2.2 [7]. Основні елементи жатки включають: качановідокремлювальні пластини 3, вальці 2, миси 1, шнек для транспортування відокремлених качанів 5 і різальний апарат. Різальний апарат є системою дискового типу з вертикальною віссю обертання. Він складається з різального ножа 8, який закріплений на маточині, що обертається на вертикальному валу 6. Під час роботи стебла кукурудзи протягуються між вальцями 2 та качановідокремлювальними пластинами 3. У результаті качани відділяються від стебел та подаються спеціальними ланцюгами 4 до шнека 5, який далі передає їх у транспортер, звідки вони потрапляють у молотильний апарат зернозбирального комбайна для обмолоту. Залишки стебел зрізаються ножом 8, подрібнюються й рівномірно розкидаються по полю.

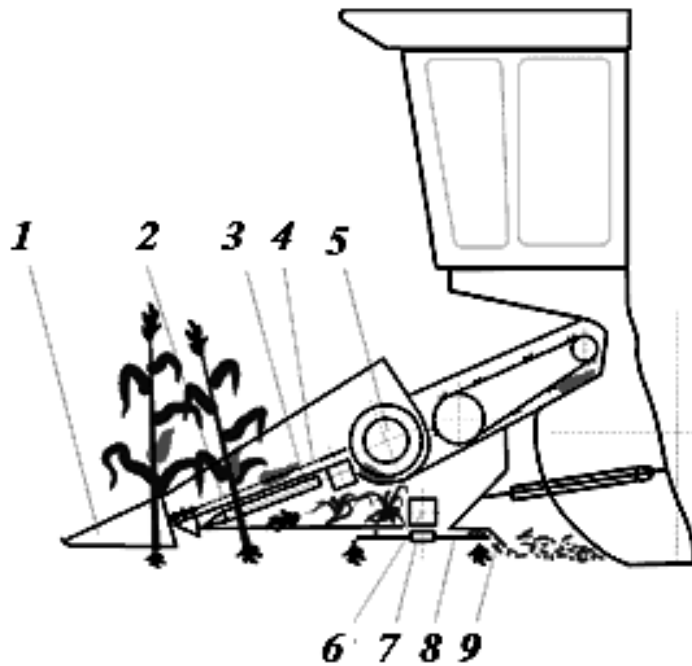


Рисунок 2.1 - Функціональна схема жатки для збирання кукурудзи на зерно КМС-6: 1 – мис; 2 – вальці; 3 – відривні пластини; 4 – подавальні ланцюга; 5 – шнек; 6 – вертикальний вал; 7 – маточина; 8 – ніж; 9 – кожух

Жатка КМС-8, у порівнянні з жаткою КМС-6, здатна одночасно збирати 8 рядків, забезпечуючи ширину захвату 5,6 м. Її продуктивність складає 4 га/год, а робоча швидкість – 7 км/год при масі 2980 кг. Технологічні регулювання жаток КМС-6 і КМС-8 за своєю суттю схожі з налаштуваннями робочих органів кукурудзозбирального комбайна ККП-3 «Херсонь-9».

Жатки Geringhoff (Німеччина) призначені для збирання кукурудзи на зерно та сумісні з широким переліком зернозбиральних комбайнів. Залежно від типу подрібнювального механізму, вони випускаються у серіях: Geringhoff PCA, Rota-Disc (RD), Mais Star (MS) та Horizon Star (HS). Загальний вигляд жаток Geringhoff (Німеччина) представлений на рис. 2.3 та 2.4.

Жатки Geringhoff серії PCA, вироблені в Німеччині, представлені моделями PCA 470, PCA 570, PCA 670, PCA 870 і PCA 970, які розраховані відповідно на обробіток 4, 5, 6, 8 та 9 рядків. Усі моделі оснащені суцільною

рамою, що забезпечує їхню структурну цілісність. Конструкція жаток дозволяє здійснювати модифікацію для роботи з культурою соняшника. Докладна схема будови качановідокремлювального та подрібнювального апаратів наведена на рис. 4.4.

Подрібнювальний апарат являє собою інтегровану функціональну одиницю, до складу якої входять ротор 12 з ножами 11, кожух 2, шнек 3 і ніж-відокремлювач 1. Ця система забезпечує ефективне подрібнення оброблюваного матеріалу. Візуалізація робочих органів подрібнювального апарата представлена на рис. 2.5.

Качановідокремлювальний апарат складається з двох качановідокремлювальних пластин 3 і 4, над якими змонтовані ланцюги 5 і 10 з транспортувальними планками 6 і 9. Таке технічне рішення спрямоване на оптимізацію процесу відокремлення качанів та забезпечення високої продуктивності роботи.



Рисунок 2.2 - Жатка Geringhoff: 1 – мис; 2, 4 – шнеки боковий конусний;
3 – шнек жатки; 5 – механізм приводу; 6 – подільник

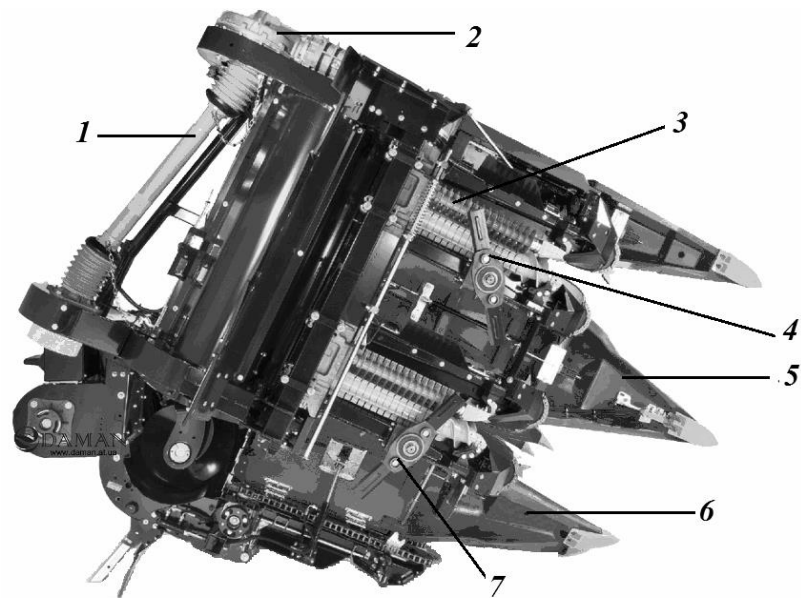


Рисунок 2.3 - Жатка Geringhoff у складеному стані: 1 – карданний вал;
2 – редуктор; 3 – ротор; 4 і 7 – зрізувальний апарат; 5 і 6 – миси

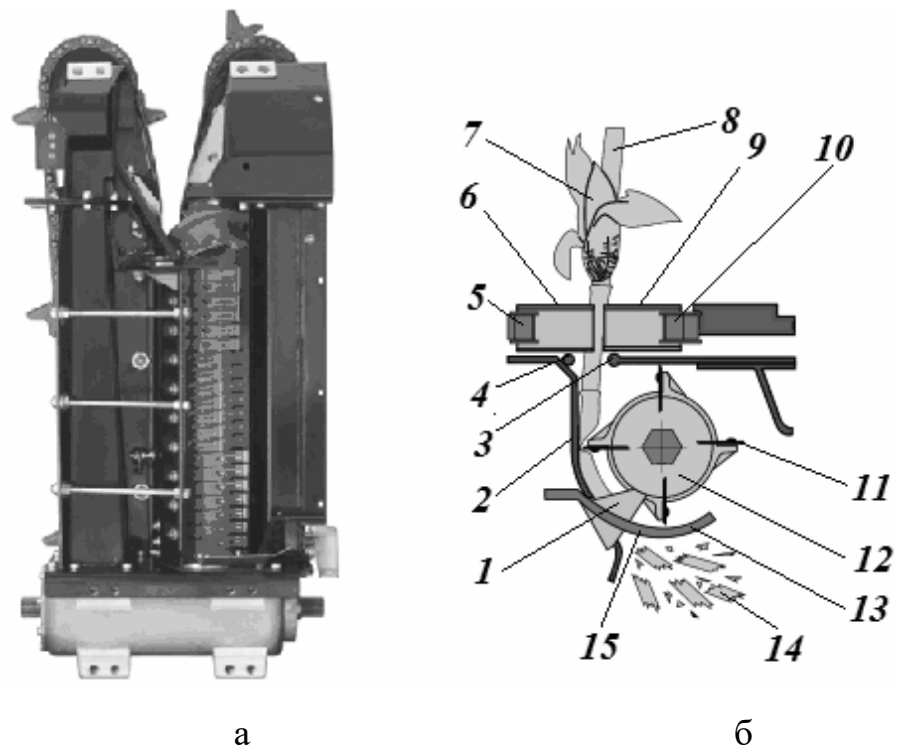


Рисунок 2.4 - Качановідокремлювальний і подрібнювальний апарати жаток
Geringhoff PCA: а – загальний вигляд; б – функціональна схема;
1 – ніж-відокремлювач; 2 – кожух; 3, 4 – качановідокремлювальні пластини;
5, 10 – ланцюги; 6, 9 – транспортувальні планки; 7 – качан кукурудзи;
8 – стебло кукурудзи; 11 – ніж; 12 – ротор; 13 – равлик;
14 – подрібнені частинки стебла; 15 – равлик

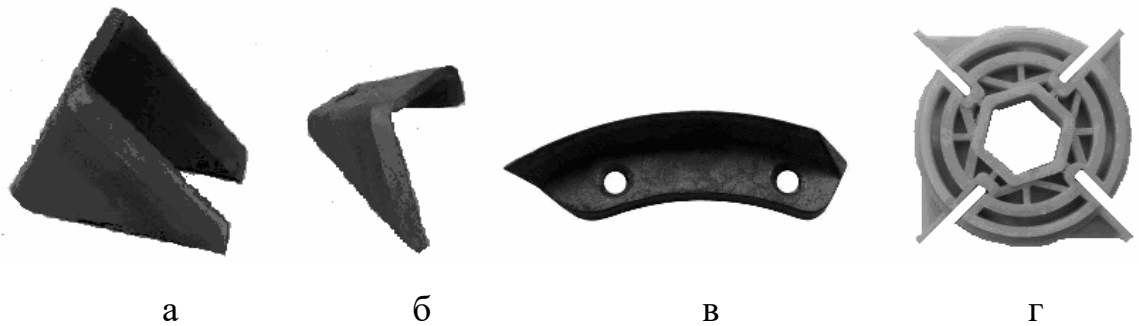


Рисунок 2.5 - Робочі органи подрібнювального апарата жатки Geringhoff PCA: а – ніж подвійний; б – ніж одинарний; в – ніж півмісяць; г – сектор ротора

Принцип роботи жаток типу «РСА» базується на використанні ротора 12, який у поєднанні з охоплюючим його кожухом 2 виконує кілька ключових функцій. Спершу ротор захоплює стебло 8 і, за допомогою ножа-відокремлювача 1, розташованого в равлику 13, відділяє стебло від кореня. Після цього стебло опускається донизу та протягується між качановідокремлювальними пластинами 3 і 4, які здійснюють відділення качана 7. Далі ланцюги 5 і 10 з транспортувальними планками 6 і 9 підхоплюють відокремлений качан і переміщують його до шнека жатки (рис. 2.3). Паралельно ножі 11 ротора 12, що обертається всередині кожуха 2 і равлика 13, дроблять стебло кукурудзи на короткі частинки. Ці частинки падають на поверхню поля, де залишаються для подальшого перегнивання, сприяючи збагаченню ґрунту органічними речовинами.

Кукурудзозбиральні комбайни

Причіпний трирядний кукурудзозбиральний комбайн ККП-3 «Херсонець-9» (рис. 2.6) належить до руслових агрегатів, призначених для збирання врожаю кукурудзи за низки специфічних агротехнічних умов. Ця машина ефективно працює за врожайності до 20 т/га та щільністю стеблостою від 20 до 65 тис. рослин на гектар при співвідношенні маси качанів і стебел 1:1,5. Комбайн орієнтований на обробку посівів із міжряддям 70 см, у регіонах зі схилами не більше 8° і в фазі повної стиглості культури,

коли вологість зерна не перевищує 30 %, а листостеблової маси — 60 %. Крім того, агрегат може працювати за висоти розташування найнижчого качана на рівні не менше ніж 50 см над поверхнею ґрунту. Додатково, комбайн забезпечує можливість очищення качанів від обгорток або збору їх необчищеними з одночасним подрібненням листостеблової маси та обгорток. Машина має робочу ширину захвату в 2,1 м і дозволяє вести одночасну обробку трьох рядків при робочій швидкості до 9 км/год. Продуктивність пристрою становить до 0,97 га або 12 т за годину чистого робочого часу, за загальної маси комбайна у 5340 кг. У конструкцію комбайна входять такі основні частини: жатка та качаноочисний блок, ходова частина, механізм піднімання, буксирний пристрій, система передачі приводу до робочих органів, гідравлічна система та система сигналізації.

Жатна частина включає різальний блок 17 та апарат для відокремлення качанів, шнеки для стебел 16 і качанів 6, подрібнювач 14 із приймальним бітером 15 та трубою 8, а також конвеєр необроблених качанів 7. У верхній частині конвеєра встановлений стеблевловлювач 9, що складається з двох вальців зі спеціальними ребрами. Апарат для відокремлення качанів оснащений двома протягувальними вальцями 3, двома відривними пластинами 4 та двома контурами подавальних ланцюгів 5. Частина для очищення качанів містить очисник 10, притискний пристрій 21, лопатевий бітер 19, вентилятор 20, конвеєр для обгорток 22, шнек для обгорток 13, скатну дошку та вивантажувальний конвеєр 11.

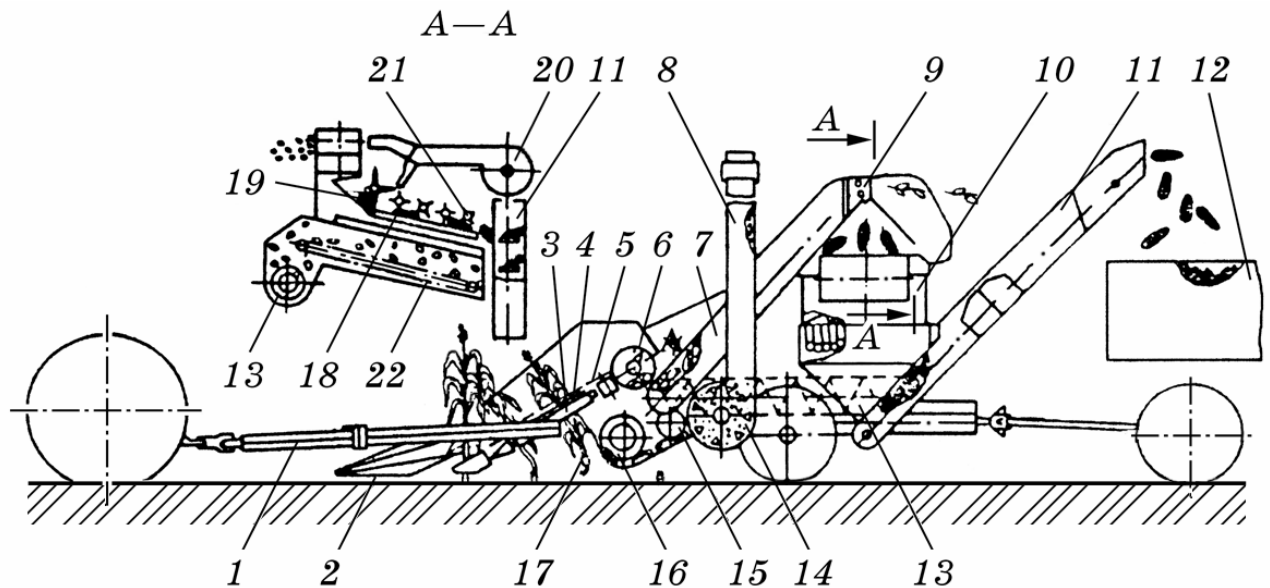


Рисунок 2.6 - Функціональна схема кукурудзозбирального комбайна ККП-3

«Херсонец-9»: 1 – причіп комбайна; 2 – мис; 3 – протягувальні вальці;

4 – відривна пластина; 5 – подавальний ланцюг; 6 – шнек качанів;

7 – конвеєр неочищених качанів; 8 – труба подрібнювача;

9 – стебловловлювач; 10 – очисник качанів; 11 – вивантажувальний конвеєр очищених качанів; 12 – тракторний причіп; 13 – шнек обгортки;

14 – подрібнювач; 15 – приймальний бітер; 16 – шнек листостеблової маси;

17 – різальний апарат; 18 – вальці очисника качанів; 19 – лопатевий бітер;

20 – вентилятор; 21 – притискний пристрій; 22 – конвеєр обгортки

Механізм підйому призначений для перемикання комбайна між транспортним та робочим положеннями, а також для здійснення регулювання висоти зрізу стебел. До складу цього механізму входять такі компоненти, як тяга, гідроциліндр, механізм фіксації та двоплечий важіль балки моста. Механізм фіксації виконує функцію регулювання висоти зрізу, а також забезпечує надійне закріплення робочих органів у транспортному положенні. З метою забезпечення безпечного виконання будь-яких операцій із піднятими робочими органами, фіксація механізму є обов'язковою умовою.

Буксирний пристрій розроблений для підтягування та автоматичної фіксації візка для збирання качанів до комбайна. До основних компонентів входять гідромотор, лебідка, уловлювач, причіп, гідроциліндр та гальма.

Заборонено підтягувати візок на схилах, а також знаходитися між візком і комбайном. Необхідно уникати ситуацій, які можуть призвести до накочування. У разі виникнення такої ситуації слід негайно скористатися гальмом для зупинки візка.

Гідравлічна система комбайна забезпечує функціональність піднімання та опускання робочих органів, виконуючи ці операції під тиском у діапазоні від 13,5 до 20,0 МПа, як у робочому, так і транспортному положенні. Крім того, вона відповідає за поворот дефлектора подрібнювальної труби та привод буксирного пристрою, що функціонують під тиском 8 МПа, а також здійснює керування механізмом розблокування візка при тиску 6,3 МПа[8]. Джерелом живлення гідравлічної системи комбайна слугує гідросистема трактора.

Система сигналізації забезпечує паралельну роботу світлової та звукової індикації для контролю технологічного процесу функціонування комбайна. Датчики сигналізації розміщуються на запобіжній муфті приводу шнека качанів (для контролю за роботою шнеків качанів і стебел), на запобіжній муфті очисного апарата, а також на муфті проміжного вала.

2.2 Аналіз патентних джерел

Патент №166028 «Молотильний барабан»

Запропонована корисна модель належить до галузі сільськогосподарського машинобудування. Основним недоліком відомих аналогічних пристроїв є складність конструкції, зумовлена використанням підбічників, а також наявність відкритого простору між зубчатими робочими елементами. Це призводить до додаткового травмування зернового матеріалу під час роботи.

Молотильний барабан (рис. 2.7)[9] складається з корпусу 1, сформованого дисками 2, які закріплені на валу 3. На виступах 4 цих дисків встановлюються зубчасті робочі елементи 5, оснащені зубцями 6. Основи 7

робочих елементів мають вигин, спрямований у протилежний бік від напрямку зубців, що забезпечує відповідну конструктивну конфігурацію. Крім того, на робочих елементах встановлені обтічні планки 8, які частково перекривають довжину зубців 6. Таке компонування сприяє зменшенню ефективної довжини робочої частини 9 зубців у порівнянні з іншими рядами. У задніх стінках виступів 10 передбачено отвори, через які до дисків 2 можуть кріпитися знімні елементи 11. Ці елементи мають форму ділянок циліндричної поверхні, що дозволяє закривати відкритий простір між робочими елементами, залишаючи відкритими тільки верхні робочі частини 12 зубців. За потреби зубці 6 можуть бути розташовані як по гвинтовій лінії, так і у шаховому порядку. При цьому сліди сусідніх зубців частково перекриваються, а вершини кожного зуба знаходяться на одній циліндричній поверхні. Зазначений молотильний барабан може функціонувати в двох режимах. У першому варіанті пристрій використовується без застосування знімних вигнутих елементів 11, що є характерним для збирання зернових колосових культур та деяких інших видів рослин. Другий варіант передбачає використання вигнутих знімних елементів 11, що кріпляться на зубчастих робочих елементах 5. Цей режим найбільш ефективний для обмолоту культур, які важко відокремлюються або характеризуються високою чутливістю до механічних ушкоджень.

Молотильний барабан, як ключовий компонент молотильного пристрою, функціонує за наступним принципом. Рослинна маса, що потрапляє на вхід до молотильного пристрою, піддається первинному обмолоту під впливом ударів робочих елементів 5 і спрямовується на деку (на рис. не показано). На початковому етапі процесу здійснюється обмолот більшості зернових. Матеріал, відкинутий на поверхню деки, у процесі просування під дією робочих елементів барабана 1, зазнає подальшого обмолоту внаслідок ударної дії та механічного тертя. Паралельно з обмолотом відбувається сепарація зерна та частинок дрібних домішок через перфоровані отвори в структурі деки.

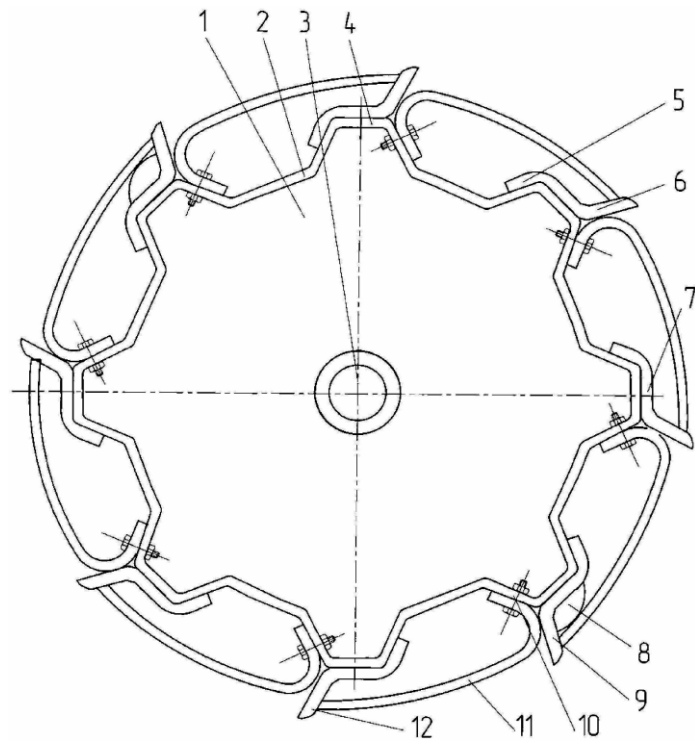


Рисунок 2.7 - Схема молотильного барабану за патентом №166028:

- 1 – корпус; 2 – диски; 3 – вал; 4 – виступи дисків; 5 – зубчасті робочі елементи; 6 – зубці; 7 – основа робочого елемента; 8 – обтічні планки;
 9 – робоча частина зубця; 10 – задні стінки виступів;
 11 – знімні вигнуті елементи; 12 – верхня робоча частина зубців

Патент №142769 «Молотильний пристрій»

Дана корисна модель належить до галузі сільськогосподарського машинобудування та стосується, зокрема, конструкцій молотильних пристроїв, які призначені для обмолоту сільськогосподарських культур. Основний недолік існуючого обладнання полягає у підвищеному ризику травмування зерна, що виникає через наявність незахищеного простору між боковими елементами барабана. Запропонований у цій моделі пристрій усуває зазначений недолік, забезпечуючи більш дбайливу обробку зернової маси. Конструкція пристрою детально ілюстрована на кресленнях: на фіг. 1 – вид на пристрій збоку в більшому варіанті; на фіг. 2 – вид на пристрій збоку у варіанті для обмолоту; на фіг. 3 – вид А.

Молотильний пристрій (рис. 2.8)[10] складається з молотильного барабана 1 і решітчастої деки 2. Барабан включає диски 3, які формують виступи — підбічники 4, на яких закріплені робочі елементи 5 із зубцями 6. На двох діаметрально протилежних робочих елементах 5 перед зубцями 6 встановлені обтічні планки 7. Ці планки частково перекривають зубці 6 по довжині, скорочуючи робочу частину 8 останніх порівняно із зубцями 6, закріпленими в інших рядах. Зубці 6 робочих елементів 5 можуть розташовуватися на барабані 1 у вигляді гвинтової лінії або в шаховому порядку, забезпечуючи часткове перекриття слідів сусідніх зубців 6, при цьому вершини всіх зубців 6 перебувають на одній циліндричній поверхні.

У задніх стінках 9 підбічників 4, за винятком тих, на яких встановлено робочі елементи з плівками 7, передбачено отвори (не показані), через які реалізується використання знімних елементів 10 для конфігурації універсального молотильного барабана. На цих знімних елементах монтуються рифлені бичі 11. При цьому на сусідніх підбічниках фіксуються рифлені бичі з рифами, орієнтованими у протилежному напрямку. Знімні елементи 10 виготовлені таким чином, що їх кожна ділянка 12 має циліндричну поверхню зі спеціально призначеним пласким майданчиком 13 для монтажу рифленого бича. Цей майданчик повністю перекриває проміжок між сусідніми підбічниками 4. Конструкція деки 2 доповнена знімними планками 14, які оснащені виступами 15, що проходять у проміжках між зубами 6 барабана 1. Кріплення цих планок виконується до крайніх елементів 16 деки для забезпечення їхньої надійної фіксації.

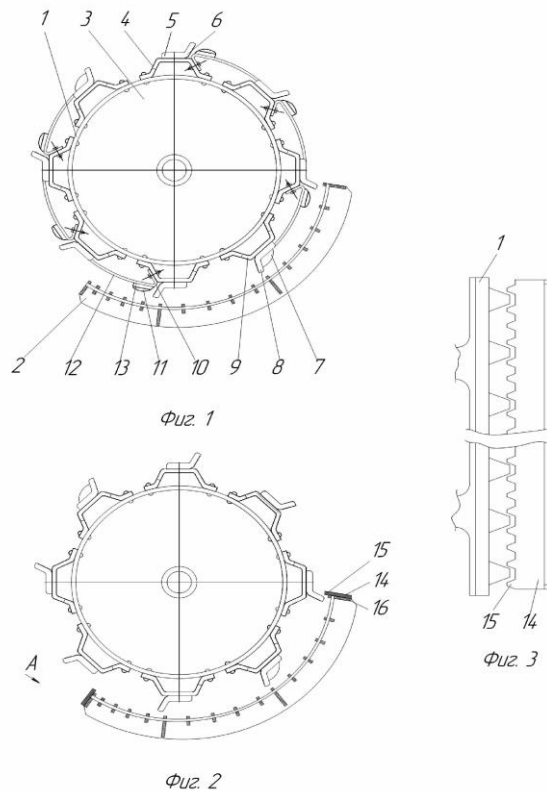


Рисунок 2.8 - Схема молотильного пристрою за патентом №142769:

- 1 – молотильний барабан; 2 – решітчаста дека; 3 – диски; 4 – підбічники;
 5 – робочі елементи; 6 – зубці; 7 – обтічні планки; 8 – робоча частина зубців;
 9 – задні стінки підбічників; 10 – знімні елементи; 11 – рифлені бичі;
 12 – ділянки знімних елементів (циліндрична поверхня);
 13 – плаский майданчик для кріплення бичів; 14 – знімні планки деки;
 15 – виступи планок; 16 – крайні елементи деки

Патент №75261 «Жатка для збирання кукурудзи»

Корисна модель відноситься до сфери сільськогосподарського машинобудування і спеціалізується на кукурудзозбиральних машинах, призначених для збирання всього біологічного врожаю кукурудзи. Основним недоліком існуючої конструкції є висока трудомісткість

виготовлення вальців качановідривного апарата, оскільки процес фіксації зубців на рифах є технічно складним і потребує значних зусиль.

На фіг. 1 - загальний вигляд жатки для збирання кукурудзи, вигляд зліва, з перехідною рамкою; на фіг. 2 - загальний вигляд жатки для збирання кукурудзи, вигляд зверху, з похилою камерою.

Жатка для збирання кукурудзи (рис. 2.9)[11] складається з основного каркаса 1, що включає верхню 2 та нижню 3 хребтові балки. Ці балки взаємодіють із гаками-уловлювачами 4 та нижніми кронштейнами 5, які є частиною конструкції похилої камери 6 або перехідної рамки 7. Важливим компонентом є ложе 8 гаків-уловлювачів 4, виконане за радіусом R , яке відповідає радіусу верхньої хребтової балки 2. Нижня хребтова балка 3 з'єднана з нижнім кронштейном 5 за допомогою шарнірно-закріпленої гвинтової тяги 9. При цьому вісь 10 гвинтової тяги 9 розташована під кутом α , що наближається до бісектриси кута між горизонтом та прямою лінією, яка проходить через вісь верхньої хребтової балки 2 та отвір для гвинтової тяги у нижньому кронштейні 5. На каркасі 1 закріплений шнек качанів 11 з двома стрічками — лівого і правого спрямування. У конструкцію також входять русла 12 зі встановленими качановідривними вальцями. Вальці приводяться в рух через вали, які входять до складу редуктора. На кінцях цих валів встановлено сферичні опори з круглими отворами, співвісними отворам на валах редуктора. У круглих отворах цих опор розташовані циліндричні повідці, їх кінці виступають назовні й взаємодіють із площинами пазів на кінцях труб, котрі формують задні опори вальців. Внутрішня поверхня труб задніх опор спирається на сферичні опори, розташовані на валу редуктора. Передні опори вальців мають вертикальні циліндричні шарніри, через які вони закріплені у горизонтальних циліндричних шарнірах рами русла. Це дозволяє їм переміщуватися у горизонтальній площині під час регулювання відстані між передніми опорами. Один кінець циліндричного повідця оснащений виступом із плоскими паралельними гранями, які контактують з плоскими гранями пазів у торці труб задніх опор. Після налаштування зазору

між качановідривними вальцями вісь горизонтального шарніра фіксується у конусних кінцях втулок за допомогою гайок з конічними основами. Між суміжними торцями стрічок шнека качанів встановлено два ряди лопаток для підкидання з діаметральним розташуванням. Основи цих лопаток розташовуються симетрично щодо діаметральної прямої і встановлюються в шаховому порядку, при цьому їх края спрямовані назад по ходу обертання шнека. Качановідривний валець має корпус, виконаний у вигляді шестигранної труби з шести сталевих профілів швелероподібної форми. Їхні суміжні полиці щільно прилягають одна до одної. У ділянках найбільшого зношування профілі мають різну висоту та з'єднані електрозварним швом, виконаним з використанням електродів із зносостійкого матеріалу. Розташування шва узгоджується з напрямком обертання качановідривного вальця.

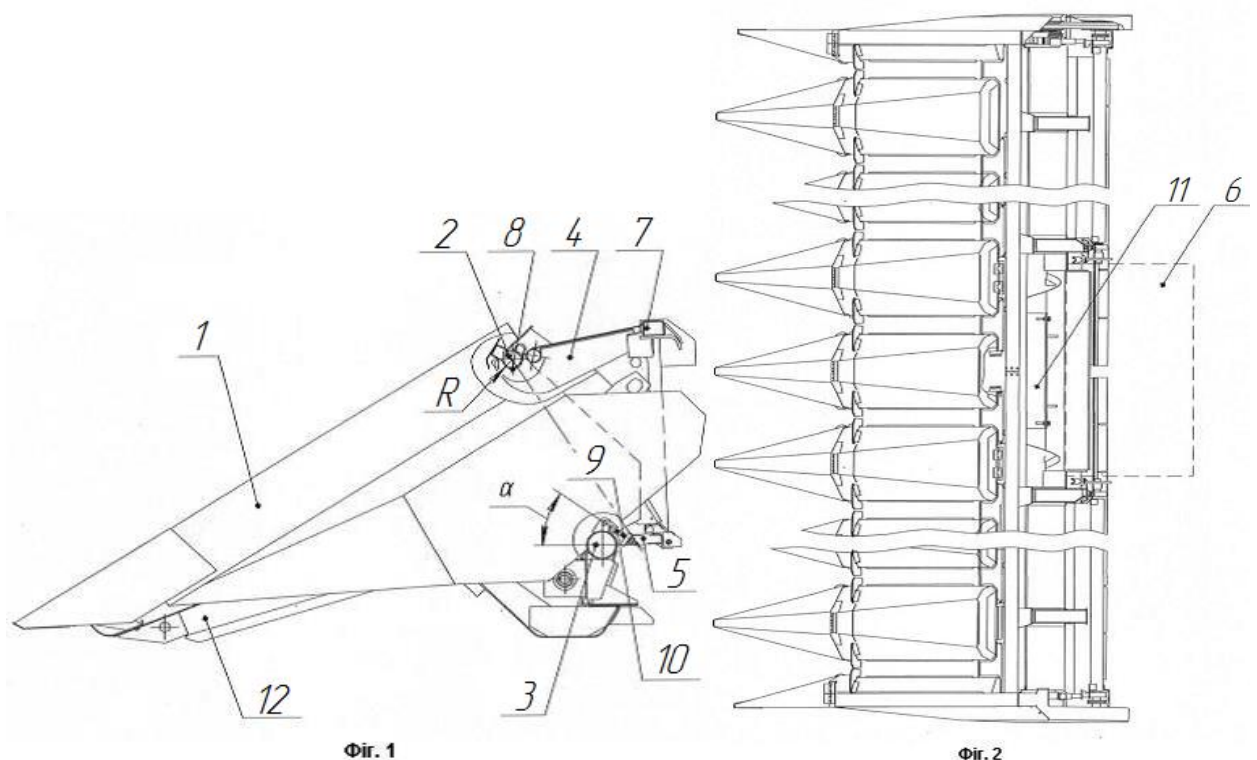


Рисунок 2.9 - Схема жатки для збирання кукурудзи за патентом №75261:

- 1 – каркас; 2 – верхня хребтова балка; 3 – нижня хребтова балка;
- 4 – гаки-уловлювачі; 5 – нижні кронштейни; 6 – похила камера;
- 7 – перехідна рамка; 8 – ложе гаків; 9 – гвинтова тяга; 10 – вісь тяги;
- 11 – шнек качанів; 12 – русло жатки

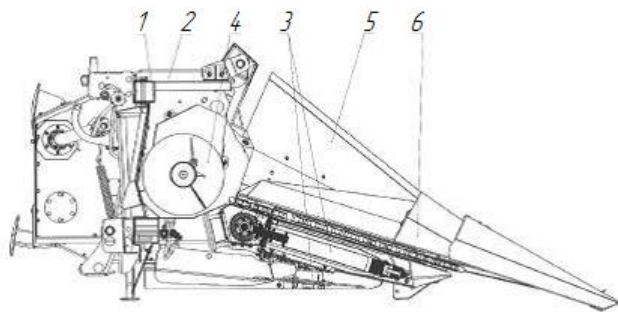
Патент №140320 «Навісна жатка для збирання кукурудзи»

Навісна жатка для збирання кукурудзи (рис. 2.10)[12] належить до галузі сільськогосподарського машинобудування, зокрема до кукурудзозбиральних систем для зернозбиральних комбайнів. Вона призначена для кріплення на похилу камеру комбайна, забезпечуючи безперебійну та довготривалу роботу її приводів. Однак найближчий аналог має суттєві недоліки. Зокрема, привод відкритого типу потребує постійного технічного обслуговування, регулярного змащування маслом і ретельного контролю натяжки. Ще одним недоліком є складність конструкції адаптера, через що збільшується час, необхідний для переобладнання жатки з метою її агрегатування з іншим типом комбайна.

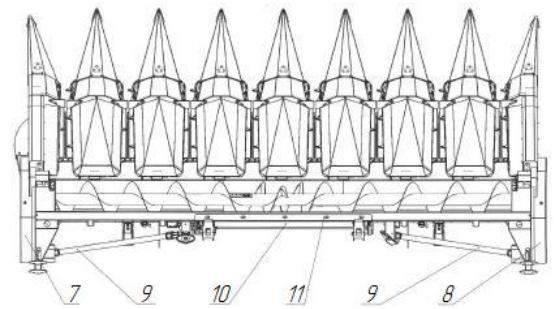
На фіг. 1 - зображено кукурудзозбиральну жатку до зернозбирального комбайна, вигляд збоку; на фіг. 2 - зображено кукурудзозбиральну жатку до зернозбирального комбайна, вигляд зверху.

Навісна жатка для збирання кукурудзи включає такі основні елементи: раму 1 з несучими конструкціями 2, на якій закріплені робочі органи 3, живильний шнек 4, боковий 5 та середній 6 подільники стебла. Лівий привод складається, як мінімум, з ведучого вузла, ведених вузлів, натяжних зірочок, а також з'єднувальних ланцюгів. Крім того, він обладнаний заспокоювачем ланцюга. Правий привод містить ведучий вузол, ведений вузол, пара натяжних зірочок, з'єднаних ланцюгом, а також аналогічний заспокоювач ланцюга. До складу жатки входять також масляні ванни 7 і 8, приводні карданні передачі 9, і адаптер навісної жатки (перехідна рамка) 10. В несучих конструкціях рами 1 передбачені отвори 11 для надійного кріплення перехідної рамки 10. Сам адаптер являє собою рамну конструкцію з елементами і включає несучі частини, фіксатори та монтажні отвори для закріплення до рами жатки. Масляні ванни 7 і 8 створені у формі картера, оснащеного заливною горловиною і зливною горловиною. Заливна горловина виконує додаткову функцію сапуна для відведення надлишкового тиску в масляних ваннах. Картер також обладнано оглядовим вікном, яке забезпечує

можливість візуального контролю рівня масла, що сприяє точному та своєчасному обслуговуванню агрегату.



Фіг. 1



Фіг. 2

Рисунок 2.10 - Схема навісної жатки для збирання кукурудзи за патентом

№140320: 1 – рама; 2 – несучі конструкції; 3 – робочі органи;

4 – живильний шнек; 5 – боковий подільник; 6 – середній подільник;

7, 8 – масляні ванни; 9 – карданні передачі;

10 – адаптер (перехідна рамка); 11 – отвори в рамі.

2.3 Висновки

Вітчизняні жатки (КМС-6, КМС-8) характеризуються простотою конструкції та достатньою продуктивністю, однак поступаються закордонним аналогам за універсальністю та рівнем технологічної досконалості. Іноземні жатки (наприклад, Geringhoff) відзначаються більш ефективними подрібнювальними апаратами, модульністю конструкції та можливістю адаптації до різних культур. Загалом, основними напрямками вдосконалення жаток є підвищення продуктивності, зменшення втрат зерна та покращення якості подрібнення рослинних решток.

Основні напрями вдосконалення конструкцій спрямовані на зменшення травмування зерна, підвищення надійності та спрощення виготовлення робочих органів. У запропонованих рішеннях значна увага приділяється оптимізації конструкції молотильних барабанів і пристроїв шляхом усунення відкритих зон між робочими елементами та застосування змінних елементів. Також удосконалюються жатки за рахунок спрощення конструкції качановідривних вальців і підвищення довговічності приводів.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНОЇ ЖАТКИ

3.1 Аналіз базової конструкції та вибір напрямку удосконалення

Кукурудзозбиральна жатка є начіпним робочим органом зернозбирального комбайна, який забезпечує спрямування стебел кукурудзи у робочі русла, відокремлення качанів від стебел, транспортування качанів до похилої камери комбайна та подрібнення листостеблової маси. У базовій конструкції жатки типу КМС-8 технологічний процес виконується за рахунок взаємодії мисів, подавальних ланцюгів, протягувальних вальців, відривних пластин, поперечного шнека та подрібнювальних робочих органів.

Техніко-технологічну схему базової жатки в агрегаті із зернозбиральним комбайном наведено на рис. 3.1. Основними елементами жатки є наконечники, протягувальні вальці, відривні пластини, подавальні ланцюги, шнек качанів, похила камера, бітер, подрібнювальний барабан та система очищення. Така схема забезпечує виконання основних операцій збирання кукурудзи, однак її ефективність значною мірою залежить від узгодженості частоти обертання робочих органів з фактичними умовами роботи.

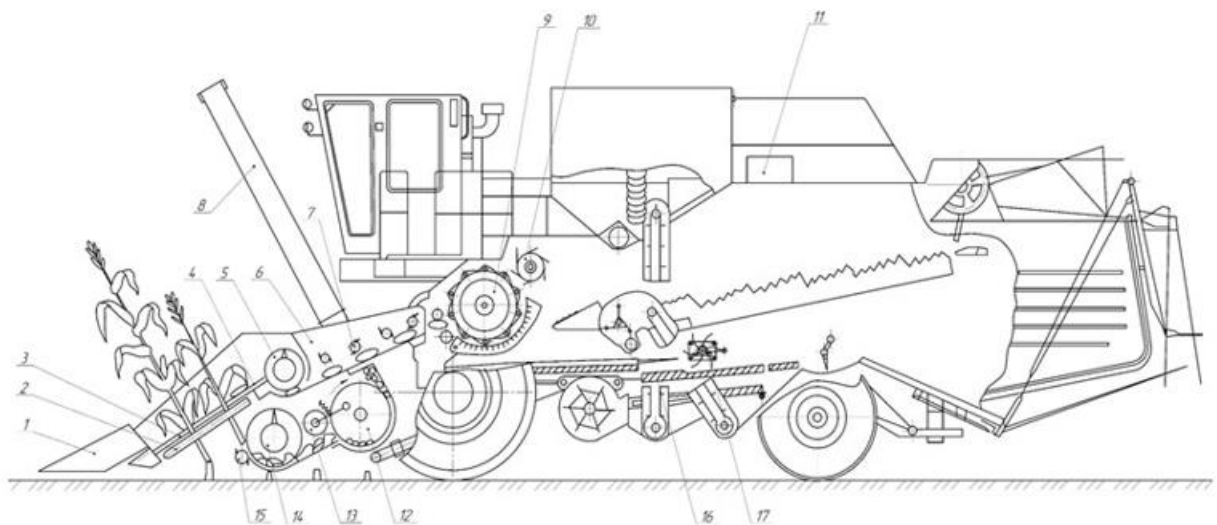


Рисунок 3.1 – Техніко-технологічна схема базової кукурудзозбиральної
жатки

Під час збирання кукурудзи умови роботи жатки постійно змінюються. На якість відокремлення качанів та рівномірність подачі маси впливають вологість рослин, висота і діаметр стебел, густота стояння, забур'яненість посіву, швидкість руху агрегату та нерівномірність надходження рослинної маси у робочі русла. За фіксованої частоти обертання робочих органів жатка не завжди забезпечує оптимальний режим роботи: при підвищеній вологості маси можливе перевантаження приводу, а при сухих і ламких стеблах - підвищення втрат та пошкодження качанів.

Тому у дипломному проєкті прийнято напрям удосконалення, який полягає не у зміні всієї конструкції жатки, а у модернізації її приводної системи. Основна ідея удосконалення полягає у встановленні на рамі жатки варіаторного приводу, який забезпечує плавне регулювання частоти обертання початкообривального апарата та поперечного шнека. Такий підхід дозволяє адаптувати режим роботи жатки до умов збирання без ускладнення конструкції самого зернозбирального комбайна.

Технічну характеристику базової жатки, прийнятої як прототип для конструктивного удосконалення, наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика базової кукурудзозбиральної жатки КМС-8 [13]

Показник	Значення
Тип пристрою	Начіпний
Кількість рядків, що збираються, шт.	8
Ширина захвату, м	5,6
Ширина міжрядь, см	70
Робоча швидкість руху, км/год	5,1
Транспортна швидкість руху, км/год	14,8
Габаритні розміри у робочому положенні, мм	3000 × 5770 × 1250
Дорожній просвіт, мм	350
Конструкційна маса, кг	3100

3.2 Сутність запропонованого конструктивного удосконалення

Удосконалення кукурудзозбиральної жатки полягає у введенні до її приводної системи варіаторного вузла, встановленого безпосередньо на жатці. Варіатор одержує обертання від вала відбору потужності комбайна через карданний вал і передає його на вихідний вал приводу. Далі потужність розподіляється між робочими органами жатки: через ремінну передачу - на початкообривальний апарат, а через ланцюгову передачу - на поперечний шнек.

На відміну від звичайної схеми, де передаточне відношення приводу є сталим або змінюється ступінчасто, запропонована схема дозволяє плавно змінювати частоту обертання робочих органів. Це дає можливість встановлювати раціональний режим роботи жатки залежно від вологості кукурудзи, густоти стеблостою, висоти рослин і швидкості руху комбайна.

Схему загального вигляду удосконаленої жатки з варіаторним приводом робочих органів наведено на рис. 3.2. На схемі показано розміщення робочих русел жатки, поперечного шнека, карданного вала, варіаторного вузла, ремінної та ланцюгової передач.

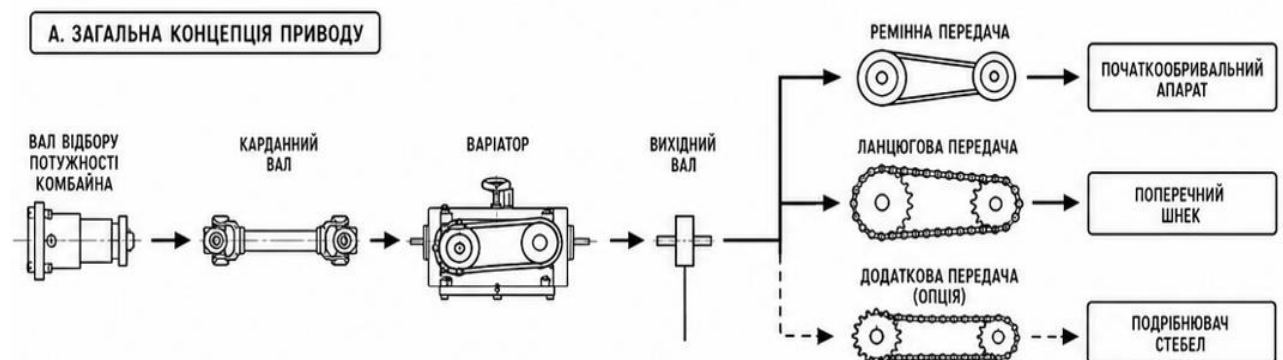


Рисунок 3.2 – Схема удосконаленої кукурудзозбиральної жатки з варіаторним приводом робочих органів

Об'єктом конструктивного удосконалення є саме привод робочих органів, а не технологічна схема збирання в цілому. Тому базові елементи жатки - миси, втягувальні пристрої, початкообривальні вальці, відривні

пластини, поперечний шнек і подрібнювач стебел - зберігають своє призначення. Змінюється спосіб передавання руху до робочих органів, що дозволяє підвищити пристосованість жатки до різних польових умов.

Запропонована приводна схема включає карданний вал, варіаторний вузол з ведучим і веденим шківками, вихідний вал варіатора, ремінну передачу до початкообривального апарата, ланцюгову передачу до поперечного шнека, запобіжну муфту для захисту приводу від перевантаження, опори валів, корпусні елементи та захисні кожухи.

Основною перевагою запропонованого рішення є те, що механізм регулювання встановлюється на самій жатці. У цьому випадку зернозбиральний комбайн може залишатися універсальним, а необхідна зміна режиму роботи забезпечується конструкцією начіпного агрегату.

3.3 Будова та принцип роботи удосконаленого приводу

Варіаторний привод складається з вхідного вала, ведучого шківка, веденого шківка, клинового ремня, вихідного вала, підшипникових опор, кронштейнів кріплення та елементів подальшої передачі руху. Складальне креслення варіаторного приводу наведено на рис. 3.3.

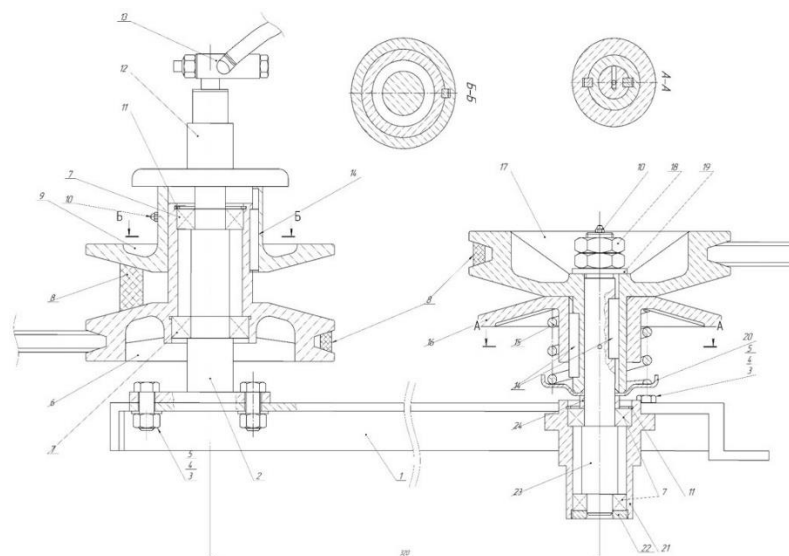


Рисунок 3.3 – Варіаторний привод робочих органів кукурудзозбиральної жатки

Принцип роботи варіатора ґрунтується на зміні робочих діаметрів ведучого і веденого шківів. Кожний шків складається з двох конічних дисків, між якими розміщений клиновий ремінь. При осьовому переміщенні рухомого диска одного шківів ремінь переходить на більший або менший робочий радіус. Одночасно на другому шківі робочий радіус змінюється у протилежному напрямі. У результаті змінюється передаточне відношення варіатора, а відповідно і частота обертання вихідного вала.

Під час роботи крутний момент від комбайна передається через карданний вал на вхідний вал варіатора. Далі через клинопасову передачу момент передається на вихідний вал. Від вихідного вала рух розподіляється двома гілками: ремінною передачею на початкообривальний апарат і ланцюговою передачею на поперечний шнек. За необхідності у приводі може бути передбачена додаткова передача до подрібнювача стебел.

Ремінна передача до початкообривального апарата забезпечує відносно плавне передавання руху і частково пом'якшує динамічні навантаження. Ланцюгова передача до поперечного шнека забезпечує стабільне передавання обертання без проковзування, що важливо для рівномірного транспортування качанів до центральної частини жатки.

Для захисту приводу від перевантаження доцільно застосовувати запобіжну муфту. Вона спрацьовує при перевищенні допустимого крутного моменту, наприклад у разі потрапляння у робочі органи сторонніх предметів або при раптовому забиванні шнека рослинною масою. Це підвищує надійність жатки та зменшує ймовірність пошкодження валів, шківів, зірочок і підшипникових опор.

Деталі, які доцільно винести на деталювання у графічній частині проєкту, наведено на рис. 3.4. Для робочих креслень найбільш зручними є вал, шків клинопасової передачі, зірочка ланцюгової передачі, корпус або кронштейн кріплення варіаторного вузла та втулки.

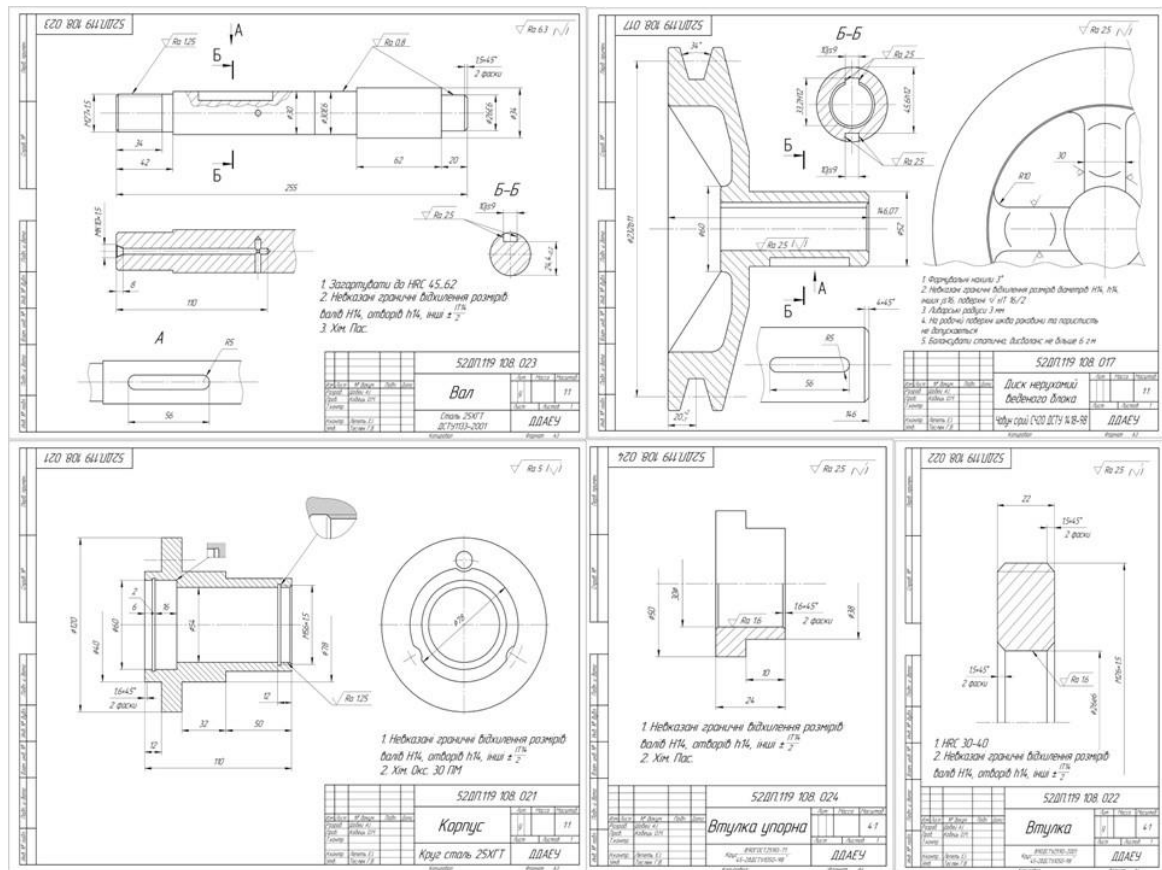


Рисунок 3.4 – Деталі варіаторного приводу для виконання робочих креслень

3.4 Розрахунок параметрів варіаторного приводу

Для перевірки працездатності запропонованого удосконалення виконаємо розрахунок основних параметрів варіаторного приводу. Розрахунок передбачає визначення діапазону регулювання, частоти обертання вихідного вала, окружної швидкості ремня, передаточного відношення клинопасової передачі, переданої потужності, крутного моменту та міцності шпонкового з'єднання.

Діапазон регулювання варіатора визначається за формулою:

$$D = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}, \quad (3.1)$$

де D – діапазон регулювання варіатора;

$n_{\max}$ – максимальна частота обертання вихідного вала, хв^{-1} ;

$n_{\min}$ – мінімальна частота обертання вихідного вала, хв^{-1} .

Для існуючої конструкції приймаємо $n_{\min} = 540 \text{ хв}^{-1}$,
 $n_{\max} = 1556 \text{ хв}^{-1}$ [14]. Тоді:

$$D = \frac{1556}{540} = 2,88. \quad (3.2)$$

Для підвищення технологічних можливостей жатки приймаємо збільшений діапазон регулювання варіаторного приводу:

$$D_{pr} = 3,40. \quad (3.3)$$

За умови збереження мінімальної частоти обертання максимальна частота обертання вихідного вала становитиме:

$$n_{\max.pr} = D_{pr} \cdot n_{\min}, \quad (3.4)$$

$$n_{\max.pr} = 3,40 \cdot 540 = 1836. \quad (3.5)$$

Отже, після удосконалення варіаторний привод забезпечує зміну частоти обертання вихідного вала у межах:

$$n_{\text{вих}} = 540 \dots 1836. \quad (3.6)$$

Окружну швидкість клинового ремня визначаємо за формулою:

$$v = \frac{\pi \cdot D_s \cdot n}{60 \cdot 1000}, \quad (3.7)$$

де v – окружна швидкість ремня, м/с ;

$D_{ш}$ – діаметр шківа, мм;

n – частота обертання шківа, хв^{-1} .

Для шківа діаметром $D_{ш} = 188$ мм при мінімальній частоті обертання маємо:

$$v_{min} = \frac{3,14 \cdot 188 \cdot 540}{60 \cdot 1000} = 5,31. \quad (3.8)$$

При максимальній частоті обертання після удосконалення:

$$v_{max} = \frac{3,14 \cdot 188 \cdot 1836}{60 \cdot 1000} = 18,08. \quad (3.9)$$

Отримане значення окружної швидкості ременя є допустимим для клинопасової передачі, тому прийняті параметри шківів можуть бути використані в конструкції варіаторного приводу.

Передаточне відношення клинопасової передачі з урахуванням пружного ковзання ременя визначаємо за формулою:

$$i = \frac{D_2}{D_1 \cdot (1 - \xi)}, \quad (3.10)$$

де i – передаточне відношення клинопасової передачі;

D_1 – діаметр ведучого шківа, мм;

D_2 – діаметр веденого шківа, мм;

ξ – коефіцієнт пружного ковзання ременя.

Для кордтканинного клинового ременя приймаємо $\xi = 0,02$ [14].

За конструктивними розмірами $D_1 = 228$ мм, $D_2 = 188$ мм. Тоді:

$$i = \frac{188}{228 \cdot (1 - 0,02)} = 0,84. \quad (3.11)$$

Частоту обертання вала наступної передачі визначаємо за формулою:

$$n_2 = \frac{n_1}{i}, \quad (3.12)$$

де n_1 – частота обертання вихідного вала варіатора, хв^{-1} ;

n_2 – частота обертання вала наступної передачі, хв^{-1} .

Для мінімального режиму:

$$n_{2min} = \frac{540}{0,84} = 643. \quad (3.13)$$

Для максимального режиму:

$$n_{2max} = \frac{1836}{0,84} = 2186. \quad (3.14)$$

Орієнтовну потужність, яку може передавати клинопасова передача, визначаємо за формулою М. А. Саверіна [14]:

$$D_s = (1100 \dots 1300) \cdot \sqrt[3]{\frac{P_1}{n_1}}, \quad (3.15)$$

де D_s – діаметр меншого шківa, мм;

P_1 – потужність на ведучому шківі, кВт;

n_1 – частота обертання ведучого шківa, хв^{-1} .

Оскільки діаметр шківa відомий, формулу перетворюємо для визначення потужності:

$$P_1 = \left(\frac{D_s}{1100 \dots 1300} \right)^3 \cdot n_1. \quad (3.16)$$

Для мінімальної частоти обертання:

$$P_{1min} = \left(\frac{188}{1100 \dots 1300} \right)^3 \cdot 540 = 1,63 \dots 2,70. \quad (3.17)$$

Для максимальної частоти обертання існуючого варіатора:

$$P_{1max} = \left(\frac{188}{1100 \dots 1300} \right)^3 \cdot 1556 = 4,71 \dots 7,77. \quad (3.18)$$

Для подальшого перевірного розрахунку приймаємо найбільше значення потужності, яке може передаватися варіаторним вузлом:

$$P_1 = 7,77. \quad (3.19)$$

Крутний момент на вихідному валу визначаємо за формулою:

$$M_2 = \frac{9550 \cdot P_1 \cdot \eta}{n_2}, \quad (3.20)$$

де M_2 – крутний момент на вихідному валу, Н·м;

P_1 – потужність на валу, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії варіаторного приводу;

n_2 – частота обертання вихідного вала, хв^{-1} .

Коефіцієнт корисної дії варіаторного приводу приймаємо $\eta = 0,90$ [14].

Перевірку вала та шпонкового з'єднання доцільно виконувати за мінімальної частоти обертання, оскільки саме у цьому режимі крутний момент є найбільшим:

$$M_2 = \frac{9550 \cdot 7,77 \cdot 0,90}{540} = 123,7. \quad (3.21)$$

Для з'єднання шківів з валом приймаємо призматичну шпонку.
За діаметра вала $d = 30$ мм приймаємо шпонку:

$$b \times h \times l = 10 \times 8 \times 56. \quad (3.22)$$

Корисну довжину шпонки визначаємо за формулою:

$$l_p = l - b, \quad (3.23)$$

$$l_p = 56 - 10 = 46. \quad (3.24)$$

Перевірку шпонки на зріз виконуємо за формулою:

$$\tau = \frac{2 \cdot M_2}{d \cdot b \cdot l_p}, \quad (3.25)$$

де τ – дотичне напруження зрізу, МПа;

M_2 – крутний момент, Н·мм;

d – діаметр вала, мм; b – ширина шпонки, мм;

l_p – корисна довжина шпонки, мм.

Оскільки $M_2 = 123,7$ Н·м ≈ 123700 Н·мм, то:

$$\tau = \frac{2 \cdot 123700}{30 \cdot 10 \cdot 46} = 17,9. \quad (3.26)$$

Перевірку шпонки на зминання виконуємо за формулою:

$$\sigma_{zm} = \frac{4 \cdot M_2}{d \cdot h \cdot l_p}, \quad (3.27)$$

де $\sigma_{зм}$ – напруження зминання, МПа;

h – висота шпонки, мм.

$$\sigma_{zm} = \frac{4 \cdot 123700}{30 \cdot 8 \cdot 46} = 44,8. \quad (3.28)$$

Для сталевій призматичної шпонки приймаємо допустимі напруження:
 $[\tau] = 60$ МПа, $[\sigma_{зм}] = 100$ МПа [14]. Умова міцності на зріз має вигляд:

$$\tau \leq [\tau], \quad (3.29)$$

$$17,9 \leq 60. \quad (3.30)$$

Умова міцності на зминання:

$$\sigma_{zm} \leq [\sigma_{zm}], \quad (3.31)$$

$$44,8 \leq 100. \quad (3.32)$$

Отже, прийнята шпонка забезпечує необхідну міцність на зріз і зминання. Запас міцності шпонкового з'єднання є достатнім для роботи варіаторного приводу робочих органів кукурудзозбиральної жатки.

Основні розрахункові параметри удосконаленого варіаторного приводу наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Основні параметри удосконаленого варіаторного приводу

Показник	Позначення	Значення
Діапазон регулювання існуючої схеми	D	2,88
Прийнятий діапазон регулювання після удосконалення	D _{пр}	3,40
Мінімальна частота обертання вихідного вала, хв ⁻¹	n _{min}	540
Максимальна частота обертання вихідного вала, хв ⁻¹	n _{max,pr}	1836
Діаметр ведучого шківа, мм	D ₁	228
Діаметр веденого шківа, мм	D ₂	188
Передаточне відношення клинопасової передачі	i	0,84
Окружна швидкість ремня, м/с	v	5,31...18,08
Прийнята розрахункова потужність, кВт	P ₁	7,77
Крутний момент на вихідному валу, Н·м	M ₂	123,7
Прийнята шпонка, мм	b×h×l	10×8×56
Напруження зрізу шпонки, МПа	τ	17,9
Напруження зминання шпонки, МПа	σ _{зм}	44,8

3.5 Технічні вимоги до виготовлення та складання варіаторного вузла

Для забезпечення надійної роботи удосконаленого приводу необхідно дотримуватися вимог до виготовлення, складання та регулювання його елементів. Деталі обертання - вали, шківи, втулки та зірочки - повинні мати посадочні поверхні, виконані з необхідною точністю та шорсткістю. Робочі канавки шківів повинні забезпечувати правильне прилягання клинового ремня і не мати задирок, раковин, тріщин або гострих кромek.

Перед складанням усі деталі очищають від забруднень, слідів корозії та технологічних задирок. Підшипникові вузли заповнюють пластичним мастилом типу Літол-24 або його аналогом. Після монтажу вал повинен

обертатися вільно, без заїдань, перекосів і сторонніх шумів. Ремінну передачу регулюють переміщенням опори варіатора або відповідного натяжного пристрою. Ланцюгову передачу регулюють так, щоб провисання вільної гілки не перевищувало 2...3 % міжосьової відстані.

Різьбові з'єднання після регулювання необхідно затягнути і законтрити. Відкриті рухомі частини приводу обов'язково закривають захисними кожухами. Після складання виконують пробне прокручування приводу без навантаження, а потім перевіряють роботу механізму під навантаженням на малих обертах.

3.6 Висновки

У розділі обґрунтовано доцільність удосконалення кукурудзозбиральної жатки шляхом модернізації її приводної системи. Запропоноване рішення передбачає встановлення на рамі жатки варіаторного приводу, який отримує обертання від вала відбору потужності комбайна через карданний вал і передає його до початкообривального апарата та поперечного шнека через ремінну і ланцюгову передачі.

Виконано опис конструкції та принципу роботи удосконаленого приводу, визначено його місце у загальній схемі жатки та показано, що основною перевагою запропонованого рішення є можливість плавного регулювання частоти обертання робочих органів залежно від умов збирання кукурудзи.

Розрахунком встановлено, що діапазон регулювання варіаторного приводу може бути збільшено з 2,88 до 3,40. При цьому частота обертання вихідного вала змінюється у межах $540...1836 \text{ хв}^{-1}$, а частота обертання вала наступної передачі - у межах $643...2186 \text{ хв}^{-1}$. Окружна швидкість клинового ремня становить $5,31...18,08 \text{ м/с}$, що є допустимим для прийнятої клинопасової передачі.

За результатами перевірного розрахунку прийнято розрахункову потужність варіаторного вузла 7,77 кВт і визначено крутний момент на вихідному валу 123,7 Н·м. Прийнята призматична шпонка 10×8×56 мм забезпечує необхідну міцність на зріз і зминання, оскільки фактичні напруження становлять відповідно 17,9 МПа і 44,8 МПа, що не перевищує допустимих значень.

Таким чином, запропоноване удосконалення забезпечує підвищення адаптивності кукурудзозбиральної жатки до змінних польових умов, сприяє зменшенню втрат качанів, покращує рівномірність подачі маси до поперечного шнека та підвищує надійність роботи приводу.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Вимоги до виконання виробничих процесів

1) Заправка сільськогосподарської техніки та агрегатів технологічними матеріалами, такими як насіння, розсада, рідкі та тверді агрохімікати й пестициди, необхідно виконувати на технологічних дорогах поля з використанням механізованих засобів.

2) Під час роботи за груповим методом слід дотримуватись дистанції між: орними, посівними, садильними та збиральними машинами й агрегатами — не менше 30 м; агрегатами із роторними робочими органами (за винятком обладнання для контурного обрізування гілок) — не менше 50 м.

3) Під час проведення масових польових робіт відкриті майданчики для паркування техніки мають розташовуватися на безпечній відстані: не менше 30 м від зон тимчасового зберігання паливно-мастильних матеріалів, не менше 100 м від хлібних ланів, скирт соломи, сіна чи токів і, щонайменше, 50 м від будівель.

4) Переміщення техніки та обладнання до місця виконання завдань, а також під час робіт, має здійснюватися згідно із заздалегідь розробленими маршрутами та технологічними планами.

4.2 Вимоги безпеки під час збирання врожаю зернових культур

1) Перед початком збору врожаю власники або керівники підприємств мають виконати низку організаційних заходів. Зокрема, слід завершити підготовку збирально-транспортного обладнання і перевірити стан інструментів та пристосувань для їхнього ремонту. Необхідно закріпити техніку за відповідальними працівниками, організувати ланки технічного

обслуговування машин, а також облаштувати на визначених ділянках польові стани, місця для відпочинку працівників, майданчики для техніки та зберігання паливно-мастильних матеріалів. Крім того, потрібно підготувати поля, перевірити провисання проводів ліній електропередач і провести інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки.

2) Під час проведення інструктажу з охорони праці на робочому місці слід враховувати низку важливих факторів, серед яких: стан культури, яка підлягає збиранню, погодні умови, технічний стан збиральної техніки й транспортних засобів, чисельність та рівень кваліфікації працівників. Крім того, необхідно брати до уваги інформацію про потенційні виробничі небезпеки і випадки травматизму, що виникали під час попередніх сезонів збирання врожаю.

3) Персонал для обслуговування збиральних агрегатів слід підбирати з урахуванням їхньої професійної кваліфікації.

4) Під час виконання технічного обслуговування збиральних машин та транспортних агрегатів в умовах обмеженої або відсутньої природної освітленості, необхідно забезпечити достатнє штучне освітлення робочих майданчиків. Інтенсивність світла на поверхні в будь-якій точці робочої зони не повинна опускатися нижче рівня 50 люкс, що дозволяє забезпечити належну видимість для безпечного і якісного виконання робіт.

5) Зберігання запасних ножів збиральної техніки повинне здійснюватися в дерев'яних футлярах безпосередньо на польовому стані. У виняткових випадках дозволяється розміщення запасного ножа на жатці, за умови забезпечення його у безпечному місці. Під час виконання польових робіт та руху зернозбирального комбайна по дорогах строго забороняється перебування будь-кого, окрім комбайнера, на самому комбайні. Категорично не дозволяється присутність осіб у кузові автомобіля чи тракторного причепа під час їх заповнення технологічними продуктами, а також у процесі транспортування вантажу до місця складування. З метою забезпечення безпеки операцій, комбайни слід обладнати дерев'яними лопатами, які

призначені для полегшення переміщення злежаного зерна в бункерах до вивантажувального шнека. Для забезпечення стійкості та безпеки проведення ремонтних робіт збиральні машини мають бути оснащені міцними дерев'яними підкладками, необхідними для встановлення домкрата. Перед підняттям машини її слід загальмувати, а під колеса розмістити противідкатні башмаки. Домкрат має встановлюватися виключно у спеціально передбачених і позначених місцях, при цьому необхідно попередньо перевірити його справність. У процесі транспортування вивантажувальні шнеки та інші робочі вузли збиральних машин повинні бути переведені у транспортне положення для запобігання потенційним аварійним ситуаціям. Мінімальна дистанція між рухомими машинами під час транспортування або роботи має становити не менше 50 м [15].

4.3 Вплив технологічного процесу на навколишнє середовище

Удосконалений технологічний процес не має негативних екологічних наслідків на навколишнє середовище.

4.4 Висновки

Дотримання встановлених вимог до організації виробничих процесів (безпечні відстані, маршрути руху, правильне розміщення техніки) забезпечує зниження ризику аварій та створює безпечні умови праці.

Виконання комплексу організаційних і технічних заходів під час збирання врожаю (підготовка техніки, інструктаж, кваліфікований персонал, дотримання правил безпеки) є ключовим для запобігання травматизму та забезпечення ефективної роботи.

Запропонований технологічний процес не чинить шкідливого впливу на навколишнє середовище, що свідчить про його екологічну безпечність.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОГБРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

5.1 Обґрунтування техніко-економічних характеристик спроектованої машини

Перед аналізом витрат і даних щодо модернізації процесу обмолоту комбайнів варто врахувати її ключову роль. Модернізація підвищує ефективність, якість обмолоту, знижує витрати пального й ресурсів, мінімізує витрати на обслуговування та ремонти, продовжує термін служби техніки. Це сприяє не лише зростанню продуктивності, але й забезпечує економічні вигоди. Вивчення цих факторів дозволяє оцінити можливості та вигоди, які відкриває оновлення обладнання.

Таблиця 5.1 Вихідні дані проекту використання нового складу агрегату

Вихідні дані	Варіанти	
	Базовий	Проектний
Вид роботи, що виконується	Збирання кукурудзи на зерно	Збирання кукурудзи на зерно
Склад агрегату	КЗС-9-1+ПЗКС-8	КЗС-9-1+ПЗКС-8
Комбайн	2631000	2646000
Приставка	350000	390000
Обсяг роботи, га	300	300
Продуктивність агрегату за годину робочої зміни, га/год.	2,20	2,82
Балансова вартість агрегату, грн.	2981000	2996000
Тривалість зміни, год.	7	7
Кількість обслуговуючого персоналу, осіб	2	2
Комплексна ціна 1 кг пального, грн.	102	102

5.2 Розрахунки техніко-економічних показників

Для проведення економічної оцінки проекту необхідно визначити такі пункти:

Змінна продуктивність агрегату:

$$W_{зм} = W_{год} \cdot T_{зм}, \quad (5.1)$$

де $W_{год}$ – продуктивність агрегату за годину робочої зміни, га/год;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Тоді за формулою (5.1) маємо:

Базовий:

$$W_{зм}^б = 2,20 \cdot 7 = 15,4 \text{ га/зм.} \quad (5.2)$$

Проектний:

$$W_{зм}^п = 2,82 \cdot 7 = 19,74 \text{ га/зм.} \quad (5.3)$$

Витрати робочого часу на одиницю роботи агрегату [16]:

$$B = K_{пр} \cdot T_{зм} / W_{зм}, \quad (5.4)$$

де $K_{пр}$ – кількість обслуговуючого персоналу, осіб.

Тоді за формулою (5.4) маємо:

Базовий:

$$B^б = 2 \cdot \frac{7}{15,4} = 0,90 \text{ люд. – год./га.} \quad (5.5)$$

Проектний:

$$B^п = 2 \cdot \frac{7}{19,74} = 0,71 \text{ люд. – год./га.} \quad (5.6)$$

Нормативне завантаження агрегату [16]:

$$T_H = Q/W_{\text{год}}, \quad (5.7)$$

де Q – обсяг роботи, га.

Тоді за формулою (5.7) маємо:

Базовий:

$$T_H^{\text{б}} = \frac{300}{2,20} = 136,36 \text{ га.} \quad (5.8)$$

Проектний:

$$T_H^{\text{п}} = \frac{300}{2,82} = 106,38 \text{ га.} \quad (5.9)$$

Нормативні витрати на ТО, ПР, КР, зберігання:

$$H_{\text{рем}} = Б \cdot 0,097 \cdot W_{\text{год}}/T_H, \quad (5.10)$$

де Б – балансова вартість агрегату, грн.

Тоді за формулою (5.10) маємо:

Базовий:

$$H_{\text{рем}}^{\text{б}} = 2981000 \cdot 0,097 \cdot \frac{2,20}{136,36} = 4665,19 \text{ грн.} \quad (5.11)$$

Проектний:

$$H_{\text{рем}}^{\text{п}} = 2996000 \cdot 0,097 \cdot \frac{2,82}{136,36} = 6010,02 \text{ грн.} \quad (5.12)$$

Експлуатаційні витрати всього розрахуємо за виразом:

$$ЕВ = ЗП + А + В_{\text{пмм}} + В_{\text{рем}} + ІВ, \quad (5.13)$$

де ЗП – заробітна плата, грн./га;

А – амортизаційні відрахування, грн.;

$В_{\text{пмм}}$ – вартість ПММ, грн./га;

$В_{\text{рем}}$ – витрати на ТО, ПР, КР та зберігання, грн./га;

ІВ – інші витрати грн./га.

Заробітна плата з нарахуваннями:

$$ЗП = ТС / W_{\text{год}} \cdot 1,2 \cdot 1,362, \quad (5.14)$$

де ТС – тарифна ставка, приймаємо ТС = 116 грн.;

1,2 – коефіцієнт, що враховує додаткову доплату;

1,362 – коефіцієнт, що враховує розмір відрахувань на соціальні заходи [16];

Тоді за формулою (5.14) маємо:

Базовий:

$$ЗП^б = \frac{116}{2,20} \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 86,18 \text{ грн./га.} \quad (5.15)$$

Проектний:

$$ЗП^п = \frac{116}{2,82} \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 67,23 \text{ грн./га.} \quad (5.16)$$

Амортизаційні відрахування:

$$А = Б \cdot \lambda / 100 \cdot Q, \quad (5.17)$$

де λ – норма амортизації, %;

Тоді за формулою (5.17) маємо:

Базовий:

$$A^б = \frac{2981000 \cdot 10}{100 \cdot 300} = 993,60 \text{ грн.} \quad (5.18)$$

Проектний:

$$A^п = \frac{2996000 \cdot 10}{100 \cdot 300} = 998,60 \text{ грн.} \quad (5.19)$$

Вартість ПММ:

$$B_{\text{ПММ}} = H_{\text{ПММ}} \cdot Ц_{\text{к}}, \quad (5.20)$$

де $H_{\text{ПММ}}$ – норма витрати палива, кг/га (з технологічних карт);

$Ц_{\text{к}}$ – комплексна ціна 1 кг ПММ, грн.;

Тоді за формулою (5.20) маємо:

Базовий:

$$B_{\text{ПММ}}^б = 21,60 \cdot 102 = 2203,2 \text{ грн./га.} \quad (5.21)$$

Проектний:

$$B_{\text{ПММ}}^п = 16,82 \cdot 102 = 1715,64 \text{ грн./га.} \quad (5.22)$$

Витрати на ТО, ПР, КР та зберігання:

$$B_{\text{рем}} = H_{\text{рем}} / W_{\text{год}}. \quad (5.23)$$

Тоді за формулою (5.23) маємо:

Базовий:

$$B_{\text{рем}}^б = \frac{4665,19}{2,20} = 2120,54 \text{ грн./га.} \quad (5.24)$$

Проектний:

$$B_{\text{рем}}^{\text{п}} = \frac{6010,02}{2,82} = 2131,21 \text{ грн./га.} \quad (5.25)$$

Інші витрати складають 3 % від загальної суми експлуатаційних витрат:

$$IV = (ЗП + А + B_{\text{пмм}} + B_{\text{рем}}) \cdot 3/100. \quad (5.26)$$

Тоді за формулою (5.26) маємо:

Базовий:

$$IV^{\text{б}} = (86,18 + 993,60 + 2203,2 + 2120,54) \cdot 0,03 = 162,1 \text{ грн./га.} \quad (5.27)$$

Проектний:

$$IV^{\text{п}} = (67,23 + 998,60 + 1715,64 + 2131,21) \cdot 0,03 = 147,4 \text{ грн./га.} \quad (5.28)$$

Експлуатаційні витрати всього визначаємо за формулою (5.13):

Базовий:

$$EB^{\text{б}} = 86,18 + 993,60 + 2203,2 + 2120,54 + 162,1 = 5565,62 \text{ грн./га.} \quad (5.29)$$

Проектний:

$$EB^{\text{п}} = 67,23 + 998,60 + 1715,64 + 2131,21 + 147,4 = 5060,05 \text{ грн./га.} \quad (5.30)$$

Капітальні вкладення на 1 га:

$$KB = B/Q. \quad (5.31)$$

Тоді за формулою (5.31) маємо:

Базовий:

$$KB^6 = \frac{2981000}{300} = 9936,67 \text{ грн.} \quad (5.32)$$

Проектний:

$$KB^п = \frac{2996000}{300} = 9986,67 \text{ грн.} \quad (5.33)$$

Приведені витрати на 1 га:

$$ПВ = EB + 0,15 \cdot KB. \quad (5.34)$$

Тоді за формулою (5.12) маємо:

Базовий:

$$ПВ^6 = 5565,62 + 0,15 \cdot 9936,67 = 7056,12 \text{ грн.} \quad (5.35)$$

Проектний:

$$ПВ^п = 5060,05 + 0,15 \cdot 9986,67 = 6558,05 \text{ грн.} \quad (5.36)$$

Приведені витрати на весь обсяг робіт:

$$ПВ_Q = ПВ \cdot Q. \quad (5.37)$$

Тоді за формулою (5.13) маємо:

Базовий:

$$ПВ_Q^6 = 7056,12 \cdot 300 = 2116836 \text{ грн.} \quad (5.38)$$

Проектний:

$$ПВ_Q^п = 6558,05 \cdot 300 = 1967415 \text{ грн.} \quad (5.39)$$

Річний економічний ефект:

$$E_p = ПВ_Q^б - ПВ_Q^п = 2116836 - 1967415 = 149421 \text{ грн./рік.} \quad (5.40)$$

Термін окупності капітальних вкладень:

$$T_o = \Delta KB / E_p = \frac{15000}{149421} = 0,10 \text{ років,} \quad (5.41)$$

де ΔKB – розмір додаткових капітальних вкладень по проекту, який визначається по різниці капітальних вкладень, приймаємо $\Delta KB = 15000$ грн.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 Техніко-економічні показники впроваджуваного проекту

Показники	Варіанти	
	Базовий	Проектний
Обсяг роботи, га	300	300
Годинна продуктивність, га/год.	2,20	2,82
Витрати палива на 1 га, кг	21,60	16,82
Балансова вартість агрегату, грн.	2981000	2996000
Нормативне навантаження, год.	136,36	106,38
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього:	5565,62	5060,05
• заробітна плата з нарахуваннями, грн.	86,18	67,23
• амортизаційні відрахування, грн.	993,60	998,60
• вартість ПММ, грн.	2203,2	1715,64
• витрати на ТО, ПР, КР, зберігання, грн.	2120,54	2131,21
• інші витрати.	162,1	147,4
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	9936,67	9986,67
Приведені витрати на 1 га, грн.	7056,12	6558,05
Річний економічний ефект, грн.	—	149421
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	—	0,10

5.3 Висновки

Впровадження проектного варіанту агрегату є економічно доцільним та ефективним. У проектному варіанті приведені витрати на 1 га становлять 6558,05 грн, що на 498,07 грн менше порівняно з базовим варіантом. При цьому річний економічний ефект від впровадження модернізації складає 149421 грн. Незважаючи на незначне збільшення капітальних вкладень, проект характеризується високою економічною ефективністю, оскільки термін окупності додаткових вкладень становить лише один сезон експлуатації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході проведеного дослідження було детально аналізовано актуальність вдосконалення механізованих процесів збирання кукурудзи на зерно, що визначається потребою у підвищенні продуктивності, мінімізації втрат врожаю та зниженні експлуатаційних витрат. Одним із найбільш перспективних напрямків вирішення зазначених завдань є модернізація наявних збиральних машин, зокрема жатки КМС-8, яка широко застосовується у сільськогосподарській діяльності України.

У результаті детального аналізу конструктивних особливостей означеної жатки були виявлені певні недоліки, які впливають на зниження її ефективності, особливо в умовах збирання гібридів кукурудзи із підвищеним розташуванням качанів або нестандартними морфологічними характеристиками рослин. У зв'язку з цим запропоновано інноваційне технічне рішення, спрямоване на вдосконалення функціональних елементів жатки, а саме вузлів відокремлення качанів і подачі їх у подрібнювальний апарат. Очікується, що ці конструктивні зміни зменшать втрати зерна, підвищать якість подрібнення і забезпечать стабільну роботу машини за різноманітних виробничих умов.

У результаті виконання розрахунків і конструкторської розробки встановлено, що впровадження варіаторного приводу забезпечує розширення діапазону регулювання з 2,88 до 3,40, що дозволяє адаптувати роботу жатки до змінних польових умов. Частота обертання вихідного вала змінюється в межах $540 \dots 1836 \text{ хв}^{-1}$, а наступного вала — $643 \dots 2186 \text{ хв}^{-1}$, що забезпечує стабільність технологічного процесу. Окружна швидкість клинового ремня становить $5,31 \dots 18,08 \text{ м/с}$, що відповідає допустимим умовам роботи передачі. Розрахункова потужність варіаторного вузла складає $7,77 \text{ кВт}$, а крутний момент на вихідному валу — $123,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Для забезпечення надійної роботи обрано призматичну шпонку розміром $10 \times 8 \times 56 \text{ мм}$, яка гарантує необхідну міцність на зріз і зминання.

Фактичні напруження становлять 17,9 МПа для зрізу та 44,8 МПа для зминання, що знаходиться в межах допустимих норм. Удосконалена конструкція забезпечує підвищення продуктивності агрегату та зниження втрат урожаю за рахунок кращого узгодження режимів роботи робочих органів.

Дотримання вимог до організації виробництва (безпечні відстані, маршрути, правильне розміщення техніки) знижує ризик аварій і забезпечує безпеку праці. Комплекс заходів під час збору врожаю (підготовка техніки, інструктаж, кваліфікація персоналу, дотримання безпеки) запобігає травматизму і забезпечує ефективність. Запропонований процес є екологічно безпечним, оскільки не шкодить довкіллю.

Виконані розрахунки техніко-економічної ефективності впровадження модернізованої жатки підтвердили економічну і технологічну доцільність здійснення запропонованих змін. Приведені витрати на 1 га знижено з 7056,12 до 6558,05 грн, що підтверджує економічну доцільність модернізації. Річний економічний ефект від впровадження проєкту становить 149421 грн, при цьому термін окупності додаткових капітальних вкладень складає лише 0,10 років, що свідчить про високу інвестиційну привабливість рішення.

Таким чином, модернізація жатки КМС-8 дозволяє суттєво підвищити рівень механізації у рослинництві, що є ключовим фактором забезпечення сталого розвитку сучасного сільського господарства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Агробізнес сьогодні. (2018). Окремі моделі машин для збирання кукурудзи в качанах. <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9031-okremi-modeli-mashyn-dlia-zbyrannia-kukurudzy-v-kachanakh.html>
2. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін.; За ред. С. С. Яцуна. — К.: Мета, 2003. — 448 с.: іл.
3. Інформаційно-аналітична система "Аграрії разом". (n.d.). Кукурудза на зерно. <https://agrarii-razom.com.ua/culture/kukurudza-na-zerno>
4. Головна, Agromage.com. (n.d.). Біологія кукурудзи. https://agromage.com/stat_id.php?id=440
5. НУБіП, Національний університет біоресурсів і природокористування України. (2019). Господарсько-біологічна характеристика та особливості насінництва батьківських форм гібридів кукурудзи селекції ТОВ «Агрофірма «Колос». https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u167/gospodarsko-biologichna_harakteristika_ta_osoblivosti_nasinnictva_kukurudzi.pdf
6. 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.: іл.
7. Сільськогосподарські машини : підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — Київ: «Агроосвіта», 2015. — 679 с.
8. StudFiles. (n.d.). Лабораторна робота №13, тема: Машини для збирання кукурудзи на зерно. <https://studfile.net/preview/8847873/page:18/>
9. Липовський, М.І., Перекопський, О.М. (2019, December 5). RU194321U1 - Молотильний барабан - Google Patents. <https://patents.google.com/patent/RU194321U1/ru>

10. Липовський, М.І., Перекопський, О.М., Зиков, А.В. (2021, February 3). RU202120U1 - Молотильний пристрій - Google Patents. <https://patents.google.com/patent/RU202120U1/ru>
11. Шурінов, В.О., Олійник, О.А., Слободянюк, В.М., Урсал, Г.Ф., Сидоров, В.О., Прохоров, В.І., Крячко, Ю.Г., Петрова, Ю.С., Грибовський, М.Л., Йорж, О.Г. (2012, November 26). UA75261U - Жатка для збирання кукурудзи - Google Patents. <https://patents.google.com/patent/UA75261U/uk>
12. Середюк, С.О. (2020, February 10). UA140320U - Навісна жатка для збирання кукурудзи - Google Patents. <https://patents.google.com/patent/UA140320U/uk>
13. Міжнародний інформаційно-маркетинговий центр "Машини і обладнання для АПК". (n.d.). Кукурудзозбиральна машина КМС-6-03. <http://www.agrotechnika-ukr.com.ua/>
14. Дирда В.І. Довідковий посібник розрахунків механізмів сільськогосподарських та підйомно-транспортних машин: навчальний посібник / В.І. Дирда, Ю.М. Овчаренко - Дніпропетровськ, 2003. – 52 с.
15. Великосєверинівська сільська рада Кропивницького району, Кіровоградської області. (2021). Охорона праці. <https://velykoseverynivska-silrada.gov.ua/ohorona-pratsi/>
16. Методичні рекомендації по економічному обґрунтуванню дипломних проектів для студентів факультету МСГ, що захищають диплом на кафедрі СГМ/Дніпропетр. держ. агр. ун-т. Дніпропетровськ, 2011. – 20 с.

ДОДАТКИ

[illegible]

Формат	Зона.	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			52ДП.119.108.000.СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	52ДП.119.108.001	Плита	1	
		2	52ДП.119.108.002	Вісь	1	
		5	52ДП.119.108.005	Диск нерухомий ведучого		
				блока	1	
		9	52ДП.119.108.009	Диск рухомий ведучого		
				блока	1	
		16	52ДП.119.108.016	Диск рухомий веденого		
				блока	1	
		17	52ДП.119.108.017	Диск нерухомий веденого		
A3				блока	1	
		20	52ДП.119.108.020	Тарілка пружини	1	
A3		21	52ДП.119.108.021	Корпус	1	
A4		22	52ДП.119.108.022	Втулка	1	
A3		23	52ДП.119.108.023	Вал	1	
A4		24	52ДП.119.108.024	Втулка упорна	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Болт		
		3		M14×35-7798	4	
		3		M14×25	4	
				52ДП.119.108.000.СК		
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		
Розробив		Шобей А.І.			Варіатор привода	
Перевірив		Кобець О.М.				
Консультант					Складальне креслення	
Н. контр.		Лепеть Є.І.				
Затвердив		Теслюк Г.В.				
					Літ.	Лист
						Листів
					1	2
					ДДАЕУ	

Формат	Зона.	Поз.	Позначення		Найменування	Кіл.	Прим.
					Гайка		
		4			M14-5915	8	
		10			M27×1.5-64.04	2	
					ДСТУ 5914-2006		
					Шайба		
					ДСТУ 6402-2006		
		5			12.65Г	8	
					ДСТУ 11371-98		
					24.65Г.29	1	
					Підшипник кульковий		
		7			180207	1	
		7			180206	3	
		7			180206		
		7			180205		
					Прес-масленка		
					ДСТУ 9853-94		
		10			1.3 УХЛ 1-1	2	
					Шпонка		
		14			10×8×56-23360	1	
					10×8×50-23360	1	
					16×10×56-23360	1	
					Кільце упорне		
		11			С-62-13943	1	
					<u>Інші вироби</u>		
		12			Гідроциліндр	1	
		13			Підпірний клапан	1	
					52ДП.119.108.000.СК	Лист	
						2	
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ЖАТКИ КМС-8

демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

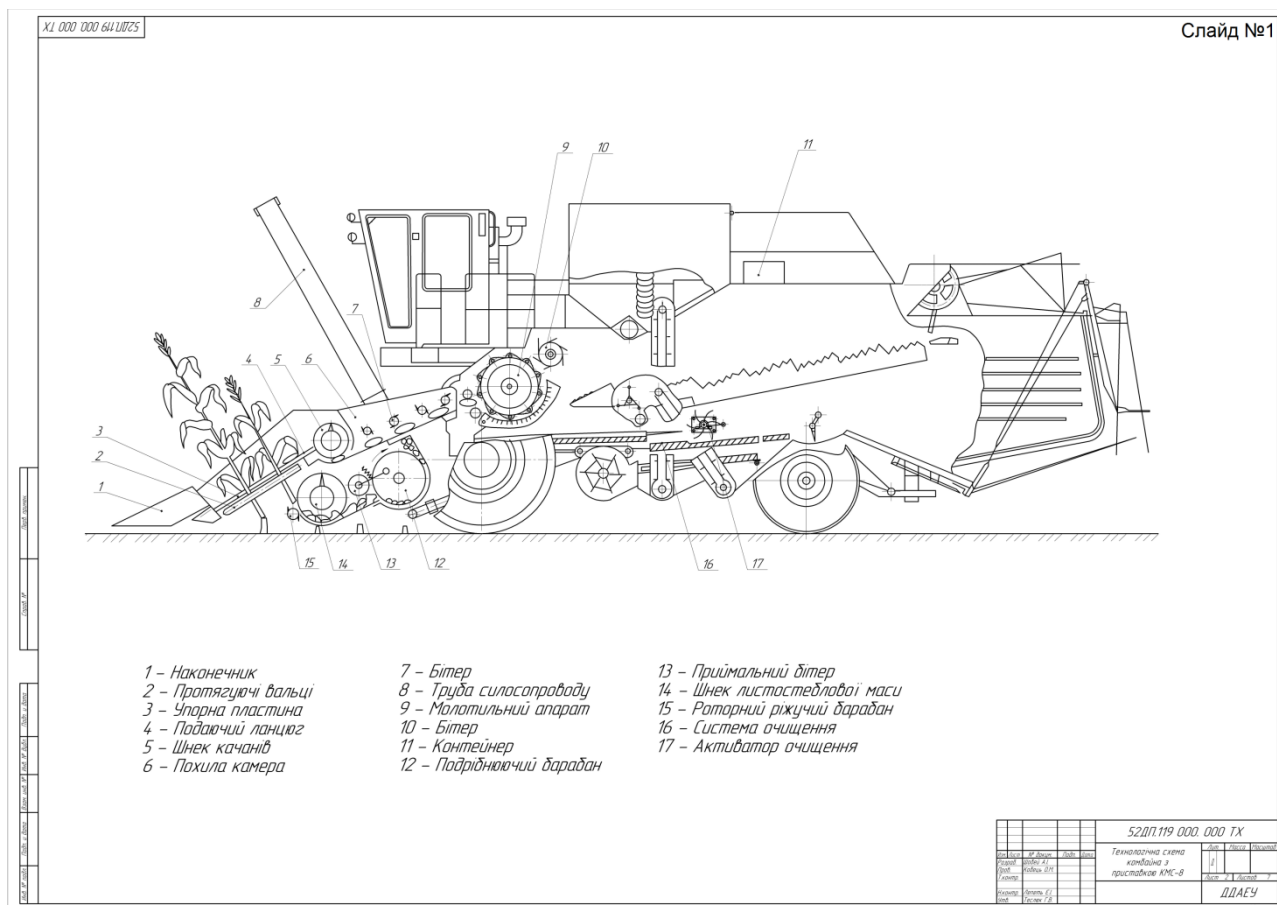
Виконав: студент 4го курсу, групи АІ-3-22

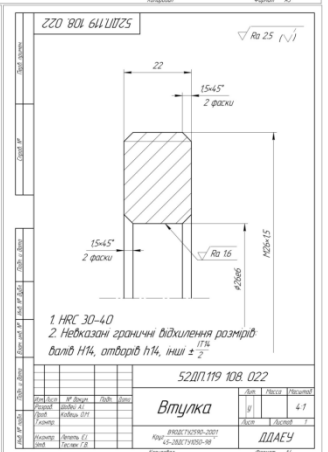
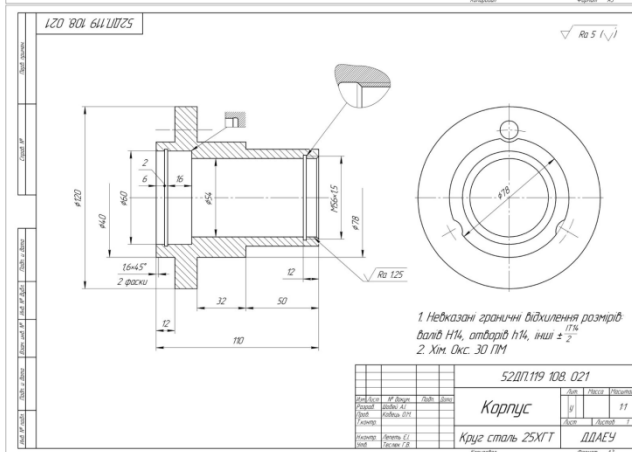
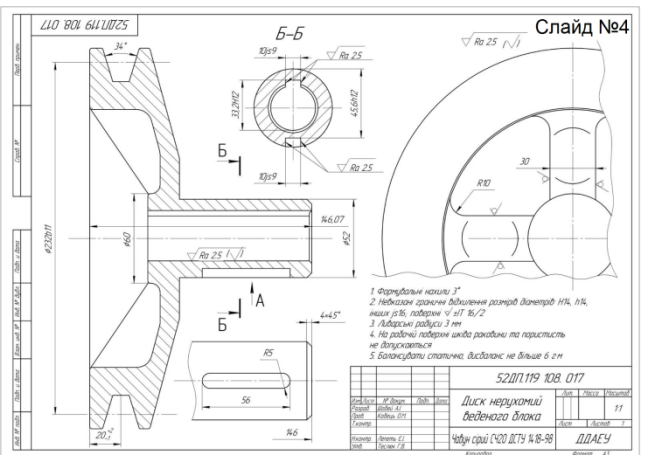
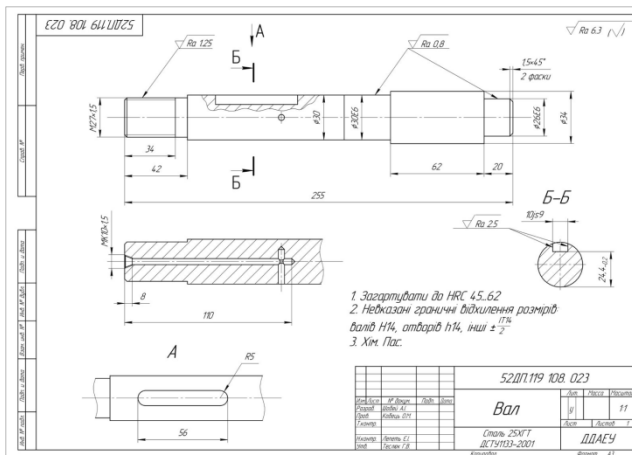
Шобей Артем Іванович

Керівник: доцент

Кобець Олександр Миколайович

Дніпро - 2026





52.01.119.000.000.E

Слайд №5

Показники	Варіанти	
	Базовий	Проектний
Обсяг роботи, га	300	300
Годинна продуктивність, га/год.	2,20	2,82
Витрати палива на 1 га, кг	21,60	16,82
Балансова вартість агрегату, грн.	2981000	2996000
Нормативне навантаження, год.	136,36	106,38
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього:	5565,62	5060,05
• заробітна плата з нарахуваннями, грн.	86,18	67,23
• амортизаційні відрахування, грн.	993,60	998,60
• вартість ПММ, грн.	2203,2	1715,64
• витрати на ТО, ПР, КР, зберігання, грн.	2120,54	2131,21
• інші витрати.	162,1	147,4
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	9936,67	9986,67
Приведені витрати на 1 га, грн.	7056,12	6558,05
Річний економічний ефект, грн.	—	149421
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	—	0,10

52.01.119.000.000.E	ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	11
Сталь 25ХГТ	ДДАЄУ	
Версія	А1	

У ході проведеного дослідження було детально аналізовано актуальність вдосконалення механізованих процесів збирання кукурудзи на зерно, що визначається потребою у підвищенні продуктивності, мінімізації втрат врожаю та зниженні експлуатаційних витрат. Одним із найбільш перспективних напрямків вирішення зазначених завдань є модернізація наявних збиральних машин, зокрема жатки КМС-8, яка широко застосовується у сільськогосподарській діяльності України.

У результаті детального аналізу конструктивних особливостей означеної жатки були виявлені певні недоліки, які впливають на зниження її ефективності, особливо в умовах збирання гібридів кукурудзи із підвищеним розташуванням качанів або нестандартними морфологічними характеристиками рослин. У зв'язку з цим запропоновано інноваційне технічне рішення, спрямоване на вдосконалення функціональних елементів жатки, а саме вузлів відокремлення качанів і подачі їх у подрібнювальний апарат. Очікується, що ці конструктивні зміни зменшать втрати зерна, підвищать якість подрібнення і забезпечать стабільну роботу машини за різноманітних виробничих умов.

У результаті виконання розрахунків і конструкторської розробки встановлено, що впровадження варіаторного приводу забезпечує розширення діапазону регулювання з 2,88 до 3,40, що дозволяє адаптувати роботу жатки до змінних польових умов. Частота обертання вихідного вала змінюється в межах $540 \dots 1836 \text{ хв}^{-1}$, а наступного вала — $643 \dots 2186 \text{ хв}^{-1}$, що забезпечує стабільність технологічного процесу. Окружна швидкість клинового ремня становить $5,31 \dots 18,08 \text{ м/с}$, що відповідає допустимим умовам роботи передачі. Розрахункова потужність варіаторного вузла складає $7,77 \text{ кВт}$, а крутний момент на вихідному валу — $123,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Для забезпечення надійної роботи обрано призматичну шпонку розміром $10 \times 8 \times 56 \text{ мм}$, яка гарантує необхідну міцність на зріз і зминання. Фактичні напруження становлять $17,9 \text{ МПа}$ для зрізу та $44,8 \text{ МПа}$ для зминання, що знаходиться в межах допустимих норм. Удосконалена конструкція забезпечує підвищення продуктивності агрегату та зниження втрат урожаю за рахунок кращого узгодження режимів роботи робочих органів.

Дотримання вимог до організації виробництва (безпечні відстані, маршрути, правильне розміщення техніки) зникає ризик аварій і забезпечує безпеку праці. Комплекс заходів під час збору врожаю (підготовка техніки, інструктаж, кваліфікація персоналу, дотримання безпеки) запобігає травматизму і забезпечує ефективність. Запропонований процес є екологічно безпечним, оскільки не шкодить довкіллю.

Виконані розрахунки техніко-економічної ефективності впровадження модернізованої жатки підтвердили економічну і технологічну доцільність здійснення запропонованих змін. Приведені витрати на 1 га знижено з $7056,12$ до $6558,05$ грн, що підтверджує економічну доцільність модернізації. Річний економічний ефект від впровадження проєкту становить 149421 грн, при цьому термін окупності додаткових капітальних вкладень складає лише $0,10$ років, що свідчить про високу інвестиційну привабливість рішення.

Таким чином, модернізація жатки КМС-8 дозволяє суттєво підвищити рівень механізації у рослинництві, що є ключовим фактором забезпечення сталого розвитку сучасного сільського господарства.

				5207.119 000.000 В			
				Лист	1	Всього	1
				Загальні висновки			
				Лист	1	Всього	1
				ДДАЕУ			
				Архив			