

Луцький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет аграрних технологій та екології
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))
Кафедра аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

на тему: «Дослідження процесу посіву кукурудзи з розробкою стрічкового
завантажувача сівалки»

Виконав: студент 2 курсу, групи АІм- 21
спеціальності 208 Агроінженерія
за освітньо-професійною
програмою «Агроінженерія»

Левков Д.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник Хомич С.М.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОП Хомич С.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Герасимчук О.П.

(прізвище та ініціали)

Луцьк 2025

**ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет	<i>аграрних технологій та екології й</i>
Кафедра	<i>аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса</i>
Галузь знань	<i>20 Аграрні науки та продовольство</i>
Освітній ступінь	<i>магістр</i>
Спеціальність	<i>208 Агроінженерія</i>
Освітньо-професійна програма	<i>Агроінженерія</i>

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри аграрної інженерії
ім. проф. Г.А.Хайліса

доцент, к.т.н. _____ С.М. Хомич
«01» липня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ**

Левкову Денису Павловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесу посіву кукурудзи з розробкою
стрічкового завантажувача сівалки

керівник роботи Хомич Сергій Миколайович, к.т.н., доцент

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

затверджена наказом ЛНТУ від «01» липня 2025 р. № 459/01-07

2. Термін здачі студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу магістра.
3. Реферат.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основну частину.
7. Загальні висновки.
8. Перелік джерел посилань.
9. Додатки

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

	к-сть листів
1. Вихідні дані	1 лист
2. Теоретичні положення	1 лист
3. Апаратура та обладнання для експериментальних досліджень	1 лист
4. Результати експериментальних досліджень	1 лист
5. Планування та результати експерименту з використанням математичного методу планування	1 лист
6. Схема експериментальної установки чи досліджуваної машини (функціональна або принципова)	1 лист
7. Складальне креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	1 лист

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Юхимчук С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою, формування завдань досліджень	01.07. – 16.07.2025 р.	
2	Обґрунтування конструкції і теоретичні дослідження	20.08 – 31.08.2025 р.	
3	Розробка схеми експериментальної установки чи досліджуваної машини	01.09 – 30.09.2025 р.	
4	Розробка програми і методики експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2025 р.	
5	Реалізація та обробка результатів експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2025 р.	
6	Експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування	15.10 – 01.11.2025 р.	
7	Розробка креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	01.11 – 15.11.2025 р.	
8	Узагальнення результатів та оформлення пояснювальної записки	15.11 – 25.11.2025 р.	
9	Оформлення ілюстративного матеріалу для захисту магістерської роботи	15.11 – 25.11.2025 р.	
10	Нормоконтроль	до 04.12.2025 р.	
11	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	04.12.– 14.12.2025 р.	

Студент

_____ (підпис)

Левков Д.Д.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Хомич С.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Гарант ОПП

_____ (підпис)

Хомич С.М.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра присвячена дослідженню завантаження кукурудзяної сівалки посівним матеріалом.

У роботі представлені дослідження і теоретичні розрахунки стрічкового робочого органу і експериментальні дослідження для визначення конструктивних та технологічних параметрів завантажувача.

Пояснювальна записка містить відомості про призначення та принципи роботи машин-аналогів. На основі відмінностей та удосконалень яких, запропоновано оновлену конструкцію завантажувача і представлено її опис. Представлені відомості про технологічний процес роботи машини та властивості технологічного матеріалу, що обробляється. Наведена функціональна схема машини та обґрунтований технологічний процес її роботи.

У роботі представлені методики досліджень коефіцієнту тертя посівних сортів кукурудзи. Виконані дослідженні щодо енергії проростання насіння після операції завантаження (процесу переміщення стрічкою розміщеною під певним кутом). Проведені обґрунтування з дослідження кута нахилу робочого органу при завантажуванні сівалок.

Проведені експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування експерименту, запропонована удосконалена технологія вирощування кукурудзи з використанням проектованої машини та подані висновки.

Кукурудза, сівалка, стрічка, енергія проростання, пошкодження, кут нахилу, транспортування, тертя, переміщення.

ABSTRACT

The master's qualification work is devoted to the study of loading a corn seeder with seed material.

The work presents research and theoretical calculations of the belt working body and experimental studies to determine the design and technological parameters of the loader.

The explanatory note contains information on the purpose and principle of operation of similar machines. Based on the differences and improvements of which, an updated design of the loader is proposed and its description is presented. Information is presented on the technological process of the machine and the properties of the technological material being processed. The functional diagram of the machine and the justified technological process of its operation are given.

The work presents methods for studying the friction coefficient of corn seed varieties. Studies have been carried out on the energy of seed germination after the loading operation (the process of moving the belt placed at a certain angle). Substantiations have been made on the study of the angle of inclination of the working body when loading seeders.

Experimental studies were conducted using the mathematical method of experimental design, an improved technology for growing corn using the designed machine was proposed and conclusions were presented.

Grain seeder, auger, germination energy, damage, tilt angle, transportation, friction, movement.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	3
ЗМІСТ.....	5
ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ, ФОРМУВАННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
1.1 Характеристики оброблюваного матеріалу та технологічного процесу.....	10
1.2 Аналіз існуючих конструкцій машин та робочих органів, що вдосконалюються.....	12
1.3 Огляд досліджень з даного питання.....	15
1.4 Обґрунтування вихідних даних.....	19
1.4 Висновки до розділу 1 і задачі досліджень.....	24
2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАНТАЖУВАЧА СВАЛОК.....	26
2.1 Описи запропонованої конструкції	26
2.1.1 Обґрунтування і побудова функціональної схеми.....	26
2.1.2 Розробка принципової схеми	28
2.2 Обґрунтування умови переміщення зернового матеріалу	29
2.3 Вибір кута нахилу робочого органу.....	31
2.4. Дослідження процесу унеможливлення пошкодження.....	32 34
2.5 Висновки до розділу 2.....	
3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКИ І РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	36
3.1 Зміст програми експериментальних.....	36
3.2 Обладнання, апаратура та прилади для проведення досліджень.....	37
3.3 Методика визначення коефіцієнтів тертя	38

3.4	Методика визначення коефіцієнта площі поверхні частинок у шарі матеріалу.....	41
3.5.	Методика встановлення закономірності переміщення насінневого матеріалу робочими поверхнями.....	41
3.6.	Методика визначення пошкодження насінневого матеріалу внаслідок контакту із робочою поверхнею.....	42 44
3.7.	Висновки до розділу 3.....	
4	МЕТОДИКА БАГАТОФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	45
4.1	Методика проведення три факторного експерименту.....	45
4.2.	Результати дослідження	47
4.2	Висновки до розділу 4.....	49
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	50
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	51
	ДОДАТКИ.....	53

ВСТУП

Зважаючи на актуальну тенденцію до збільшення посівних площ зернових культур як в Україні, так і за кордоном, виникає потреба в оптимізації їх обробітку. Щоб забезпечити правильний та продуктивний догляд за посівами потрібно дотриматися агрономічних термінів. Також слід звернути увагу на те, що для підвищення врожаю господарствам необхідно або нарощувати власний технічний парк, або працювати позмінно, залучати орендовану техніку та максимально ефективно використовувати наявний людський ресурс.

Досить часто на всі ці процеси мають неабиякий вплив природні погодні умови, попри втручання яких не завжди все виходить вчасно, а отже для того аби зменшити час на операцію та інтенсифікацію процесу слід створити умови необхідні для швидкого виконання технологічного процесу.

Звичайна практика посіву в нашій країні полягає в наступному, відбір насіння, перевезення зерна до поля, завантаження сівалки зерном та висів.

Однією із клопітких операцій є завантаження зернопосівних комплексів. Оскільки сучасні тенденції розвитку цих машин і сільськогосподарської техніки загалом спрямовані на збільшення продуктивності за рахунок збільшення ємкості насінневого баку. Відповідно і висота завантаження значно збільшується, це найбільш важливий показник у виборі завантажувального механізму. Тому що під час завантаження на підвищені висоти традиційними шнековими робочими органами може відбуватись дроблення зернових культур яке в подальшому буде впливати на сходи та врожайність.

Тому пошук актуальних шляхів заміні шнекових робочих органів є досить актуальним. Відповідно для підвищення висоти перевантаження та унеможливлення травмування зерна можна

використати стрічковий завантажувач, це значно зменшить кількість пошкоджень.

Основним засобом для завантаження кукурудзи може бути причіпний стрічковий перевантажувач. Головною перевагою якого слугує швидке та безперервне перевантаження чи розвантаження матеріалу на незначну відстань та висоту до 5,5м. В основному це є пристрій безперервної дії із об'єднаним вантажонесучим органом, що представляє плоску протекторну стрічку.

З точки зору конструктивних ознак дані механізми здійснюють обертальний рух робочого органу із матеріалом. Останній знаходиться в приймальному бункері до якого потрапляє насипом з кузова. Для того аби забезпечити робочий орган обертовим рухом необхідно привід, це барабанний механізм, що працює від гідромотоа.

Протекторно-стрічкові механізми сприяють покращенню продуктивності праці, встановлюють і регулюють темп завантаження, а також забезпечують ритмічність і є невід'ємною частиною сучасного технологічного процесу. Поряд з тим вони виконують, як транспортно-технологічні функції так і основні функції комплексної механізації та автоматизації розвантажувально-навантажувальних робіт.

Отже для завантаження кукурудзи у висівний комплекс є актуальним використання стрічкових завантажувачів, які є надійними та міцними в експлуатації і до того ж спроможні працювати за будь-яких умов.

Тому темою роботи є дослідження процесу посіву кукурудзи з розробкою стрічкового завантажувача сівалок.

Актуальність теми. Для швидкого і якісного і безпервного завантаження сівалок можна застосовувати різного роду засоби з різними робочими органами. Якість процесу завантаження сівалок буде залежити від правильності вибору робочого органу завантажувача, тобто

мінімальні механічні втрати (розсіпання) та пошкодження насінневого матеріалу, та від кваліфікації і здібності механізатора.

У роботі пропонується використовувати стрічковий завантажувач кукурудзи в сівалку та запропонувати його конструкцію.

Основною перевагою даної машини є об'ємне похиле переміщення зерна до 5,5м у висоту, швидке, точне, виконання технологічного процесу і унеможливлення розсіпання та травмування насіння.

Наукове та практичне значення роботи. Проведенні теоретичні дослідження взаємодії зерна із поверхнею стрічки. Спроектовано і виготовлено експериментальний зразок робочого органу. Проведено експериментальні дослідження робочого процесу установки з завантажувальної стрічкою. Розроблено методику і обладнання для проведення експериментів з матеріалом, що транспортується. Проведені дослідження взаємодії стрічки з кукурудзою та встановлені оптимальні параметри кута нахилу завантажувального механізму. Обладнання, яке використовувалось при проведенні експерименту застосовується у навчальному процесі ЛНТУ

Об'єкт дослідження – процес переміщення зерна протекторною стрічкою (робочим органом), процес перевірки пошкодження зерна після взаємодії з робочим органом; конструктивно-технологічні параметри завантажувача.

Предмет дослідження – встановлення взаємозв'язку між ефективністю роботи завантажувача та параметрами стрічки і дослідження властивостей насінневого матеріалу.

Мета роботи і завдання дослідження. Мета роботи – підвищення ефективності процесу посіву кукурудзи шляхом застосування стрічкового завантажувача сівалок.

Для досягнення мети потрібно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз подібних технологічних процесів транспортування зерна та запропонувати теоретичні передумови для модернізації машини для завантаження сівалок;
- обґрунтувати конструктивну схему та технологічний процес роботи завантажувача сівалок;
- теоретично обґрунтувати параметри та режими роботи завантажувача сівалок;
- дослідити параметри протекторно-стрічкового транспортера для завантаження кукурудзи, як ефективного робочого органу;
- дослідити механічні властивості сортів кукурудзи;
- провести експериментальні дослідження підбору ефективних параметрів стрічки завантажувача сівалок.

Новизна роботи полягає в тому, що:

- розроблено теоретичне обґрунтування процесу транспортування кукурудзи протекторно-стрічковим завантажувачем сівалок, шляхом взаємодії поверхні з матеріалом;
- набули подальшого розвитку дослідження властивостей кукурудзи;
- удосконалено та запропоновано оновлений технологічний процес стрічкового завантаження кукурудзи у сівалку.

Структура кваліфікаційної роботи. Робота містить реферт, вступу, чотири розділи, висновки, список використаних джерел, додатків.

1 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО МАШИНИ ТА УМОВИ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1.1 Характеристика оброблювального матеріалу та технологічного процесу.

Кукурудза є однією з ключових зернових культур завдяки своїм поживним властивостям та широкому спектру продуктів, що отримуються з її зерна. До них належать різні види круп, борошно, зародки та кормові залишки. Продукти переробки кукурудзяного зерна знаходять застосування в харчовій, спиртовій, пивоварній, крохмале-патоковій, комбікормовій, фармацевтичній та інших галузях промисловості [6–9].

Зерно кукурудзи відіграє значну роль у виготовленні комбікормів. Її застосування не обмежується тваринництвом та птахівництвом; продукти переробки кукурудзи також мають широке використання у харчовій та медичній промисловості [10, 11].

Для споживання часто задіюють зубовидний та кременистий підвиди кукурудзи, проте до харчових підвидів зараховують крохмалистий, цукровий та розлусний. Ці підвиди суттєво перевершують перші два за поживними показниками (вмістом білка, жирів, цукрів, крохмалю) [12, 13].

Зерно цукрової кукурудзи у стадії технічної стиглості містить близько 70 % води, 25–32 % сухої речовини, 8–10 % цукрів та 10–11 % крохмалю. Її калорійність вища, ніж у зерна пшениці та жита. За кількістю вуглеводів та жирів її зерно перевершує цвітну капусту та овочеву квасолю. Воно багате на водорозчинні білки та жири. Зокрема, 1 кг зерна молочної стиглості містить близько 75 г фосфору, 60 мг кальцію, 3,2 мг заліза, вітаміни групи В (В1, В2), РР та інші [11, 14]. Порівняно із зубовидною, цукрова кукурудза накопичує вдвічі більше цукрів і вдвічі

менше крохмалю. На відміну від зернової кукурудзи, вона відрізняється підвищеним вмістом найбільш цінних для харчування фракцій вуглеводів.

Кукурудза цукрова відома своїми лікувальними властивостями. Екстракти, отримані з її волоті, активно застосовуються при захворюваннях печінки, жовчного міхура, нирок, а також при циститах. У регіонах, де цукрова кукурудза є важливою частиною раціону, спостерігається менша поширеність атеросклерозу. Вона позитивно впливає на процеси травлення та покращує засвоєння інших харчових продуктів. Згідно з рекомендаціями Інституту харчування Академії медичних наук України, дорослій людині рекомендовано споживати 3,7 кг цукрової кукурудзи на рік [11].

Основними критеріями у селекції цукрової кукурудзи є м'якість зерна та його цукристість [12]. Під час дозрівання зерна вміст цукрів зменшується, а кількість крохмалю, навпаки, збільшується. Ключові вимоги до сортів та гібридів цукрової кукурудзи включають однорідність качанів за формою і розміром, належну консистенцію зерна та його смакові характеристики [10].

У зерні розлусної кукурудзи вміст білка схожий на зерно жита і пшениці, а за вмістом жиру воно суттєво перевищує зерно зубовидного та кременистого підвидів кукурудзи [11]. Від останніх вона також відрізняється розміром та формою зерна. При інтенсивному нагріванні (до 180 °C) оболонка зерна лопається, а твердий ендосперм перетворюється на пухку масу, що призводить до значного збільшення об'єму і утворення так званої «повітряної» кукурудзи [12].

Зерно розлусної кукурудзи найчастіше використовується для виробництва «повітряної кукурудзи» (попкорну). Цей перероблений продукт споживають люди різних вікових груп [14]. В Україні рівень використання продуктів переробки кукурудзи в харчових цілях є

недостатнім. Щорічне споживання кукурудзи в Україні становить від 2,5 до 12,0 кг на особу, тоді як у деяких інших країнах цей показник сягає 28–32 кг на душу населення [5, 15].

Розлусна кукурудза є сировиною не тільки для виробництва попкорну, а й для одержання високоякісної крупи. Ця крупа за поживними властивостями та калорійністю майже еквівалентна манній крупі.

Дослідження показали, що оптимальний рівень вологості зерна для приготування попкорну відрізняється для кожного вивченого сорту та гібрида і коливається в межах 10,9–15,5 %.

В технологічній лабораторії колишнього НДІ кукурудзи (нині ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН) було проведено оцінку 16 гібридів розлусної кукурудзи, за результатами якої виявлено значні відмінності у їхніх технологічних та біохімічних показниках. За критеріями технологічних якостей готової продукції (попкорну) сім гібридів були визнані найкращими, а чотири – добрими.

Розлусну кукурудзу вирощують для обсмажування зерна, після чого отриманий продукт споживають як сухі сніданки або ласощі. Важливою перевагою використання розлусної кукурудзи є те, що в їжу споживаються цілі зерна, які містять ендосперм і зародок. З зерна розлусної кукурудзи також виробляють борошно, пластівці, хрусткі палички та різноманітні кондитерські вироби.

1.2 Аналіз існуючих конструкцій машин та робочих органів, що вдосконалюються

Сучасні машини, які використовуються сьогодні, характеризуються низкою недоліків, що стосуються систем вивантаження намолоченого зерна. Серед цих недоліків можна виділити: пошкодження зерна, складність конструкції вивантажувальних механізмів, які містять

багато швидкозношуваних деталей, нестабільність процесу розвантаження зерна з бункера, що часто зумовлено високою вологістю, засміченістю зерна та його різними фізико-механічними властивостями, а також значні затрати робочого часу на вивантаження.

Крім того, значні витрати робочого часу на розвантаження зерна особливо помітні у випадку роботи сучасних високопродуктивних машин з бункерами великого об'єму. Це негативно позначається на їхній функціональності та експлуатаційних характеристиках.

Щоб збільшити продуктивність шнекових розвантажувальних пристроїв, зазвичай збільшують їхні розміри, але це додатково ускладнює конструкцію, не зменшує пошкодження зерна та не знижує кількість швидкозношуваних деталей.

Також на сьогоднішній день відбувається вдосконалення машин шляхом оснащення їх бункерами з новим принципом вивантаження зерна, наприклад, самопливом. Однак продуктивність вивантаження неможливо значно підвищити за допомогою природного витікання зерна з бункера, а якщо розвивати та додавати нові елементи до конструкції, то вона може стати надто складною та неприйнятною для практичного застосування.

На ринку техніки для розвантаження зерна більшість виробників переважно використовують шнекові транспортери, адже вони зручні в експлуатації та, незважаючи на відносно просту конструкцію, є досить ефективними у своїй роботі.

Конструкція шнекових транспортерів є досить подібною. До основних елементів шнекового транспортера належать: труба-корпус, гвинтовий шнек, що забезпечує переміщення зерна, проміжні та кінцеві опори, а також привід. Корпус може бути у формі відкритого жолоба або циліндричної труби, всередині якого за допомогою опор розміщено шнек.

Шнек є основним робочим елементом, що являє собою стрижень з суцільною гвинтовою поверхнею вздовж поздовжньої осі.

Зазвичай, шнек виготовляється як суцільний елемент з конструкційної сталі. Оскільки шнек не може самостійно забирати зерно з насипів, він потребує використання додаткових механізмів. Саме тому, навіть незважаючи на невеликі розміри, шнекові вивантажувачі здебільшого є стаціонарними та використовуються автономно.

Нерідко шнек з прийнятною камерою інтегрується з накопичувальним бункером, куди завантажується зерно, а потім подається на шнек. Під час контакту з металевими поверхнями шнекових конвеєрів пошкодження зернових культур може досягати близько 2 %.

Щоб запобігти випадковому забрудненню підшипників опор транспортованим матеріалом, застосовують спеціальні ущільнювачі. У випадку необхідності посиленого захисту, підшипникові вузли встановлюються з використанням втулок, які забезпечують надійний захист від потрапляння дрібних частинок.

Продуктивність шнекового транспортера прямо залежить від швидкості обертання шнека, яку легко налаштувати, використавши оптимальний редуктор з відповідним передавальним числом. Також потужність двигуна повинна відповідати розмірам шнека, типу продукції, що вивантажується, та швидкості її переміщення. Незважаючи на те, що гвинт обертається навколо своєї осі, транспортовані культури переміщуються із заданою швидкістю по прямій лінії.

Саме тому такі транспортери є актуальними та застосовуються для переміщення зерна, інших мелених сипучих сумішей або в деревообробній промисловості. Їхня зручність полягає в тому, що навантажувач легко пересувається в різні точки для максимально швидкого виконання процесу відвантаження.

Завдяки своїй мобільності та простоті в експлуатації, транспортери такого типу є незамінними помічниками у фермерських господарствах.

1.3 Огляд досліджень з даного питання

Механізми для завантаження та розвантаження, як транспортне обладнання, знаходять своє застосування у сільськогосподарському виробництві, харчовій та переробній промисловості. Їхня значущість зумовлена різноманітністю технологічних процесів, пов'язаних з обробкою та збиранням сільськогосподарської продукції. Модернізація існуючих конструкцій гвинтових транспортерів, а також визначення їхніх оптимальних характеристик та режимів функціонування, здатні значно підвищити ефективність та надійність виконання технологічних операцій.

Шнекові конвеєри відіграють ключову роль у комплексній механізації та автоматизації виробничих процесів, їхня частка в операціях завантаження або розвантаження складає в середньому приблизно 45%.

З огляду на безперервний технічний прогрес, існують вагомі підстави для подальших наукових досліджень, спрямованих на вивчення, розробку та впровадження у виробництво енергоефективних, високотехнологічних комбінованих гвинтових транспортерів. Ці пристрої мають забезпечувати продуктивне виконання суміжних функцій, таких як транспортування та одночасне подрібнення сировини сільськогосподарського походження під час її переробки.

Отже, актуальним є питання вибору оптимальних параметрів транспортерів, що дозволять досягти максимальної продуктивності за мінімальних енергетичних витрат.

При проведенні експериментальних досліджень нерідко використовується комплексне устаткування, до складу якого входять вимірювальні прилади та випробувальні стенди. Ця апаратура дозволяє вивчати показники в широкому діапазоні та забезпечує запис важливих даних, що характеризують функціонування пристрою.

Сенсори, що застосовуються для вивчення процесів у сільськогосподарській техніці, генерують аналогові вихідні сигнали, які

комп'ютер не може обробити безпосередньо. Тому ці сигнали Зпершу необхідно перетворити на цифровий формат.

Зв'язок комп'ютера з вимірювальною системою здійснюється за допомогою програмного забезпечення, яке дозволяє виводити інформацію на екран і потім друкувати її у формі графіків, гістограм або цифрових таблиць. Це дає змогу підвищити змістовність вимірювальної системи через обробку отриманих даних на персональному комп'ютері за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Крім того, численні наукові дослідження спрямовані на мінімізацію повного чи часткового пошкодження матеріалів. Це досягається шляхом регулювання проміжків між стінкою труби та зовнішнім краєм шнека, а також використанням різних профілів гвинтових поверхонь, залежно від реологічних і геометричних параметрів матеріалу. Також розглядається розробка нових конструкцій шнеків з еластичною гвинтовою поверхнею змінного типу, де сипучий матеріал плавно переміщується від однієї секції до іншої під час транспортування. При цьому підтримується цілісність умовної гвинтової лінії, формованої еластичними елементами, оскільки сипкий матеріал не проникає радіально між ними. Це запобігає заклинюванню елементів і порушенню периферійної поверхні гвинтової лінії еластичного робочого органу шнека, що могло б негативно вплинути на процес транспортування.

Наразі існує безліч теоретичних розробок, які потребують практичної перевірки для виявлення їхньої доцільності. Це пов'язано з тим, що робочі елементи шнекових механізмів можуть характеризуватися низькою надійністю та складністю в обслуговуванні.

Серед техніки, призначеної для наповнення посівних агрегатів, представлено широке розмаїття інженерних рішень та подібних моделей. Кожен такий пристрій характеризується власними перевагами та недоліками. Наприклад, висока продуктивність однієї моделі може

контрастувати з акцентом на якість виконання в іншій. Для забезпечення високої якості часто потрібна велика кількість рухомих елементів та деталей, тоді як зниження маси конструкції може призвести до скорочення терміну служби та надійності, і такі компромісні рішення виникають постійно. Відповідно, кожен інженер-конструктор прагне максимально ефективно спроектувати обладнання та забезпечити оптимальний робочий процес. Далі наведемо кілька прикладів подібної техніки.

Наприклад, завод «Кобзаренка» постачає на ринок бункери-перевантажувачі, які переважно призначені для збору зерна з поля та його високопродуктивного вивантаження у вагони та сушарки. При цьому менше уваги приділяється можливому пошкодженню зерна, оскільки воно в подальшому підлягає обробці, сепарації та сушінню.

Машини мають подібну будову та робочі органи, відрізняються тонажністю та висотою вивантаження (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Бункери перевантажувачі заводу «Кобзаренка»: а) – ПБН 20 (11,25т, 20м³); б) – ПБН 40 (30т, 40м³).

Існують простіші конструкції, завантажувачів зерна. Технічне рішення запропоноване таким чином. Вивантажувальне шнекове

обладнання чіпляється на задній борт автомобіля чи напівпричепа, містить, отвір у борті чи приймальний бункер і приводиться в дію від гідромотора.

При підніманні кузова зерно насипається в бункер та відбувається його транспортування у сівалки. Недоліком такої машини є те, що точність попадання зерна в сівалку залежить від умінь водія. Якщо це машина то простіше, якщо напівпричеп чи причеп то складність зростає, або потребує додаткового оператора. (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Бортове обладнання для завантаження сівалок.

При роботі вантажного автомобіля можливість заправляти сівалку в полі стає проблематичною, через здатність забуксувати. Тому потрібно планувати майданчик для завантаження та підїжджати кожного

разу МТА з сівалкою до заправки, що ускладнює процес, підвищує втрати часу і ущільнюєш польові колії.

Також доступні самохідні або причіпні стрічкові завантажувачі для сівалок. Вони здебільшого використовуються у невеликих господарствах для обробки малих посівних площ. Ці завантажувачі зарекомендували себе як досить ефективні, хоча й вимагають пильної уваги. Переміщення обладнання забезпечується гідравлічним приводом, а швидкість подачі та висота регулюються за рахунок зміни кута нахилу. (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Стрічкові завантажувачі сівалок

1.4 Обґрунтування вихідних даних

Проектування машини являє собою створення конструкції, яка б повністю відповідала б вимогам технічного завдання. Щодо формування вимог технічного завдання, то аби робота машини була надійною потрібно дотримуватись таких умов:

- коли транспортуються сипкі матеріали то швидкість стрічки на агрегаті не повинна перевищувати 520 об/хв.;

- коли транспортується агрегат, то тоді швидкість МТА не має бути більшою як 25 км/год;

- забезпечення відносно рівномірного перевантаження сипучих матеріалів по діаметру приводного барабана;
- неоднаковість розподілення сипучих матеріалів за напрямком руху немає перевищувати $\pm 10\%$.

Робота машини має бути безперебійною та без несправностей на протязі тривалого проміжку часу (близько 10 років), а також продуктивність машини має бути 100 тон/год.

Агрегат відповідно до правил техніки безпеки має відповідати ГОСТ 12.2.111 – 85, а також «Вимогам до конструкції тракторів, сільськогосподарських машин із безпеки та гігієни праці ПКЄ», та правилам пожежної безпеки.

Розташування та конструкція всіх вузлів і механізмів повинні забезпечувати вільний доступ до них, безпеку при проведенні ремонтних робіт, експлуатації та монтажу.

Рухомі й обертові елементи мають бути вмонтовані в загальну конструкцію або надійно захищені кожухом і не повинні становити загрози для працівників.

Щодо зовнішнього вигляду, гармонійності форм, інформативності та архітектури, машина має відповідати сучасним тенденціям у дизайні та конструюванні обладнання подібного класу чи аналогів.

У ергономічному відношенні агрегат має відповідати існуючим вимогам та рекомендаціям «Єдиним вимогам до конструкції тракторів та сільськогосподарських машин із безпеки та гігієни праці», «Рекомендаціям з забезпечення ремонтпридатності складових частин конструкцій сільськогосподарських машин».

До того ж агрегат має бути патентоспроможний в провідних країнах СНД, країнах Європейського союзу, США, а також екологічно чистим.

Усі комплектуючі виробу мають відповідати за найменуванням і марками вимогам, що закладені до технічної документації на машину для перевантаження сільськогосподарської сировини, та відповідати ГОСТ, ТУ, ДСТУ та ін. нормативним документам.

Матеріали, що застосовуються для виробництва агрегату який буде завантажувати сівалки, має відповідати існуючим стандартам Міністерства економічного розвитку і торгівлі. Під час вибору матеріалу та комплектуючих потрібно звернути увагу щоб вони виконували показники експлуатації, призначення та ін..

Вали мають вироблятися зі сталі таких марок як 38хС, 18хГТ, 25хГТ, 20х, 40х ГОСТ 4543-71, а робочі органи шнека можуть бути виготовлені зі сталі 55С2,60Г, 60С2, 65Г, ГОСТ 14959-79, при тому твердість робочих поверхонь не нижче 50 HRC.

Завантажувач здебільшого має застосовуватись в полі, на перевантажувальних майданчиках чи розворотних смугах. Також машину можна використовувати для швидкого перевантаження зернових у залізничні вагони. Тож машину можна використовувати і залізничних платформах придатних для перевантаження, та де є достатньо місця, але далеко від ліній електропередач та газопроводів.

Аби забезпечити надійну роботу машини, а в майбутньому для проведення ремонтних робіт має бути наступне маркування та упакування:

1) на видному місці на рамі має встановлюватись табличка де зазначаються наступні дані:

- товарний знак підприємства-виробника та його назва;
- стисла назва і позначка виробу;
- номер за порядком виробу у системі нумерації заводу що виготовив;
- позначка технічних умов;

- рік виготовлення.

2) маркування наноситься методом глибокого тиснення, а рік випуску та порядковий номер – ударним способом, чи іншим методом але з дотриманням ГОСТ.

3) що стосується транспортного маркування, то місця для строповки мають позначатись за ГОСТ, а маркування повинно наноситись фарбою по трафарету або в інший спосіб, але обов'язково чітко читання знаку.

4) документи упаковуються у вологонепроникний матеріал чи поліетиленову плівку, і розміщуються під відкидною кришкою рами, на якій зазначено напис «Документи тут».

Якщо запчастини чи якісь інші додаткові деталі, які відправляються окремо від агрегату не упаковані, тоді до них обов'язково прикріплюються ярлики, де міститься наступна інформація: назва виробника, позначення виробу, скільки одиниць тобто кількість.

Перед тим як запаковувати не пофарбовані металеві деталі чи запасні частини, вони мають бути законсервовані згідно норм ГОСТ 9.014-78. Термін захисту без переконсервації становить 1 рік, та 3 роки для запчастин, деталі що мають антикорозійне покриття – не консервуються.

Машини для завантаження сівалок від підприємства-виробника відправляються в повністю зібраному виді на транспортних підставках. В обов'язковому порядку має бути гарантійний талон та назва підприємства із її юридичною адресою, де в майбутньому можливе проведення сервісного обслуговування.

Під час перевезення необхідно гарантувати повну цілісність продукції та її пакування. У зв'язку з цим, перед відправленням слід узгодити всі ключові аспекти транспортування, такі як вид транспортного засобу та методи завантаження.

Умови зберігання продукції на території підприємства мають забезпечувати її цілісність, збереження якості, належного товарного вигляду та повної комплектації. Зберігання повинно здійснюватися в критих приміщеннях або під накриттям.

При застосуванні даного перевантажувача мають бути виправдані такі економічні показники як:

- збільшення продуктивності;
- зниження трудових затрат;
- покращення умов праці;
- безперерійна робота на протязі тривалого проміжку часу;
- повне відшкодування витрат на покупку агрегату та запчастин,

ремонт вузлів і механізмів до неї.

Під час роботи в обов'язковому порядку потрібно дотримуватись правил техніки безпеки.

Також для того аби досягти поставленої мети, потрібно виконати комплекс завдань. Рішення по кожній з них представляє собою розрахунок конструкторських параметрів та режимів роботи.

На правильність розрахунку мають вплив такі чинники:

- природно кліматична зона;
- технологічний матеріал;
- технологічні процеси.;
- аналіз конструкції машин аналогічних чи таких які б агрегувались із даною.

Природно-кліматична зона Волинської області охоплює Полісся та лісостеп. Відповідно, даний агрегат розроблено для використання у цих регіонах, проте його застосування є цілком можливим та ефективним і за їх межами.

Стосовно технологічних матеріалів, ця машина придатна для роботи з усіма видами сипучих зернистих речовин.

У контексті технологічних операцій, розроблений агрегат призначений для швидкого та стабільного переміщення матеріалів.

Вантаж тримається за рахунок значно підвищеного коефіцієнту зчеплення матеріалу із поверхнею стрічки.

Протекторна стрічка – є головним елементом, який одночасно є і тяговим органом і вантажонесучим. Тягові елементи є невеликої маси, міцні, гнучкі мають підвищену зносостійкість та довговічність.

Приводи оснащені стопорними пристроями, які призначаються для зупинки чи гальма щоб унеможливити самовільного ходу назад.

Приводом для даного конвеєра є ВВП трактора із джерелом енергії 1,4-2,0 кН, що з ним агрегується, та передає крутний момент до гідромотора.

Для того щоб машина приносила позитивний результат слід звертати увагу на такі чинники:

- особливості транспортних вантажів;
- місцезнаходження пунктів розвантаження та навантаження;
- необхідну продуктивність машини;
- потрібну ступінь автоматизації виробничого процесу;
- як зберігається вантаж, мобільність та висоту переміщення.

1.5 Висновки до розділу 1 і задачі досліджень

У першому розділі пояснюючої записки представлений аналіз конструкцій машин аналогів, на основі яких запропонована удосконалена схема машини для завантаження сівалок.

Для подальших досліджень необхідно виконати наступні задачі

- обґрунтувати конструктивну схему та технологічний процес роботи завантажувача кукурудзи у сівалки;
- теоретично обґрунтувати параметри та режими роботи

завантажувача сівалки;

– дослідити параметри стрічкового робочого органу завантаження сівалки, як ефективного робочого органу;

– дослідити механічні властивості сортів та гібридів кукурудзи;

– провести експериментальні дослідження підбору ефективних параметрів завантажувача.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАНТАЖУВАЧА СВАЛОК

2.1 Описи запропонованої конструкції

2.1.1 Обґрунтування і побудова функціональної схеми

Для побудови функціональної схеми необхідна попередня розробка структурної. З метою визначення взаємозв'язку між складовими частинами машини та її робочим процесом потрібно провести аналіз відомих та існуючих аналогічних конструкцій. На основі отриманих висновків пропонується розробити нове рішення або вдосконалити наявне.

Оскільки машина призначена для завантаження сівалок, її структурну схему, що забезпечує необхідну правильність і якість виконання сільськогосподарських робіт через сукупну дію робочих органів з матеріалом, слід формувати за такою послідовністю. Це передбачає можливість інтеграції кількох процесів, що виконуються робочими компонентами, в єдиний цикл; підвищення концентрації якості роботи, що зазвичай призводить до спрощення конструкції; зниження матеріаломісткості машини; а також забезпечення зростання надійності технологічного процесу. Відповідно до цього, завданням є проектування причіпної машини з механічною системою приводу та гідравлічною системою для піднімання й опускання вивантажувального механізму.

З урахуванням вищезазначених передумов може бути розроблено декілька варіантів функціональної схеми, ретельний якісний та логічний аналіз яких дозволить обрати найбільш раціональний. При цьому також необхідно враховувати, що взаємне розташування робочих вузлів та виконавчих елементів повинно гарантувати стабільність і надійність виконуваних робочих процесів. До таких ключових процесів належать ефективне завантаження та підтримання необхідної якості оброблюваного матеріалу. Для виконання всіх операцій нами пропонується структурна

схема, яка об'єднує всі інші операції в єдиний комплекс робіт. Ці роботи, своєю чергою, пов'язані послідовно та забезпечують безперервне виконання технологічного процесу. Тому на підставі отриманих результатів буде створено документ – функціональну схему з графічно нанесеними даними і позначеннями, що пояснюють весь процес переміщення матеріалу від його розміщення в бункері до подачі (завантаження) у сівалку.

Функціональна схема демонструє взаємодію основних робочих елементів в межах єдиного технологічного ланцюга робочого процесу. Отже структурної схеми матиме вигляд (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Структурна схема завантажувала зернових сівалок

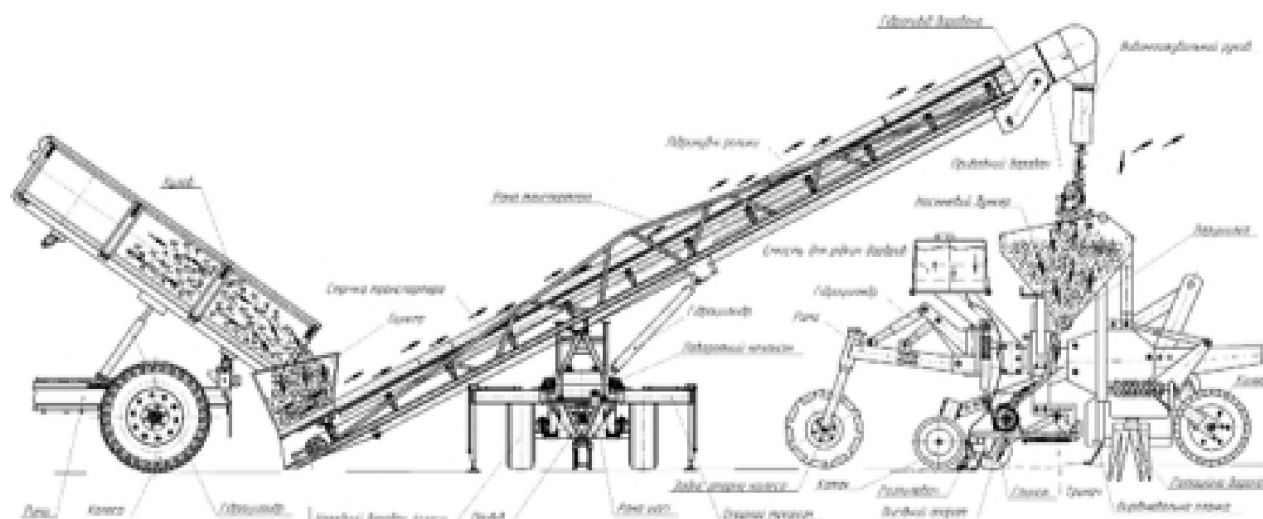


Рисунок 2.2 – Функціональна схема завантажувала зернових сівалок

На даній семі показано рух та розміщення матеріалу від початку його перебування до кінця у вигляді стрілок.

2.1.2 Розробка принципової схеми

Принципова схема відіграє ключову роль у вивченні принципу дії машини, її налагодженні, контролі ремонту та технічного обслуговування, а також є базовим елементом для розробки конструкторської документації.

Ця схема, яку на практиці часто називають компоувальною, визначає повний склад елементів системи та їх взаємозв'язки, забезпечуючи детальне розуміння конструкції та функціонування будь-якого технічного виробу, пристрою чи обладнання. На ній відображаються всі необхідні графічні зображення (види) з виносними елементами та нумерацією вузлів і окремих деталей.

Важливо враховувати, що первинний варіант схеми може бути скоригований у процесі створення робочої конструкторської документації, що включає креслення складальних одиниць та окремих деталей. Своєю чергою, розробка принципової схеми може спричинити зміни у функціональних, кінематичних та інших пов'язаних схемах.

Принципову схему виконують з такою кількістю проєкцій та ракурсів, яка є достатньою для визначення всіх необхідних розмірів виробу та забезпечення раціонального взаємного розташування всіх елементів конструкції.

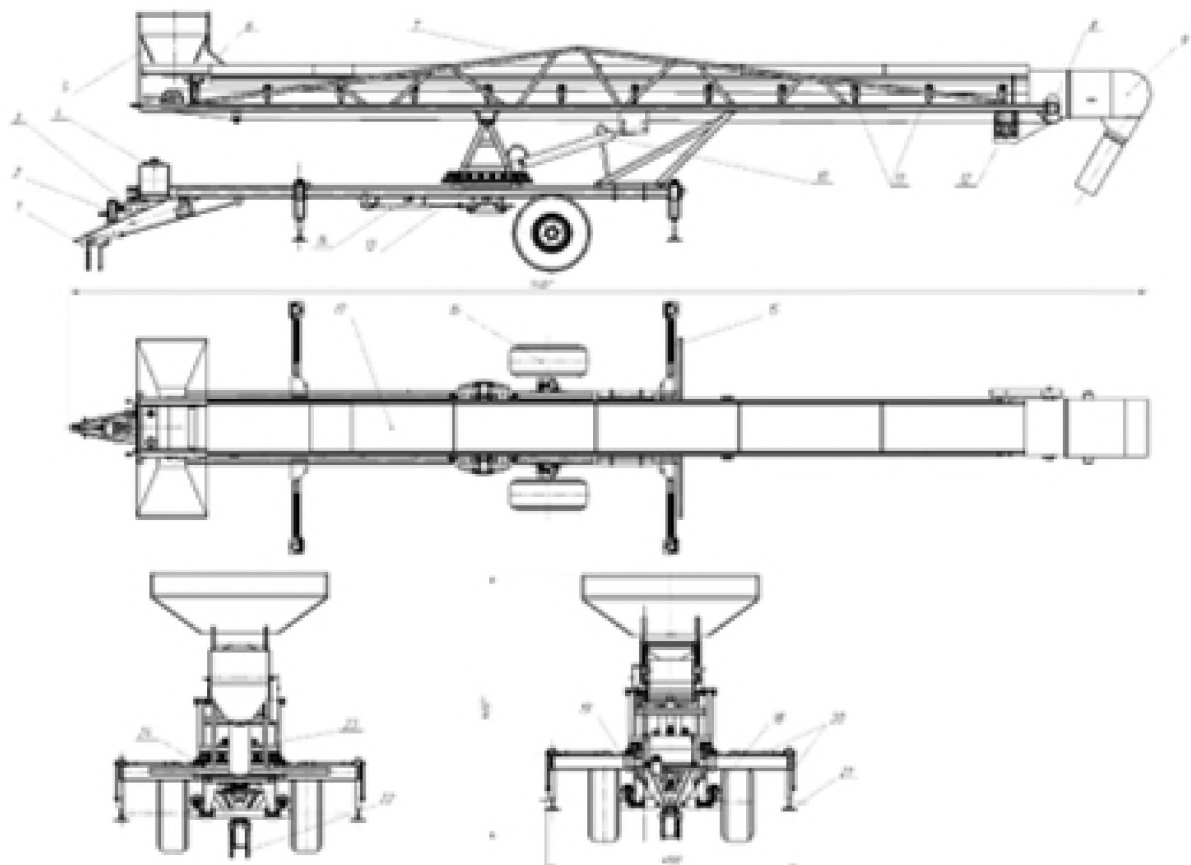


Рисунок 2.3 – Креслення принципової схема завантажувача свіалок

2.2 Обґрунтування умови переміщення зернового матеріалу

У пристроях з стрічковими конвеєрами, призначених для транспортування зернових матеріалів, виникає сила, яка за рахунок обертання переміщує частинки зерна вгору під певним кутом. При цьому пошкодження структури зерна практично мінімізується.

На цей процес також впливають такі характеристики зерна, як його вологість, гранулометричний склад та маса.

Для розробки стрічкового механізму, призначеного для завантаження посівних агрегатів, процес є дещо простішим, оскільки

посівний матеріал зазвичай калібрований і має стабільну масу. Однак, якщо обладнання використовуватиметься для іншого виду зернових культур, то робочі параметри системи транспортування потребуватимуть відповідного коригування.

Робоча частина конвеєра розташована на опорних роликах, а також на приводному та веденому барабанах, закріплених на опорах. У зоні подачі матеріалу передбачено завантажувальний бункер. На виході системи встановлено розвантажувальний патрубок.

Аналіз навантажень, що діють на конвеєрну стрічку, свідчить, що за умови стабільної продуктивності такого пристрою, максимальне зусилля переміщення також залишатиметься незмінним. Відповідно значення продуктивності можна визначити за відомою формулою [9]:

$$Q = 47 \cdot D^2 \cdot \psi \cdot n \cdot V \cdot k, \quad (2.1)$$

де D - зовнішній діаметр натяжного барабана, м;

ψ - коефіцієнт заповнення;

n - частото обертання, об/хв;

V - об'ємна маса матеріалу, т/м³;

k - емпіричний коефіцієнт, який залежить від кута нахилу до горизонталі і має наступні значення: 0° – 1; 10° – 0,8; 20° – 0,65; 30° – 0,6; 40° – 0,5; 50° – 0,48; 60° – 0,44.

Характер розподілу навантаження вздовж компонента, за умови певних припущень, може бути описаний відповідно до лінійного закону зростання від нульового показника до максимального експлуатаційного рівня, що встановлюється експериментальним шляхом. Проводити розрахунок зміни зусилля за довжиною робочого органу можна, використавши схему (рис. 2.1.)

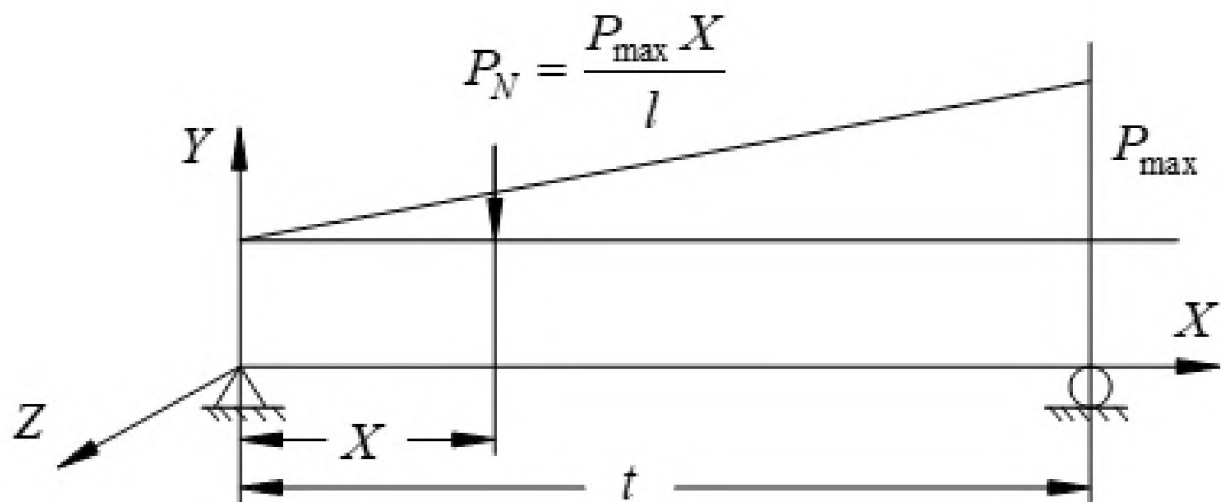


Рис. 2.1. Схема зміни нестабільності зусилля по довжині стрічки

На даній схемі показано зміну нормального зусилля за довжиною стрічки при умові, що він змінюється за лінійним законом.

2.3 Вибір кута нахилу робочого органу

Для забезпечення безперебійності технологічного процесу завантаження сівалок необхідно визначитись з таким важливим параметром робочого органу, як кут нахилу осі завантажувача до горизонталі α . Він впливає на цілий ряд параметрів: продуктивність, швидкість переміщення зерна, яка в свою чергу буде впливати на якість транспортування. Важливими слід вважати і геометричні параметри: це і довжина транспортування та довжина робочої зони де відбувається сипання матеріалу.

Згідно запропонованих реоредумов у джерелі [14] відображено, що раціональний кут підйому для похилого стрічкового робочого органу становитиме:

$$\operatorname{ctg} 2\alpha = f_1 + \frac{2g}{rf_2\omega_0^2} \quad (2.5)$$

для транспортуючої гілки цей кут можна визначати з залежності:

$$\alpha = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{\omega_0^2 r f_2}{g \cos \gamma} - \frac{\varphi}{2}, \quad (2.6)$$

де γ – кут розміщення завантажувальної зони до вертикалі, град;

φ – кут, на який відхиляється частинка стрічки при обертанні робочого органу з постійною кутовою швидкістю, град;

f_2 – коефіцієнт тертя матеріалу;

r – радіус гвинта.

Для зони забору матеріалу, розміщеної у бункері, при $\gamma = 70^\circ$, із формули (2.6) випливає:

$$\alpha_0 = 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \quad (2.7)$$

Оскільки при $\omega_0 \rightarrow \infty$ гвинтові робочі органи знаходяться у положенні під деяким кутом до горизонталі, то для всіх типів шнекових робочих органів оптимальний кут нахилу можна визначати за наведеною формулою.

2.4. Дослідження процесу унеможливлення пошкодження

Під час завантаження або переміщення зерна, ця операція виконується з урахуванням коефіцієнта заповнення.

При ущільненні зерна відсутня безперервна взаємодія однієї і тієї ж поверхні окремої зернини. Це зумовлено тим, що в такому середовищі рух кожної частинки залежить від її положення та зіткнень з сусідніми елементами, а також зі стінками циліндра та шнека. Таким чином, в елементарному об'ємі зернової маси спостерігається нерівномірність. У

конвеєрному жолобі зернинки часто стикаються між собою та поступово накопичуються.

Тоді загальне рівняння потоку через одиницю поверхні у середовищі з пропускнуою здатністю k , де концентрація зерна залежить від об'ємної маси та крупності (гранулометричного складу) можна отримати з залежності запропонованій у джерелі [11]:

$$Q = -kdp / dx \quad (2.8)$$

В свою чергу потік через одиницю поверхні

$$I = -k_1 d\phi / dx = -k_1 \phi', \quad (2.9)$$

де k_1 - коефіцієнт зміни концентрації (визначається експериментально);

ϕ' - елементарний потік зерна.

Зрозуміло, що інтенсивність руху буде різною і залежатиме від щільності зерна. Тому його переміщення в центрі стрічки будуть дещо мінімальними і достатньо великими біля його країв.

Розглянемо елементарний об'єм зерна товщиною dx і площею 1 см^2 . Результируючий потік на поверхню такого відрізка рівний різниці потоків на виході $I_{\text{вих}}$ і вході $I_{\text{вх}}$.

Значення потоків через обидві поверхні, виражені через просторові похідні від потоків, є відповідно $d_1 \phi'_{x+dx}$ і $d_1 \phi'_x$. Нехай градієнт в точці $x + dx$ представляється лінійною функцією:

$$\phi'_{x+dx} = \phi'_x \left(d\phi' / dx \right) dx, \quad (2.10)$$

де $d\phi' / dx$ - швидкість зміни градієнта з зміною координати.

Тоді кількість зерна, що транспортується з наведеного об'єму рівна:

$$I_{\zeta \ddot{a}\ddot{a}} = k_1(\varphi'_{x+\Delta x} - \varphi'_x) = k_1 \left(\frac{d\varphi'}{dx} \right) dx = k_1 \left(\frac{d}{dx} \frac{d\varphi}{dx} \right) dx = k_1 \frac{d^2\varphi}{dx^2} dx \quad (2.11)$$

Швидкість його руху рівна $\sum \varphi$ (в одиниці об'єму) або $\sum \varphi dx$ (у відрізку шнека). Рівняння балансу запишеться в вигляді:

$$f(x)dx = -k_1 \frac{d^2\varphi}{dx^2} dx + \sum \varphi dx, \quad (2.12)$$

де $f(x)$ - кількість переміщеного зерна в кожен секунду в одиниці об'єму.

Скорочуючи на dx , отримуємо рівняння:

$$k_1 \frac{d^2\varphi}{dx^2} - \sum \varphi = -f(x) \quad (2.13)$$

або позначивши $\sum \varphi = a$, $f(x) = b$

$$k_1 \frac{d^2\varphi}{dx^2} - a = -b \quad (2.14)$$

Для розв'язку рівняння (2.13) можна використати метод факторизації. Суть методу полягає в розкладі диференціального оператора Штурма-Ліувіля на більш прості оператори першого порядку.

2.5 Висновки до розділу 2

З представлених теоретичних досліджень і конструктивно-технологічні обґрунтувань можна зробити наступні висновки:

1. Розробка підходів до завантаження насіння в сівалки дозволила створити вдосконалену модель причіпного завантажувача. Цей пристрій можна легко транспортувати до місця посіву разом з транспортним засобом, що перевозить насіннєвий матеріал.

2. Завдяки ретельному вивченню принципу роботи машини та її ключових характеристик, стало можливим ефективно завантажувати насіння, забезпечуючи при цьому повну відповідність вимогам до якості оброблюваного продукту.

3. Аналіз запропонованої технології завантаження сівалок та будови машини дозволив сформулювати теоретичне пояснення внутрішніх процесів, що відбуваються. Це допомогло встановити оптимальні конструктивні особливості та режими роботи покращеного завантажувача, а також підтвердити доцільність застосування саме такого обладнання.

3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКИ І РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Зміст програми експериментальних досліджень

Для проведення нових наукових досліджень неможливо обійтися без експерименту, який є однією з ключових складових будь-якого вивчення. Його здійснюють з метою виявлення та встановлення значення основного досліджуваного явища, показника або шуканого параметра. Під час проведення експерименту також визначаються параметри інших, допоміжних факторів, що впливають на досліджуваний процес, оскільки без їхнього врахування неможливо досягти головної мети. Експериментальні дослідження, де вивчається вплив лише одного компонента, називаються однофакторними, тоді як ті, що аналізують вплив кількох компонентів, є багатфакторними. Отримані результати можуть показати, що окремі з цих факторів або зовсім не впливають на процес, або мають значний, частковий чи навіть негативний вплив.

Кінцеве значення при пошуку досліджуваних в експерименті параметрів передбачає підбір максимально можливих якісних характеристик процесу, визначення з них оптимальних та унеможливлення негативних.

У дослідженнях доцільно використовувати чим побільше факторів, тому що тоді враховується їх максимальна взаємодія на процес. Також за рахунок максимально кількості факторів дослідження є, більш розширеним а результати є правильніші. Доцільно проводити експерименти багатфакторні.

У програми експериментальних досліджень входять:

- дослідження процесів зміни кута нахилу стрічки транспортера, який завантажує насіння;
- дослідження пошкодження зерно при завантаженні;
- дослідження енергії проростання зерна після пройденної операції завантажування;

Досліди виконувались 3...6 разів, з заокругленими середньоарифметичними значеннями.

3.2 Обладнання, апаратура та прилади для проведення досліджень

Для запланованих досліджень необхідно мати відповідне оснащення та вміти ним користуватись. Таж необхідно мати досліджуваний матеріал. Для цього ми підготувались кукурудзяний насінневий матеріал.

Щоб забезпечити процес транспортування необхідно мати установку. Тому з обладнанням для транспортування ми зконструювали установку з регульовальним кутом нахилу робочого органу (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд дослідної установки: 1 – завантажувальний бункер, 2 – привід, 3 – рама, 4 – вивантажувальна зона

Дана лабораторна установка містить завантажувальний бункер, привід, вивантажувальну зону, раму, механізм регулювання кута нахилу.

Обладнання, яке необхідне для досліджень коефіцієнту тертя зосереджене на використанні цієї установки.

Для дослідження енергії проростання зерна було використано стандартизоване лабораторне устаткування представлене на (рис 3.2)



Рисунок 3.2 – Фото для дослідження енергії проростання зерна

3.3 Методика визначення коефіцієнтів тертя

Досліди проводились на приладі. (рис. 3.1). Перед проведенням досліджень прилад встановлювався горизонтально за допомогою регулювальних гвинтів.

У нижній рухомій частині контейнера розміщували зразок, що підлягає дослідженню, а верхню частину наповнювали посівним матеріалом із заздалегідь визначеним рівнем вологості. Для усунення надлишків матеріалу та вирівнювання його відкритої поверхні використовували спеціальний інструмент – вирівнювач. Потім зразок зверху накривали аркушем фільтрувального паперу та встановлювали пресувальний елемент.

Необхідне вертикальне навантаження створювали, розміщуючи вантажі на платформі підвіски для завантаження. За допомогою регульовальної гайки встановлювали відстань (зазор) між кільцем з досліджуваним матеріалом та поверхнею тертя в межах від 0,5 до 1 мм. Для фіксації початкового моменту руху поверхні тертя відносно зразка застосовували індикатор циферблатного типу. З цією метою індикатор монтували у кріпленнях приладу так, щоб його стрижень упирався у шток нижньої частини контейнера, а зворотна пружина була максимально стиснутою.

Після цього додавали зсувне зусилля, яке утворювалося вагою вантажів, розміщених на платформі бічної завантажувальної підвіски. Додавання зсувного навантаження припиняли, коли показання динамометра ставали стабільними під час переміщення нижньої частини контейнера на 1–2 мм. Показання динамометра в цей момент фіксувалися як сила тертя спокою, а показники у момент повного припинення руху нижньої частини контейнера – як сила тертя руху.

Значення коефіцієнтів тертя спокою $f_{\bar{n}}$ та руху f_{δ} визначали за формулою:

$$f = \frac{F_{mp}}{G \cdot n_{\delta}}, \quad (3.1)$$

де f – коефіцієнт зовнішнього тертя;

$F_{\delta\delta}$ – сила тертя, що фіксується динамометром, Н;

G – сумарна вага гирь на платформі бокової завантажувальної підвіски, Н;

n_a – передатне відношення важільного механізму.

Числові значення кутів тертя спокою φ_c та руху φ_p визначали за формулою:

$$\varphi = \arctg f. \quad (3.2)$$

Досліди проводили з трикратною повторюваністю з трьома різними площинами тертя (рис. 3.3) та при вологості вороху 14,0%, 14,5%, 15,0%.

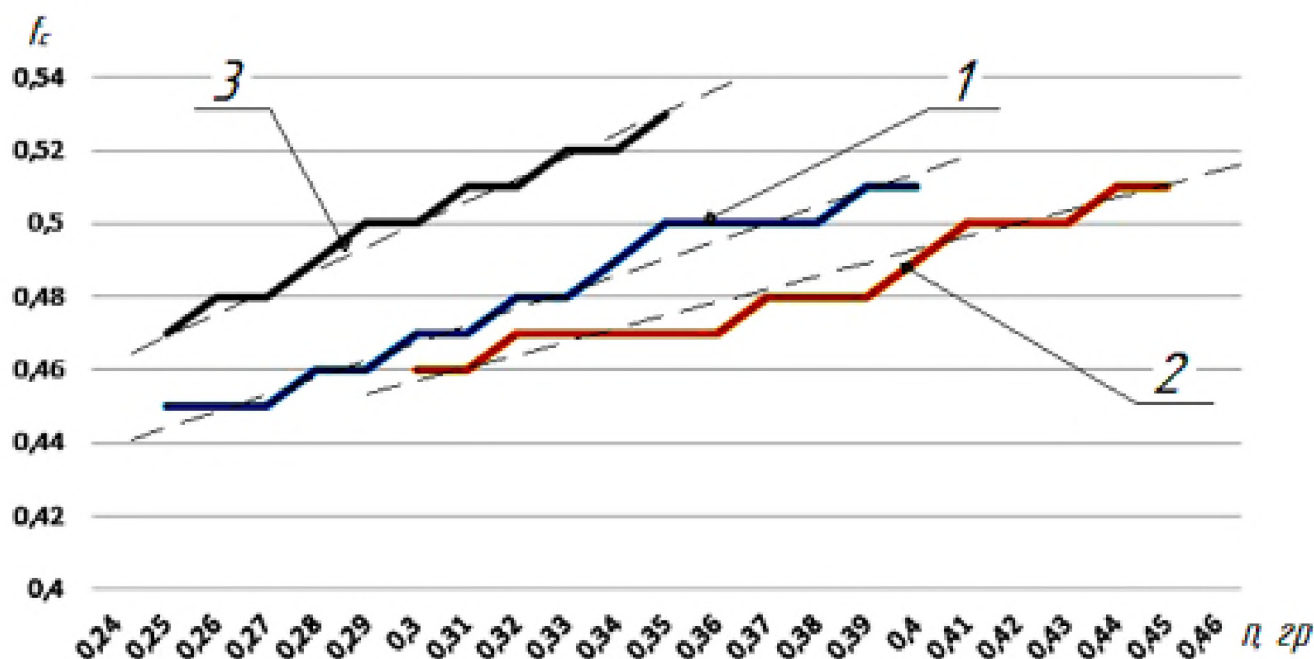


Рисунок 3.1 – Графічна залежність зміни показника коефіцієнта тертя кукурудзи по прогумованій стрічці в залежності від маси зерна, яка визнавалась на 1000 зернин кукурудзи сорту: 1 – ранній гібрид Любава, 2 – кормовий гібрид Амарок, 3 – цукровий гібрид Казино

3.4 Методика визначення коефіцієнта площі поверхні частинок у шарі матеріалу

Визначення коефіцієнта площі поверхні частинок у шарі матеріалу відбувалося у наступній послідовності:

1. Визначали фракційний склад матеріалу
2. Визначали об'єм матеріалу в шарі, утвореному з частинок однієї фракції (однакового розміру). Аналогічно проводиться визначення об'єму матеріалу всіх фракцій.

3. Для кожної з фракцій визначали кількість частинок m_i шляхом ділення об'єму в шарі певної фракції на об'єм $V_{\hat{e}_i}$:

$$V_{\hat{e}_i} = \frac{4}{3} \pi R_i^3. \quad (3.3)$$

де R_i – радіус.

4. Коефіцієнта площі поверхні частинок в шарі матеріалу визначали за формулою

$$K_s = \sum_{i=1}^z m_i R_i^2 \quad (3.4).$$

Досліди проводилися з трикратною повторюваністю.

3.5 Методика встановлення закономірності переміщення насіннєвого матеріалу робочими поверхнями

В транспортування в запропонованому пристрої відповідно і час час перебування матеріалу залежить від частоти обертання стрічки. Для повного використання потенціалу машини необхідно чітко контролювати

час перебування насіннєвого матеріалу в зоні переміщення, що в свою чергу залежить від характеру транспортування.

Дослідження закономірності переміщення кукурудзи робочим органом проводились на лабораторній установці зображеній на рис. 3.1.

Завантажували кукурудзу в бункер та обертали стрічку за допомогою двигуна. Внаслідок обертання зерно, розмішалось на стрічці і переміщувалось, за один оберт стрічки виконувався весь технологічний процес. Для встановлення частоти обертання стрічки, при якій відбувалось транспортування, швидкість обертання поступово збільшували.

Швидкість обертання визначали шляхом обрахунку кількості здійснених обертів за фіксований проміжок часу.

Досліди проводили із трикратною повторюваністю.

3.6 Методика визначення пошкодження насіннєвого матеріалу внаслідок контакту із робочою поверхнею

Зважаючи на те, що як під час роботи лабораторної установки, що імітує роботу завантажувача сівалок, кукурудза контактувала із активними робочими органами, але перебувала у спокої, то необхідно було встановити ступінь пошкодження насіння шляхом визначення енергії проростання і схожості.

Ймовірно пошкодження кукурудзи може відбутись внаслідок ударів при падінні чи терті. Так як прогумована стрічка унеможливує пошкодження при взаємодії.

Кукурудзу, для визначення енергії проростання і схожості відбирались в зоні вивантаження після проходження робочого процесу. В

ході проведення експериментів використовували ранній гібрид Любава, кормовий гібрид Амарок, цукровий гібрид Казіно.

Досліди з визначення енергії проростання і схожість насіння проводили на обладнанні, описанму в п. 3.2.

Енергію проростання і схожість визначали згідно з ДСТУ 3657-97. Насіння з кожної відібраної проби засівали в окремі ростильні, заповнені прожареним піском, висота якого 0,5...1,0 мм. Далі пісок зволожували до 50...60% від його повної волого ємності. Ростильні, з висіяною в них певною кількістю насіння, встановлювали в трмостат і пророували при температурі 20...25°C. При цьому слідкували, щоб пісок не пересхав. Контроль за насінням здійснювали на 5-й (енергія прростання) і 10-й (схожість) день.

Згідно з ДСТУ 3657-97 перевірку на енергію проостання і схожість здійснювали ткож через два місяці після проведення досліджень.

Таблиця 3.2 – Енергія проростання і схожість

Назва злакових	Початкова вологість насіння, %	Середня енергія проростання насіння за повторюваностями, %	Середня схожість насіння за повторюваностями, %
Любава	33,8	74,3	99
Амарок	35,7	78,0	100
Казіно	37,3	76,7	93

Таблиця 3.1 – Результати досліджень визначення оптимального кута нахилу шнекового вивантажувального пристрою залежно від його довжини

Кут нахилу α , град	20	25	30	35	40	55	60	65	70
----------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Довжина робочого органу, l, м	3,2	3,2	3,2	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8	2,8
Продуктивність Q, кг/хв	96	102	109	110	116	125	127	129	122

3.7 Висновки до розділу 3

1. У розділі 3 знаходяться програма і методики експериментальних досліджень; подано та предсталено обладнання і прилади з його описом; отримані результати досліджень за якими побудовані графічні залежності отриманих значень і табличні результати.

2. При проведенні досліджень виористовували власне розробене і виготовлеє обладнання та стандартне. Метонки для власне розробленого обладнання сформовані самостійно.

4 МЕТОДИКА БАГАТОФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Методика проведення три факторного експерименту

Під час аналізу функціонування експериментальної установки було виявлено процеси, залежні від низки чинників. З огляду на значну кількість таких факторів, було прийнято рішення дослідити вплив окремих з них на пошкодження насіння.

До ключових чинників, що розглядалися як такі, що впливають на рівень пошкодження, належать: ширина конвеєрної стрічки, пропускна здатність (продуктивність) та висота завантаження механізму.

Відповідно, експериментальне дослідження проводилося з урахуванням цих трьох параметрів. Рівні їх варіації змінювалися у встановлених практичних діапазонах, а дослідження виконувалися на тестовій установці, спроектованій згідно зі схемою (рис. 3.3).

Для перетворення отриманих даних на безрозмірні показники було здійснено їхнє кодування, а співвідношення з вихідними (натуральними) значеннями визначалося за допомогою відповідних залежностей.:

$$x_1 = \frac{Q - Q_0}{\varepsilon_1}, \quad x_2 = \frac{L - L_0}{\varepsilon_2}, \quad x_3 = \frac{m - m_0}{\varepsilon_3}, \quad (4.1)$$

де Q_0, L_0, m_0 – значення досліджуваних факторів;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – інтервали варіювання.

Для три факторного дослідження повне квадратне рівняння має вид:

$$\begin{aligned} \bar{y} = & b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + \\ & + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3. \end{aligned} \quad (4.2)$$

Коефіцієнти регресії визначають за наступними формулами:

$$b_0 = \frac{1}{n_0} \sum_{u=1}^{n_0} y_{0_u}, \quad (4.3)$$

$$b_j = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^n x_{ji} y_i, \quad (4.4)$$

$$b_{jr} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n x_{ji} x_{ri} y_i, \quad (4.5)$$

$$b_{jj} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 y_i - \frac{1}{16} \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 y_i + \frac{1}{2n_0} \sum_{u=1}^{n_0} y_{0_u}, \quad (4.6)$$

де u – порядковий номер дослідів;

n_0 – кількість дослідів;

r, j – номери фактора;

p – загальна кількість факторів;

i – номер дослідів;

n – загальна кількість дослідів;

y_i – значення функції відгуку в i -му досліді;

x_{ji}, x_{ri} – кодовані значення j -го чи r -го фактора в i -му досліді;

y_{0_u} – значення функції відгуку в u -му досліді в центрі плану.

Величину даного критерію Кохрена:

$$G^{\text{розр.}} = \frac{S_{y_i \text{ max}}^2}{\sum_{i=1}^m S_{y_i}^2}, \quad (4.7)$$

де $S_{y_i \text{ max}}^2$ – найбільша із дисперсій.

$S_{y_i}^2$ – значення дисперсії, що характеризує хаотичність результатів в i -му досліді.

$$S_{y_i}^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{g=1}^m (y_{ig} - \bar{y}_i)^2, \quad (4.8)$$

де m – кількість повторностей;

g – номер повторності;

y_{ig} – результат g -ї повторності i -го дослідження;

\bar{y}_i – середнє значення усіх повторностей i -го дослідження.

Дисперсію відтворюваності експерименту визначали за результатами дослідів в центрі плану. Розраховані коефіцієнти, які мали незначні значення вважали незначущими та нехтували ними.

4.2. Результати дослідження

Обробка даних експерименту, здійснювалась за допомогою програми Mathcad 18. Правильність підбору дисперсій звіряли за критерієм Кохрена і перевіряли на відтворюваність. Оскільки $G^{розр} = 0,313 < G^{табл} (0,05; 15; 2) = 0,335$ то процес відтворюється і може використовуватись.

Після підстановки кодових значень досліджуваних і шуканих параметрів рівняння регресії набуло вигляду:

$$y = 1,651 + 0,41x_1 - 5,3x_2 - 2,049x_3 - 0,31x_1^2 - 0,068x_2^2 + 0,053x_3^2 + \\ + 0,08x_1x_2 + 0,166x_1x_3 + 0,005x_2x_3 \quad (4.9)$$

Перевірку адекватності даного рівняння виконували за критерієм Фішера. Розрахункове значення якого при дисперсії неадекватності $S_{\text{наад}}^2 = 3,102$ і дисперсії відтворюваності дослідження $S_y^2 = 0,028$ становило $F^{розр} = 2,189$, а табличне $F^{табл} (0,05; f_2; f_1) = 19,38$,

де $f_2 = 7$ – число ступенів вільності дисперсії неадекватності;

$f_1 = 2$ – число ступенів вільності дисперсії відтворюваності дослідження.

З залежності, $F^{розр} = 2,189 < F^{табл} (0,05; f_2; f_1) = 19,38$, встановлено,

що гіпотеза адекватності підтверджується.

Остаточне рівняння набуло вигляду:

$$A = 3,065 + 0,78 Q - 8,36L - 2,94 m - 0,31 Q^2 - 0,69L^2 + 0,95 m^2 + 0,56 QL + 0,96 Qm + 0,095 Lm \quad (4.10)$$

де Q – продуктивність,

L – висота завантаження;

m – ширина стрічки

За даним рівнянням отримали поверхні відгуку (рис. 4.1).

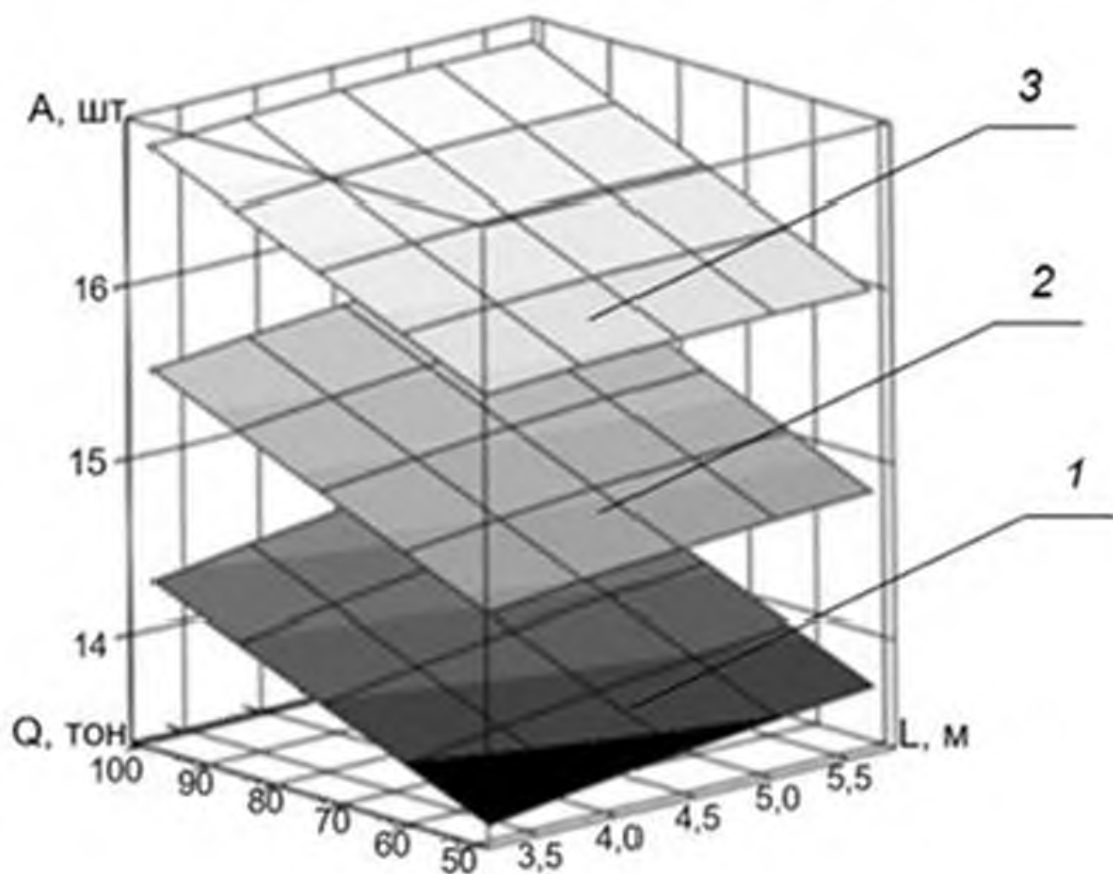


Рисунок 4.1 – Залежність кількості пошкоджених насінин A від продуктивності завантажувача Q та висоти завантаження L за ширини стрічки: 1 – $m=0,4\text{м}$; 2 – $m=0,5\text{м}$; 3 – $m=0,6\text{м}$

4.3 Висновки до розділу 4

За результатами розрахунків побудована поверхня відгуку показує, що висота завантаження та ширина стрічки практично не впливає на пошкодження насіння в той час, як збільшення продуктивності дещо підвищує пошкодження насіння.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У даній роботі проведено аналіз літературних джерел, що стосуються технології посіву кукурудзи та проектуванні стрічкового завантажувача для сівалок.

2. Шляхом проведення теоретичних обґрунтувань, які полягають у розширенні функціональних можливостей завантажувача, встановлено режимні та конструкційні параметри, а саме розрахункова потужність приводу стрічкового механізму 5,3 кВт, діаметр барабана 0,23 м, зусилля потрібне для подолання опору при обертанні стрічки 21,7 кН, оптимальний кута нахилу стрічкового завантажувача 30...45°. Також встановлено що найбільший динамічний коефіцієнт тертя по гумі виникає при взаємодії цукрової кукурудзи гібриду Казіно.

3. У ході лабораторних випробувань було розроблено експериментальну установку та проведено експеримент. Отримані результати позитивно впливають на процес завантаження кукурудзи до посівної машини.

4. Проведені експериментальні дослідження за методикою багатофакторного експерименту стверджують, що висота завантаження та ширина стрічки практично не впливає на пошкодження насіння в той час, як збільшення продуктивності дещо підвищує пошкодження насіння.

Перелік джерел посилань

1. Пашенко О. Ю. Реальні можливості підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна кукурудзи / О. Ю. Пашенко // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – 2003. – № 20. – С. 50–52.
2. Циков В. І. Кукурудза – на харчові й промислові цілі / В. І. Циков // Пропозиція. – 1998. – № 7. – С. 20–23.
3. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2015 рік. – К., 2015. – 324 с
4. Особливості сучасних світових технологій вирощування кукурудзи / [С. В. Кліщенко, О. Л. Зозуля, Л. М. Єрмакова та ін.]. – К., 2006. – 70 с
5. Ківер В. Х. Виробництво харчової кукурудзи в Україні / В. Х. Ківер, І. М. Семеняка // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 7. – С. 26–30.
6. Конопля М. І. Розлусна кукурудза на Сході України / М. І. Конопля, С. В. Маслійов. – Луганськ : Шлях, 1999. – 154 с
7. Губар О. В. Врожайність та якість зерна кукурудзи розлусної залежно від обробітку ґрунту і мінерального живлення // Бюл. Ін-ту сільськ. госп-ва степової зони НААН України. – 2012. – № 3. – С. 61–65
8. Кордін О. І. Особливості появи сходів холодостійких гібридів кукурудзи за ранньої сівби / О. І. Кордін // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 2008. – № 33–34. – С. 199–202
9. Філіпов Г. Л. Теоретичне обґрунтування вирощування високих урожаїв кукурудзи в сучасних умовах / Г. Л. Філіпов, С. В. Романенко, Л. Г. Філіпов // Хранение и переработка зерна. – 2005. – № 12. – С. 51–53
10. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Івашук, О. В. Корнійчук; за ред. В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка. – Львів : Українські технології, 2010. – 1088 с.

11. Окселекно О. М. Особливості росту, розвитку та продуктивність сортів і гібридів кукурудзи цукрової / О. М. Окселекно // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва НААН України. – 2010. – № 38. – С. 115–118.
12. Ідентифікація ознак кукурудзи (*Zea mays* L.) : навч. посіб. / [В. В. Кириченко, В. П. Петренко, І. А. Гур'єва та ін.]. – Харків : ІР ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2007. – 137 с.
13. Рослинництво України. Статистичний збірник 2014. – К. : Державна служба статистики України, 2015. – 180 с.
14. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. Під ред. В.Д. Лехмана. – К.: Урожай, 1990.
15. Карпенко А.Н., Хасанський В.М. Сільськогосподарські машини – 6-вид. (доповнене) К.: Агропром, 1989.
16. Плоткін Я.Д.. Організація і планування виробництва на машинобудівному підприємстві: / Я.Д. Плоткін, О.К. Янушевич // Навчальне видання. – Львів: Світ 1996.
17. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві: К.: Форт, 2001.
18. Розрахунок і конструювання валів. Навчально-методичний посібник Д.М. Коновалюк, Р.М. Ковальчук. – Луцьк. ЛДТУ, 2003.

Додатки

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОСІВУ КУКУРУДЗИ З РОЗРОБКОЮ СТРІЧКОВОГО ЗАВАНТАЖУВАЧА СІВАЛОК

Мета роботи – підвищення ефективності посіву кукурудзи шляхом застосування стрічкового завантажувача сівалок

Об'єкт дослідження – процес переміщення зерна протекторною стрічкою (робочим органом); процес перевірки пошкодження зерна після взаємодії з робочим органом; конструктивно-технологічні параметри завантажувача

Предмет дослідження – встановлення взаємозв'язку між ефективністю роботи стрічкового завантажувача та параметрами стрічки і дослідження властивостей насіннєвого матеріалу

Завдання досліджень:

- провести аналіз технологічних процесів стрічкового транспортування зерна та запропонувати теоретичні передумови для модернізації механізмів машини;
- обґрунтувати конструктивну схему та технологічний процес роботи завантажувача;
- теоретично обґрунтувати параметри та режими роботи стрічкового робочого органу;
- дослідити механічні властивості кукурудзи після застосування стрічкового перевантажувача;
- провести експериментальні дослідження підбору ефективних параметрів робочого органу.

Технічне завдання

1. Тип машини – причіпна.
2. Продуктивність – до 100тон/год.
3. Агрегативання – з трактором 1,4кН та частотою обертання ВВП – 540об/хв.
4. Час завантаження сівалки – 2...4хв.
5. Висота перевантаження – до 5,5м.
6. Кут нахилу вивантажувача – 65...70°
7. Транспортна швидкість – до 30км/год.
8. Коефіцієнт використання робочого часу зміни – 0,9.
9. Тип робочого органу – стрічковий.

Властивості матеріалу з яким працює машина

Вид – кукурудза
Вологість – $W=14\%$
Об'ємна маса – 800...900 кг/м³

Машина призначена для виконання технологічного процесу що виконується за схемою

Розміщення матеріалу у кузові
транспортного засобу

Переміщення матеріалу
стрічковим завантажувачем

Розміщення матеріалу у
сівалці

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК

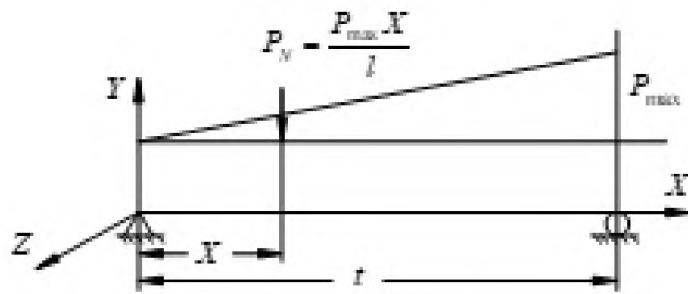


Схема зміни нестабільності зусилля по довжині стрічки

Продуктивність стрічкового робочого органу:

$$Q = 47 \cdot D^2 \cdot f \cdot n \cdot V \cdot k$$

D – діаметр барабану, м;

f – коефіцієнт заповнення;

n – частота обертання стрічки, об/хв;

V – об'ємна маса матеріалу, т/м³;

k – емпіричний коефіцієнт, який залежить від кута нахилу піднімання.

Розрахункова потужність приводу стрічкового механізму:

$$N_e = N_b K_s / \eta$$

$$N_e = 4,4 \cdot 1,1 / 0,92 = 5,3 \text{ кВт}$$

K_s – коефіцієнт запасу міцності $K_s = 1,1 \dots 1,2$;

η – ККД приводу, приймається в межах $0,8 \dots 0,92$.

Потужність на приводному валу стрічкового транспортера з врахуванням коефіцієнту запасу:

$$N_b = K_s w v / 1000 \eta$$

$$N_b = 1,2 \cdot 335 \cdot 10 / 1000 \cdot 0,92 = 4,4 \text{ кВт}$$

v – колова швидкість руху стрічки об/хв;

w – максимальний крутний момент для гідромотора MBV10.4.112.901, Нм.

Діаметр барабана:

$$D = 0,275 Q / E n f \rho R = 0,23 \text{ м}$$

Q – потрібна продуктивність, $Q = 100$ тон/год;

E – відношення довжини до діаметру $E = 10$;

ρ – насипна щільність кукурудзи $\rho = 0,85$ тон/м³;

R – коефіцієнт втрат продуктивності (залежить від кута нахилу $0,16$);

f – коефіцієнт заповнення, $f = 0,9$.

Зусилля потрібне для подолання опору при обертанні стрічки:

$$W = W_1 + W_2 = 21,7 \text{ кН.}$$

$$W_1 = W K_\phi / (K_\phi + 1) = 10,1 \text{ кН;}$$

$$W_2 = W / (K_\phi + 1) = 11,6 \text{ кН.}$$

АПАРАТУРА ТА ОБЛАДНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ



Загальний вигляд дослідної установки: 1 – завантажувальний бункер, 2 – привід, 3 – рама, 4 – вивантажувальна зона

Обладнання та результати дослідження енергії проростання кукурудзи



Проростання кукурудзи на вологому матеріалі



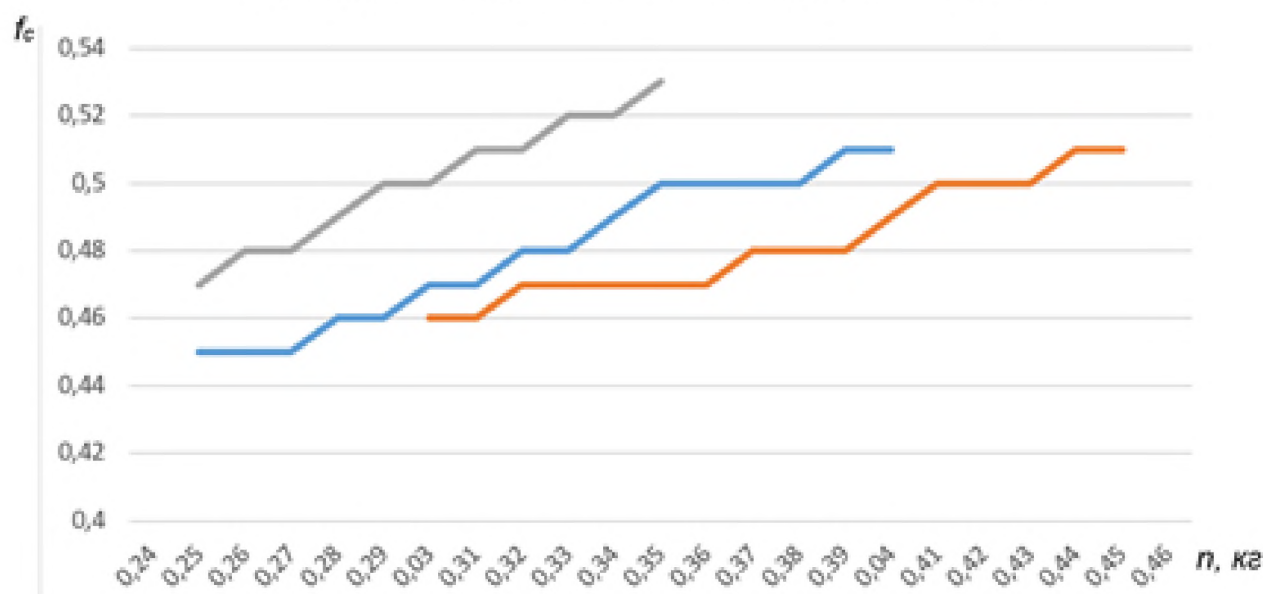
Фото проведення підготовки насіння до висіву



Проростання висіяного зерна

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження динамічного коефіцієнта тертя



Графічна залежність зміни показника коефіцієнта тертя кукурудзи по прогумованій стрічці в залежності від маси зерна, яка визнавалась на 1000 зернин кукурудзи сорту: 1 – ранній гібрид Любава, 2 – кормовий гібрид Амарок, 3 – цукровий гібрид Казіно

Результати досліджень визначення оптимального кута нахилу стрічкового завантажувача залежно від його довжини (для сорту Любава)

Кут нахилу α , град	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Довжина робочого органу, l, м	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,4
Продуктивність Q, кг/хв	98	102	109	110	116	125	127	129	122

Енергія проростання і схожість насіння

Назва	Початкова вологість насіння, %	Середня енергія проростання насіння за повторюваностями, %	Середня схожість насіння за повторюваностями, %
Любава	33,8	74,3	99
Амарок	35,7	78,0	100
Казіно	37,3	76,7	93

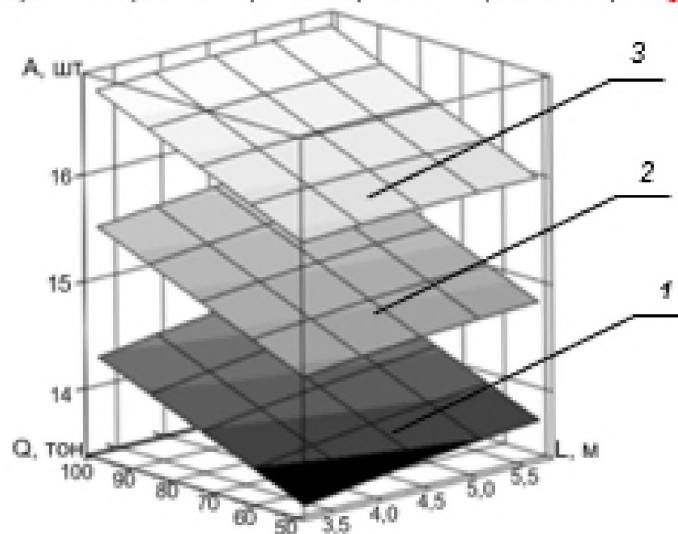
ПЛАНУВАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО МЕТОДУ

Фактори, вплив яких досліджувався, та рівні їх варіювання

Рівні варіювання	Фактори		
	Продуктивність Q, тон	Висота завантаження L, м	Шириня стрічки тлм
	x_1	x_2	x_3
Верхній (+1)	50	3,5	0,4
Основний (0)	75	4,5	0,5
Нижній (-1)	100	5,5	0,6
Інтервал варіювання, ε	25	1	0,1

Отримане рівняння регресії із факторами у натуральному вигляді:

$$A = 3,065 + 0,78 Q - 8,36L - 2,94 t - 0,31 Q^2 - 0,69L^2 + 0,95 t^2 + 0,56 QL + 0,96 Qt + 0,095 Lt$$



Залежність кількості пошкоджених насінин A від продуктивності завантажувача Q та висоти завантаження L за ширини стрічки: 1 – $t=0,4\text{м}$; 2 – $t=0,5\text{м}$; 3 – $t=0,6\text{м}$

СХЕМА УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

