

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

УДК ф631.333.6

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного
факультету

д.т.н., професор

Братішко В.В.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технічного сервісу
та інженерного менеджменту

імені М.П.Момотенка

Роговський І.Л.

“ ” 2023 р.

“ ” 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Удосконалення технічного контролю якості запасних частин
сільськогосподарської техніки в умовах ТОВ «Titan Machinery»

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, д.т.н., проф.

«підпис»

Братішко В.В.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

«підпис»

Надточій О.В.

Виконав

«підпис»

Сачук Ю.А.

Київ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технічного сервісу та
інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка,

І.Л.Роговський

“ ” 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Сачуку Юрію Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: Удосконалення технічного контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки в умовах ТОВ «Titan Machinery»

затверджені наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022 року №1943 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 10.11.2023 р.

Вихідні дані до роботи:

~~Науково – технічна література, результати науково-дослідних робіт по літературних джерелах технічного контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки~~

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- ~~1. Стан питання і завдання дослідження якості продукції сільськогосподарської техніки~~
- ~~2. Теоретичне дослідження, обґрунтування автоматизованих методів контролю якості фізико-механічних і геометричних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки~~
- ~~3. Методика експериментальних досліджень контролю якості запасних частин сільськогосподарський техніки~~
- ~~4. Результати досліджень і рекомендації пз організації системи контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки~~
- ~~5. Економічна ефективність вдосконалення контролю якості запасних частин сільськогосподарський техніки~~

Дата видачі завдання 18.09.2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

О.В.Надточій

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Ю.А. Сачук

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить розрахунково-пояснювальну записку на 123 стор. машиннописного тексту.

Ключові слова: закономірності, запасні частини, вимірювальний пристрій, контроль, параметри, статистичні дані, якість, управління якістю, математичний аналіз, прибуток.

Отримано теоретичні залежності впливу різних факторів на точність контролю автоматизованого вимірювального пристрою, що дозволяють визначити оптимальні режими роботи.

Розроблено автоматизований вимірювальний пристрій для контролю фізико-механічних та геометричних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки, з програмою, що дозволяє в інтерактивному режимі керувати пристроєм, та виводити результати контролю та їх статистичні дані.

Розроблено та науково обгрунтовані рекомендації щодо застосування автоматизованих вимірювальних коштів, призначених для оцінки якості запасних частин в умовах технічного сервісу сільськогосподарської техніки.

ВСТУП	6
1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	8
1.1 Якість сільськогосподарської техніки	8
1.1.1 Показники якості продукції сільськогосподарської техніки	11
1.1.2 Якість запасних частин	13
1.2. Аналіз методів та засобів контролю якості	17
1.2.1. Принципи управління якістю	17
1.2.2. Методи контролю машинобудівних виробів	19
1.2.3. Засоби контролю машинобудівних виробів	32
1.3. Аналіз наукових праць з контролю якості машинобудівних виробів	39
1.4 Мета та завдання дослідження, висновки	41
2. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ. ОБГРУНТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ І ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	42
2.1. Обґрунтування контрольованих видів та параметрів запасних частин	43
2.2. Формування моделі технічного оснащення процесу контролю	54
2.3. Моделювання впливу факторів на результат контролю	57
2.3.1. Вплив відстані від джерела випромінювання до поверхні контрольованої запасної частини	58
2.3.2. Вплив потужності світлового випромінювання	60
2.3.3. Вплив температури зовнішньої середовища	62
2.4. Методика визначення сумарного рівня впливу факторів на точність контролю	65
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	69
3.1. Методика експериментального дослідження	69
3.2. Розробка автоматизованого вимірювального пристрою	72

3.2.1. Вимоги до проектування автоматизованого вимірювального пристрої та його принцип роботи.....	72
3.3. Методика контролю запасних частин сільськогосподарської техніки автоматизованим вимірювальним пристроєм.....	81
3.4. Формування вихідних даних.....	85
3.5. Методика дослідження впливу факторів на точність контролю запасних частин сільськогосподарської техніки.....	89
3.5.1. Дослідження впливу температурних режимів.....	89
3.5.2. Дослідження впливу потужності випромінювання лазерного сканера.....	91
3.5.3. Дослідження впливу відстані джерела випромінювання до поверхні контрольованої запасної частини.....	92
3.5.4. Методика виробничих випробувань.....	93
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ПЗ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.....	
4.1. Результати дослідження факторів, що впливають на точність автоматизованого вимірювального пристрої.....	96
4.2. Результати контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки у виробничих умовах.....	102
4.3. Рекомендації щодо розробки автоматизованого вимірювального пристрої.....	108
4.4. Проектування технології контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки із застосуванням автоматизованого вимірювального пристрої.....	111
ГЛАВА 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.....	
ВІСНОВКИ.....	119
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	121
ДОДАТОК.....	122

ВСТУП

Ефективність експлуатації сільськогосподарської техніки значною мірою визначається її технічним станом, який у свою чергу залежить від якісного технічного обслуговування та ремонту. Використання неякісної зношеною сільськогосподарської техніки збільшує потребу в запасних частинах, що негативно впливає на експлуатаційні витрати. Загострюється проблемами тим, що рівень браку запасних частин сягає 45%. При цьому, ресурс запасних частин відповідає заданому, що призводить до збільшення експлуатаційних витрат.

Забезпечення постачання якісних запасних частин є найважливішим етапом оновлення парку сільськогосподарських машин та, як слідство, підвищення готовності машинно-тракторного парку.

1905 р. американський вчений Ф.У. Тейлор створив систему, що започаткувала управління якістю окремих деталей. Ця система дозволяла розділити контрольовані продукти (деталі) на якісну та дефектну. Встановлено вимоги до якості деталей, що визначалося або за допомогою кордонів-подів допусків, або за допомогою двох типів калібрів – прохідних та не прохідних. З появою такої технології контролю розпочалося зародження стандартизації, як елемент управління якістю продукції.

Для технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки у ДЕРЖСНПТ була розроблена комплексна система управління якістю машинобудівної продукції на станціях технічного обслуговування і ремонтних підприємствах агропромислового комплексу. Розробкою і використанням цієї системи займалися такі вчені, як В.С. Архіпов, Б.Б. Нефьодов, А.М. Андрієвський та інші.

Великий внесок у вдосконалення методів та засобів контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки та забезпеченням їх надійність внесли такі вчені як: В.М. Міхлін, Є.А. Пучин, В.А. Сімейкін, О.М. Дідманідзе, О.А. Леонів, А.С. Дорохов, С.П. Казанців, І.Г. Голубєв, К.А. Червоних та д.р. Розроблена ними методика контролю полягає у використанні автоматизованих безконтактних способів вимірів.

Існуючі методи та засоби контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки потребують підвищення точності і продуктивності, у зв'язку з чим, виникає потреба автоматизації методів та засобів контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки, в умовах технічного сервісу.

Мета дослідження. Підвищення готовності машинно-тракторного парку за рахунок удосконалення методів та засобів контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки, що дозволяють виключити попадання непридатних деталей у процес ремонту сільськогосподарської техніки.

Завдання дослідження. Для досягнення поставленої цілі дослідження передбачено рішення наступних основних завдань:

1. оцінити якість запасних частин, що постаються на дилерські і сільськогосподарські підприємства;
2. обґрунтувати методи та засоби контролю фізико-механічних і геометричних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки;
3. розробити автоматизований вимірювальний пристрій для контролю фізико-механічних та геометричних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки;
4. провести експериментальні дослідження контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки з використанням автоматизованого вимірювального пристрою;
5. розробити методику контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки, із застосуванням автоматизованих і безконтактних засобів вимірів;
6. оцінити техніко-економічну ефективність результатів досліджень та рекомендацій щодо переоснащення процесу контролю автоматизованими засобами вимірювання.

Об'єкт дослідження. Процес контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки на підприємствах технічного сервісу.

Предмет дослідження. Автоматизоване вимірювальне пристрій для контролю фізико-механічних та геометричних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки.

1. СТАН ПИТАННЯ, МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Якість сільськогосподарської техніки

Аналіз джерел показує, що якість машинобудівної техніки не задовольняє вимогам нормативно-технічної документації. За останні 10 років ціни, як на машинобудівну продукцію, так і на запасні деталі до неї, значно збільшуються, причому їх якість за показниками надійності погіршується.

За даними досліджень, кількість машин, що мають відхилення від вимог технічних умов становить 85,6%. У 90% випадках причинами відмов вузлів та деталей сільськогосподарських машин є виробничі дефекти. Основним експлуатаційним показником не відповідають 34,1% машин. Приймальні випробування нової техніки показали, що 65-70% машин мають конструкційні недоліки.

Запасні деталі сільськогосподарської техніки, необхідні для відновлення зношеної техніки не завжди відповідають встановленим вимогам. За даними підприємств матеріально-технічного забезпечення АПК, сільському господарству надходять до 45% бракованих запасних частин.

Для оцінки якості сільськогосподарської техніки за даними машинно-випробувальних організацій та інших організацій прийнято такі основні показники надійності: середнє напрацювання на відмову, інтенсивність відмов, коефіцієнт готовності.

За результатами випробувань гусеничного трактора ВТ-90В-С4 встановлено, що напрацювання трактора склало 242 мото-год., напрацювання на відмова становить 40,3 мото-год. Випробування на надійність показали, що є три відмови другої групи складності.

Випробування зернозбиральних комбайнів КЗС-9-1 «СЛАВУТИЧ» визначили одну технічну відмову другої групи складності, а так само визначено корозійне ураження окремих вузлів та деталей, що говорить про низьку якість матеріалів та фарбування.

Випробування кормозбиральних комбайнів РСМ-1403 із двигуном OM 460 LA, показали, що напрацювання на відмову склало 111,5 год., при нормі 500 год.

За період випробування комбайн РСМ-1430 відмовляв 2 рази.

Програма випробувань зернозбирального комбайна FORUM 740 не виконана через те, що сталося на 427 мото-год. відмови другої групи складності.

Відмова не була усунена через відсутність на МВС необхідних запасних частин.

Завод-виробник деталі, що вийшли з ладу не надав. У ході випробувань обсягом

427 мото-год. відбулося 4 виробничих відмов. Середнє напрацювання на відмову

II і III груп складності становила 142 год. і 33 год. при нормативному значенні

550 год. Основні виявлені відмови комбайна за період випробувань: неякісне

виготовлення радіатора, розрив нагнітального шлангу від компресора до

регулятора тиску, знос шліців сполучної муфти, неякісне виготовлення валу

приводу блоків насосів, недостатня термостійкість матеріалу ковпака фільтра та

ін.

Випробування трактора ХТЗ-17021 встановили такі відмови: деформація

різбової частини вилки вертикального розколу (недостатня міцність матеріалу),

неякісне складання пневмосистеми, протікати охолоджуючої рідини через

дренажний отвір водяного насоса, нестабільна робота електромагнітного

клапана гідронасоса (неякісне калібрування), зупинка двигуна в роботі

(заклинювання трансмісії та двигуна через порушення підшипника),

неіфективна компоновка радіатора надувного повітря та вентилятора системи

оохолодження та інші відмови. За період випробування тракторами виявлено

32/29 відмов. Чотири відмови має конструктивний характер. Причини

виникнення інших - виробничі, і пов'язані з неякісним виготовленням,

збиранням вузлів і агрегатів, а також застосуванням комплектуючих деталей та

матеріалів низької якості. За групами складності відмови класифіковані в такий

спосіб: 18/14 відмов - I групи складності, 11/12 відмов - II групи складності, 3/3

- відмови - III групи складності. Показники надійності виявили незадовільну

забезпеченість трактора, напрацювання на відмову складала - 12,3/34,7 мото-год.,

напрацювання на складну відмову - 28,1/67,1 мото-год. (за 19 не менше 800

мото-год.), коефіцієнт готовності у своїй становив 0,75/0,88. Надійність трактора

оцінюється як незадовільна.

За результатами спостережень за тракторами John Deere 8310R період експлуатації з травня по листопад 2022 року виявлено 6 відмов, усі ці відмови носять виробничий характер. Основна кількість виявлених відмов відносяться до I групи складності. В результаті проведеного аналізу випробувань МІС виявлено безліч відмов, пов'язаних з різними системами машин, рис. 1.1 представлено сумарне кількість виявлених відмов тракторів, комбайнів за результатами випробувань, проведених на МІС



Рис. 1.1 – Сумарна кількість відмов систем сільськогосподарської техніки

Виявлено, що найбільша кількість відмов у гусеничних тракторів складають двигунів - 6, трансмісії та ходової системи - 4. У колісних тракторів найбільше сталося відмов трансмісії та ходової системи - 6. Комбайни здебільшого відмовляли через робочі органи - 8 відмов.

Основними причинами таких відмов сільськогосподарських машин є: низька якість виготовлення та складання, не відповідність марки виготовлення, недотримання співвідносі отворів та ін.

У зв'язку з цим заводам під час виготовлення сільськогосподарських машин і запасних частин необхідно посилити контроль якості виготовлення техніки та запасних частин, а дилерам та службам технічного сервісу - організувати контроль якості поставлених виробів.

1.1.1 Показники якості продукції сільськогосподарської техніки

Визначення рівня якості запасних частин сільськогосподарської техніки виявляє відповідність їх характеристик встановленим технічним показникам.

Якість – це сукупність показників об'єкта, які стосуються його здатності задовольнити встановлені та запропоновані потреби. Показники якості виробів – це кількісна характеристика одного або кількох властивостей продукції, що входять її якість, розглядається стосовно певних умов її створення і експлуатації або споживача.

За кількістю властивостей, що характеризуються показники якості продукції поділяються на одиничні, комплексні, визначальні та інтегральні.

Одиничні показники якості відносяться до одиниці продукції та до сукупності одиниць однорідної продукції (наприклад, питома витрата палива (р./к.с.), споживана потужність (к.с.), швидкість руху (Км/год). Ці показники характеризують одну властивість продукції.

Комплексні показники якості характеризують сукупність кількох властивостей продукції.

Визначальні показники якості – оціночні, за ними судять о якості продукції.

Інтегральні показники якості виражаються через відповідну суму економічних чи технічних показників.

Показники якості продукції машинобудування різноманітні, тому до кожного виду продукції має бути обрана відповідна номенклатура показників, що найбільш повно характеризує її якість. Номенклатура показників якості продукції машинобудування представлена в такий спосіб (таблиця 1. 1).

Розглянемо характеристику цих показників:

показники призначення дають уявлення про здатність виробу ефективно виконувати необхідні завдання;

показники технологічності характеризують можливість випуску виробу з найменшими виробничими витратами та найкоротші терміни;

патентно-правові показники характеризують ступінь патентної частоти

технічних рішень, використаних у виробі, визначають їх конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринку;

Таблиця 1.1 – Номенклатура показників якості продукції машинобудування

Показники якості продукції машинобудування																	
Виробнича група						Споживча група											
технологічності						надійності											
призначення	трудомісткості виготовлення	трудомісткості підготовки виробу до функціонування	матеріаломісткість	стандартизація та уніфікація	інші показники	патентно-правові показники	безвідмовності	довговічності	збереження	ремонтпридатності	ергономічні	естетичні	екологічні	безпеки	інші показники		
																Технічного рівня	
Економічні	капіталовкладення у виробництво виробу					Економічні	капіталовкладення, пов'язані з експлуатацією виробу					Економічні	капіталовкладення, пов'язані з експлуатацією виробу				
	собівартість та оптова ціна виробу						собівартість одиниці роботи, що						продуктивність праці				
	рентабельність						рентабельність						рентабельність				

показники надійності характеризують властивості довговічності, безвідмовності, збереження, ремонтпридатності. Довговічність - здатність виробу зберігати свою працездатність до настання граничного стану з необхідними перервами для технічного обслуговування та ремонту.

Безвідмовність – властивість виробу безперервно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякою напрацювання, що виражається у ймовірності безвідмовної роботи, середнього напрацювання до відмови, інтенсивності відмов. Збереженість – властивість виробу безперервно зберігати справний та працездатний стан після зберігання та транспортування;

одиничними показниками збереження може бути середній термін збереження та призначений термін зберігання. Ремонтпридатність характеризує особливості конструкції та способу виготовлення виробу, які полягають у пристосованості його до технічного обслуговування, ремонту. До цього

показники належать: середня оперативна тривалість гарантійного, планового, поточного, термінового ремонту та ремонту вдома; середня оперативна трудомісткість ремонту та технічного обслуговування; ймовірність відновлення в задане час;

показники ергономічності дають уявлення про здібності зберігати здоров'я людей при безпосередньому підвищеному зручності експлуатації і враховують комплекс таких властивостей людини як гігієнічні, антропометричні, фізіологічні, психологічні;

естетичні показники характеризують інформаційно-художню виразність виробу, цілісність композиції і раціональність форми;

показник безпеки характеризує особливості продукції при її використанні, що зумовлює безпеку людини та інших об'єктів;

показники екологічності визначають рівень шкідливих впливів на навколишнє середовище в процесі споживання та експлуатації виробу;

економічні показники характеризують досконалість виробу за рівнем витрат матеріальних, трудових та паливно-енергетичних ресурсів на його виробництво та експлуатацію. До даних показників відноситься рентабельність, собівартість, ціна покупки, ціна споживання та інше.

Перерахована номенклатура показників є основою для кількісної оцінки якості конкретного виду виробу. Дані показники якості дозволяють зробити висновок про придатності сільськогосподарської техніки для використання по призначенню.

У роботі використовуються показники, що характеризують технологічність та надійність виробів.

1.1.2. Якість запасних частин

Проведені дослідження якості запасних деталей показали, що більшість придбаних запасних деталей сільськогосподарських машин містять дефекти, пов'язані з невідповідністю фізико-механічних властивостей матеріалу, невідповідністю геометричним параметрам, а також порушенням цілісності матеріалу (рис. 1.2 – 1.4).



Рис. 1.2. - Дефекти пов'язані із зміною фізико-механичних властивостей матеріалу деталей



Рис. 1.3. - Дефекти, пов'язані з невідповідністю геометричних розмірів деталей



Рис. 1.4. - Дефекти, пов'язані з порушенням цілісності матеріалу деталей

В результаті аналізу проведеного на МВС виявлено, що частіше всього відмовляють такі деталі: піввісь переднього моста, вал колінчастий, шатун у зборі та інші деталі, основними причинами відмов яких є погана якість складу матеріалу та недотримання норм по геометричним параметрів.

З метою дослідження показників надійності вищевказаних деталей здійснено контрольну закупівлю запасних частин в обсягом вибірки становив 40 од., для їх виміру в лабораторних умовах (Таблиця 1.2).

Таблиця 1.2. Основні дефекти придбаних запасних деталей сільськогосподарської техніки

Найменування деталі	Номер по каталогу	Кількість контрольованих деталей, шт.	Якість деталей			Кількість дефектних деталей, %
			Вид дефекту			
			Зміна фізико-механічних властивостей матеріалу, шт.	Невідповідність форми та геометрії, шт.	Порушення цілісності матеріалу, шт.	
Напіввісь переднього мосту МТЗ-82	52-2308065	15	6	2	1	60
Вал колінчастий	240-1005015	6	3	0	1	66
Вал розподільчий	240-1006015A	6	1	0	1	33
Ступиця заднього колеса	50-3104010A	2	1	0	0	50
Шатун з зборі	240-10044100	12	3	3	0	58
Шатуни з зборі	406-100404501	12	2	0	2	42
Вал	252-4209005	2	0	0	2	100
Гільза	52-2308084A1	4	2	1	0	75
Диск натискний	72-2209026	6	0	2	0	33
Ось шнека	54-61966A	15	3	1	1	33
Шестерня ведуча кінцевою передачею	77.39.107-3	4	1	0	2	75

Контроль основних показників запасних частин проводився стандартними механічними засобами вимірювання.

З таблиці 1.2 видно, більшість придбаних запасних деталей не відповідають їх технічним вимогам та мають ряд дефектів. Проаналізувавши ці невідповідності (дефекти) придбаних деталей збудуємо процентне співвідношення груп показників якості (рис. 1.5).



Рис. 1.5. - Структура дефектів запасних частин

З рис. 1.5 видно, що не виявлено дефектів у 44% придбаних запасних частин. Це говорить про те, що якість запасних частин знаходиться дуже низькому рівні. Більшість виявлених дефектів (30%) пов'язано з невідповідністю фізико-механічних параметрів деталей (марка сталі, твердість, шорсткість, корозостійкість).

Порушення таких властивостей запасної деталі пов'язане з застосуванням невідповідних матеріалів під час виготовлення з метою здешевлення виробництва.

В даний час актуальним є імпортозаміщення. запасних деталей закордонних сільськогосподарських машин, це дозволяє невідповідні (браковані) деталі замінювати на українські аналоги. У внаслідок цього виявляється безліч контрафактних виробів, які поставляються на підприємства технічного обслуговування. Як правило, контрафактні вироби виготовлені на прикладі застосовуваних оригіналів без законного права на їх виробництво, такі вироби мають невідповідне маркування, вони недостатньої якості виготовлення а значить можуть використовуватися за заданими функціями. У такій ситуації виникає питання в підготовці контролю якості не тільки оригінальних, але й не оригінальних та відновлених деталей, призначених як для зарубіжної, так і для української техніки.

Таким чином, аналіз якості машинобудівної продукції і запасних деталей до них показав, що якість машинобудівної продукції знаходиться на низькому рівні, це підтверджують результати випробувань на МВС, де виявлено велику кількість відмов. У результаті контролю запасних частин сільськогосподарської техніки виявлено, що більшість придбаних запасних деталей (до 56%) не відповідають технічним вимогам, а більшість виявлених дефектів пов'язана з фізико-механічними параметрами деталей.

У зв'язку з цим формування та організація процесу контролю якості машинобудівної продукції, що надходить АПК, стає необхідною. На підприємствах технічного сервісу необхідно організувати служби контролю якості за запасними деталями та оснастити їх сучасним контрольно-

вимірювальним обладнанням, яке дозволить своєчасно визначити дефектну деталь та запобігти її експлуатацію на сільськогосподарській техніці.

Для проведення подальших досліджень, виходячи з результатів аналізу якості, приймемо обмеження та припущення щодо об'єкту дослідження систем машин та типів запасних частин. В якості предметів дослідження обрані запасні частини трансмісії та ходових систем сільськогосподарської техніки.

1.2. Аналіз методів та засобів контролю якості

1.2.1. Принципи управління якістю

Вперше поняття «якість» було вивчено давньогрецькою філософом Аристотелем (III ст. до н.е.), він визначав якість як відмінність між предметами чи диференціація за ознакою «добрий-поганий». Гегель (XIX ст. н. е.) визначав якість насамперед як тотожну з буттям визначеність, так що щось перестає бути тим, що воно є, коли воно втрачає своє якість. У китайською мовою ієрогліф, що позначає якість, складається з двох елементів – «рівновагу» і «гроші», отже, якість тотожна поняттю "висококласний", "дорогий". Американський вчений в області управління якістю Шухарт Уолтер Ендрю (1931) вважав, що якість має два аспекти: об'єктивні фізичні характеристики та суб'єктивний бік, тобто сприйняття цієї речі (наскільки ця річ хороша). Визначний японський фахівець у галузі якості Каору Ісікава (1950 рік) визначав якість як властивість, що реально задовольняє споживачів.

В даний час існує велика різноманітність визначення поняття «якість».

Міжнародний стандарт ISO 9000:2008 визначає якість як ступінь відповідності сукупності властивих характеристик вимогам, водночас ГОСТ 15467-79 «Якість – це сукупність характеристик об'єкта, що належать до його здатності задовольнити встановлені та запропоновані потреби».

У 1979 році Державний комітет СРСР із стандартів розробив та прийняв ГОСТ 15467-79 «Управління якістю продукції. Терміни і визначення», в якому дано визначення поняття «якість продукції» і пов'язаних з ним властивостей, показників, рівнів. Згідно даному ГОСТу «якість продукції – сукупність

властивостей продукції, зумовлюють її придатність задовольняти певним потребам відповідно з призначенням».

Висока якість продукції досягається завдяки ефективній системі керування якістю. За міжнародними стандартами ISO 9000 система якості – це сукупність організаційної структури, методик, процесів та ресурсів, необхідних для загального керівництва якістю.

Система управління якістю розробляється з обліком принципів, що становлять основу міжнародних стандартів ISO, ці принципи представлені рис. 1.6.

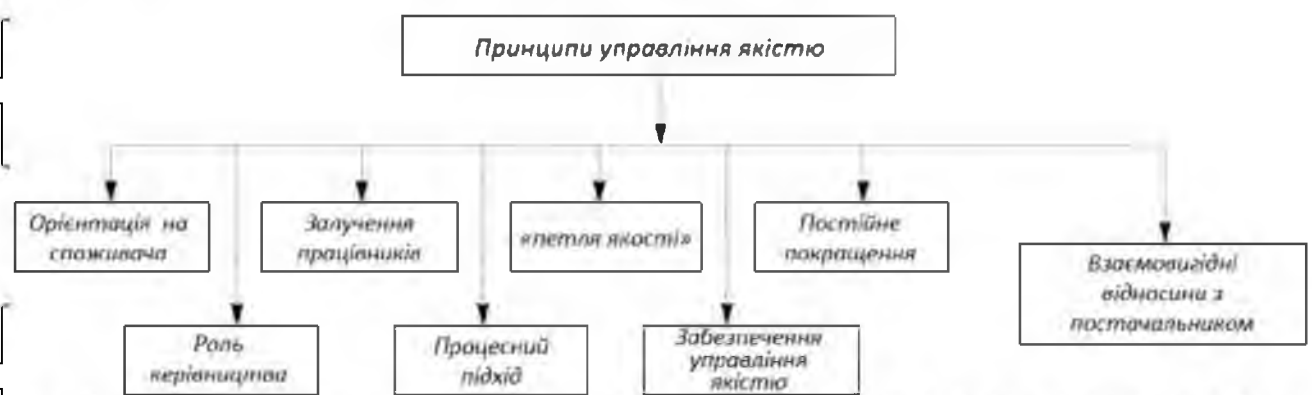


Рис. 1.6. Основні засади управління якістю

Ця система створюється для підприємства як засіб, що забезпечує проведення певної політики та досягнення поставленої мети в області якості.

Орієнтація на споживача полягає в тому, що підприємства залежать від своїх споживачів, їм необхідно виконувати всі їхні вимоги і прагнути перевершити результат.

Роль керівництва полягає у створенні умов для виконання робіт, де працівники повністю залучені до поставленої мети та завдання організації.

Залучення працівників дозволяє організації з вигодою використовувати свої можливості.

При процесному підході бажаний результат буде ефективнішим, якщо діяльність та відповідними ресурсами управляти як процесом.

Охоплення всієї стадії життєвого циклу продукції – принцип «петл

якості». За допомогою цього принципу здійснюється взаємозв'язок між виробником і споживачем продукції, а також з усіма об'єктами, які забезпечують вирішення завдань управління якістю продукції.

Поєднання забезпечення управління та покращення якістю дозволить організувати структуру управління та постійним покращенням діяльності організації.

Взаємовигідні відносини із постачальниками. Суть цього принципу полягає в його реалізації як до зовнішніх, так і до внутрішнім постачальникам.

Для успішної діяльності системи керування якістю необхідно забезпечити реалізацію кожного з перерахованих принципів.

1.2.2. Методи контролю машинобудівних виробів

Контроль фізико-механічних та геометричних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки здійснюється за допомогою контактних та безконтактних методів вимірювань.

До безконтактних методів контролю якості відносяться: далекометричний, інтерференційний, триангуляційний, рефлектометричний, рентгенівський, лазерно-акустичний, метод спеклінтерферометрії, муаровий, рентгенівський, імпульсний, томографічний, ультразвуковий, голографічний та ін. Реалізація вищезазначених методів вимагає наявності відповідних контрольно-вимірювальних приладів, таких як відеокамери, оптичні сканери, автоматичні засоби вимірювань та інших оптико-електронних коштів вимірів.

Багато методів були вивчені та представлені в роботі Червоних К.А., деякі з них вимагають детального аналізу та експериментального підтвердження їх ефективності.

В даний час існують різні **триангуляційні лазерні датчики** (рис. 1.7), призначені для виміру різних геометричних параметрів виробу (товщина, внутрішні та зовнішні діаметри, прямолінійність і ін.) а також сканування профілю виробу складної форми, визначення положення об'єктів.

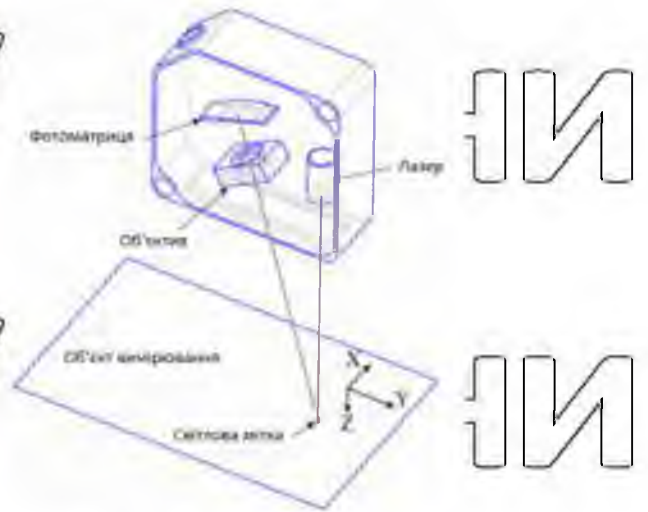


Рисунок 1.7. – LS5 – лазерный триангуляционный датчик положения

Рисунок 1.8. – Триангуляционный метод контроля

Триангуляційний метод контролю (рис. 1.8) заснований на розрахунку шуканої відстані через співвідношення трикутника з використанням відомих параметри системи. Даний метод дозволяє здійснювати вимірювання відстані від приладу до контрольованої поверхні деталей, а так само вимірювання абсолютної величини досліджуваної деталі Червоних К.А.

На рис. 1.9 представлена принципова схема триангуляційного методу контролю, яку умовно можна поділити на три частини: 1 - випромінювальний канал; 2 - контрольована поверхня; 3 - приймальний канал.

Випромінювальний канал складається з джерела випромінювання та об'єктива, який формує зондуючий пучок на контрольованій поверхні.

Кожна поверхня має властивість відбивати або розсіювати падаюче випромінювання. Розсіювання випромінювання поверхнею контрольованого об'єкта використовується в триангуляції як фізична основа для визначення інформації про відстань до цієї поверхні, тому контрольована поверхня є невід'ємною частиною триангуляційної вимірювальної схеми.

Приймальний канал складається з об'єктива, що проектує, і фотоприймача. Проектуючий об'єктив формує зображення зондуючої плями в площині фотоприймача. Чим більше діаметр об'єктива, тим вище його світлосила.

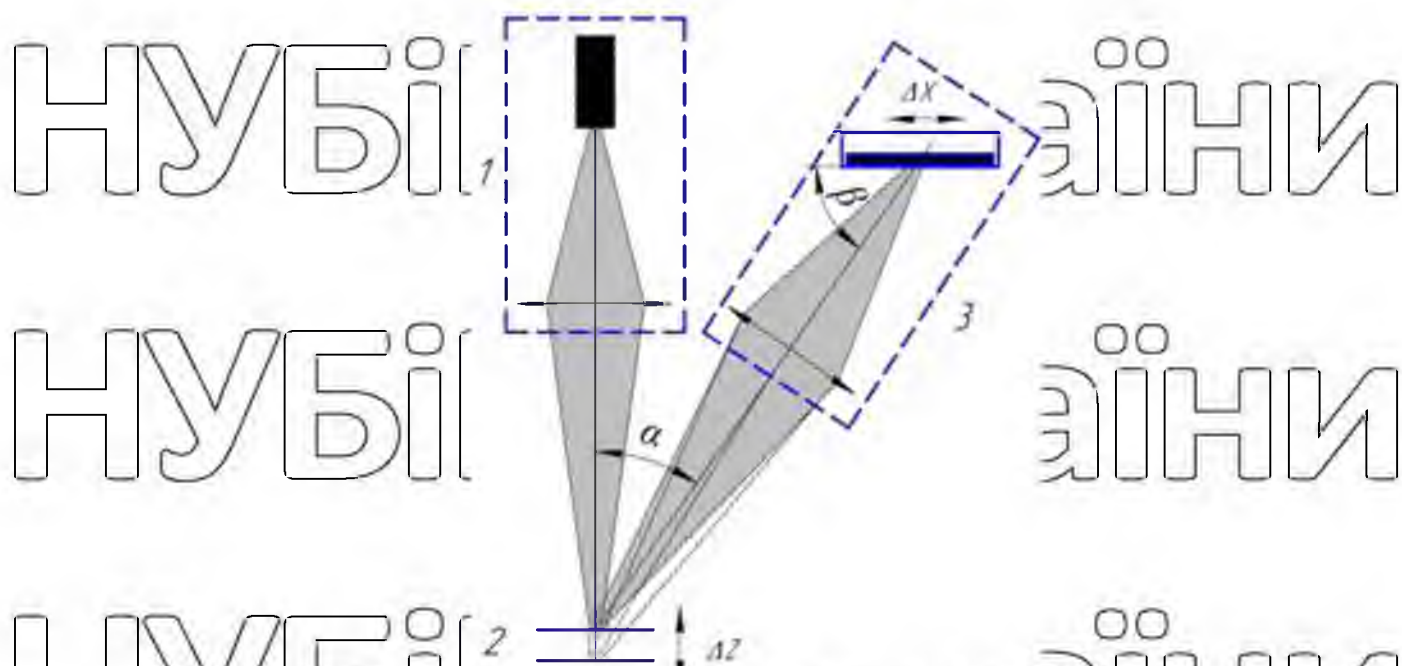


Рис. 1.9. – Принципова схема триангуляційного вимірювача.
 1 – випромінювальний канал; 2 – контрольована поверхня;

3 – приймальний канал

Випромінювальний канал складається з джерела випромінювання та об'єктива, який формує зондувальний пучок на контрольованій поверхні.

Кожна поверхня має властивість відбивати або розсіювати падаюче випромінювання. Розсіювання випромінювання поверхнею контрольованого об'єкта використовується в триангуляції як фізична основа для визначення інформації про відстань до цієї поверхні, тому контрольована поверхня є невід'ємною частиною триангуляційної вимірювальної схеми.

Приймальний канал складається з об'єктива, що проектує, і фотоприймача. Проектуючий об'єктив формує зображення зондувальної плями в площині фотоприймача. Чим більше діаметр об'єктива, тим вище його світлосила. У разі зміни відстані від датчика до об'єкта відбувається переміщення зображення світлової мітки у площині фотоприймача. Мікропроцесор здійснює обчислення координат зображення і визначає відстань до досліджуваного контуру.

Імпульсний метод (Рис. 1.10) сформувався на визначенні часу

проходження сигналу від випромінюваного приладу до контрольованого контуру і назад, з урахуванням стабільного поширення швидкості сигналу. Лазерний режим перетворює низькі імпульси, які, відбиваючись від вимірюваної поверхні, повертаються назад до приймача. Завдяки високій точності застосовуваної електроніки, знаходиться час проходження всіх сигналів, відбуваються зміни та поправки у швидкості його поширення у навколишньому середовищі. Таким чином, можливо, обчислити відстань від приладу випромінювання до точки відображається променю.

Фактична точність кожного виміру залежить від кількох параметрів, кожен з яких може вплинути на точність вимірювання. Такими параметрами є: відбивні властивості вимірюваного контуру, форма та час проходження зондуючого імпульсу, оптичні властивості навколишнього середовища, текстура та спрямованість контрольованого контуру (Предмета).

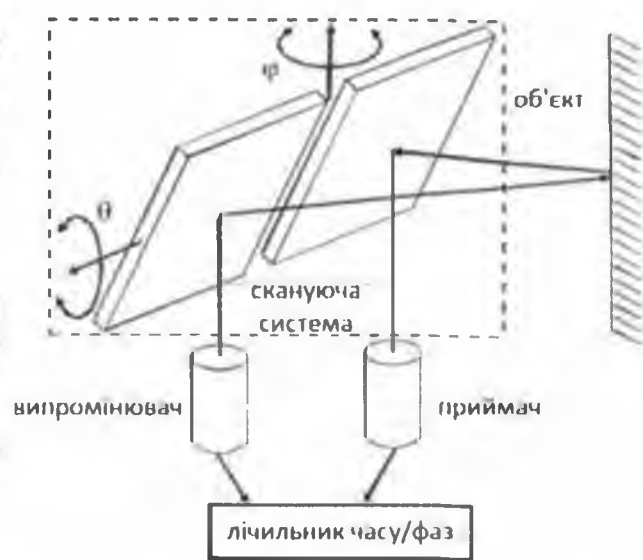


Рис. 1.10 - Імпульсний метод контролю

Метод тіньового перерізу (рис. 1.11) якого полягає в обмеженні щодо вимірювання параметрів збірних одиниць складної форми, до таких деталей відносяться запасні частини сільськогосподарських машин.

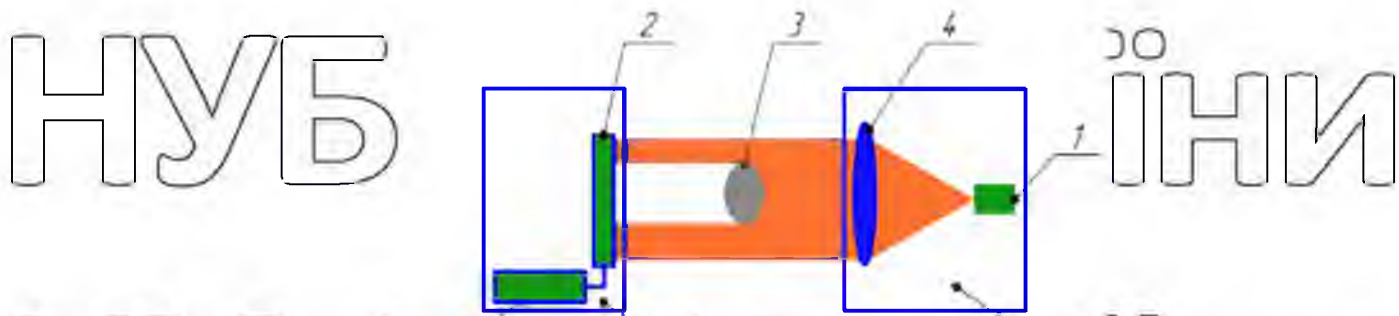


Рис. 1.11. - Метод тіньового перерізу

1 – освітлювач; 2 – світлочутливий елемент;

3 – контрольована деталь; 4 – лінза; 5 – джерело випромінювання;

6 – приймач випромінювання; 7 – мікропроцесор.

Цей метод використовує джерело та приймач випромінювання, які знаходяться в різних сторонах від контрольованого об'єкта та розташовані на одній осі вимірювання.

Для вимірювання лінійних розмірів деталей та для визначення профілю обробленої поверхні використовуються вимірювачі, засновані на методі точного фокусування. Контрольована деталь розташована поблизу фокусу оптичної системи вимірювача, яка підтримує відстань, так, щоб об'єкт вимірювання знаходився у фокусі оптичної системи вимірника. За положенням вимірювача, що відраховується за шкалою, визначають контрольований розмір деталі.

Напрямок руху вимірювача визначається за фокусування лазерного променя на поверхні об'єкта, на підставі сигналу розфокусування стежить система переміщує вимірювач до її усунення.

Переваги таких вимірювачів у тому, що вони здатні забезпечити безперервний контроль, високу точність та можливість роботи у широкому діапазоні вимірювань контрольованого розміру. Істотними недоліками є низька швидкодія та відносна складність стежинь системи.

Відеограмметричний метод (рис. 1.12) застосовується для контролю однотонних поверхонь, тому що для поверхонь, що мають різні кольорні тони, виникає ризик прояву помилки, що неможливо при вимірюванні параметрів

якості запасних деталей. Цей метод збудовано на порівнянні зображень з декількох ПЗС-матриць, розташованих їх по принципу заснованому на метод триангуляції, внаслідок чого можна, можливо отримати координати кожної вимірюваної поверхні точки.

Відеограмметричний метод використовується для безконтактного вимірювання геометричних параметрів та просторових деформацій виробів шляхом відновлення вихідних координат точок, зазначених на контрольованій деталі за зареєстрованими координатами зображень цих точок.

Канали *A* та *B* побудовані за схемою з сікучою світловою площиною: діапазон вимірів 500x500 мм, похибка 0,2 мм. канал *C* побудований за тіньовою схемою: діапазона вимірювань 120x180 мм, похибка 0,06 мм



Рис. 1.12. - Метод відеограмметричний

Цифрова обробка зображення дозволяє визначити геометричні параметри щого зображення та перетворити їх в необхідні геометричні розміри об'єкта в реальному масштабі часу. Важливий недолік відеограмметрії це висока складність обробки одержуваних значень.

Ультразвуковий метод (рис. 1.13) дозволяє контролювати недоліки в матеріалі досліджуваної деталі шляхом ультразвукових коливань, відбитих від внутрішніх дефектів, та подальшої оцінки часу проходження та амплітуди а також форми надійшли коливань, застосуванням сучасного обладнання ультразвукового дефектоскоп. Ультразвуковий метод найпоширеніший метод неруйнівного контролю.

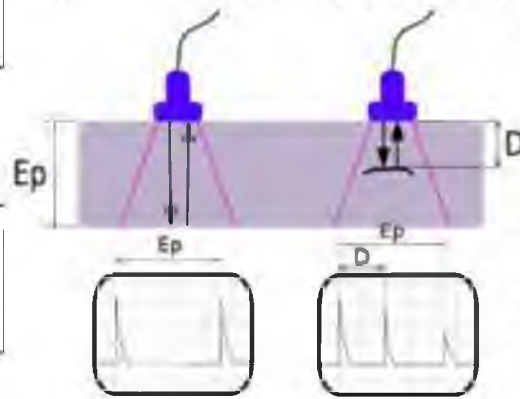


Рис. 1.13. – Схема ультразвукового контролю

Траєкторія руху звукових хвиль не змінюється в однорідному матеріалі. В результаті різних акустичних опорів відбувається відбиття ультразвукових хвиль.

Існує закономірність відображення акустичних хвиль: чим більше відмінність акустичних опорів, тим більша частина звукових хвиль контролю відбивається від краю області. Відображення буде повне в результаті включень у металі, які містять повітря, що має більшою мірою акустичне опір, ніж метал.

Роздільна здатність акустичного аналізу здійснюється довжиною вихідної звукової хвилі. Все це дає можливість визначити використання ультразвуку, як високочастотні коливання. Однак при збільшенні коливальних частот зростає здатність їх згасання, це дає обмеження на допустиму глибину вимірів. У результаті, даний метод є найефективнішим методом визначення внутрішніх відхилень матеріалу, але не дозволяє з високою точністю проводити контроль зовнішніх розмірів предмета.

Рентгенівський метод контролю (рис. 1.14) застосовується для виявлення

в зварних з'єднаннях тріщин, пор, вольфрамових, шлакових, окисних та інших включень, а також для виявлення пропалів, підрізів, оцінки величини опуклості та увігнутості кореня шва, недоступних для зовнішнього огляду.

Даний метод контролю підходить для виявлення тріщин, пор та інших дефектів в деталях сільськогосподарської техніки, дозволяє вимірювати приховані прожвини деталей. Основний недолік рентгенівського методу є рентгенівське випромінювання, яке шкідливо впливає на здоров'я людини.

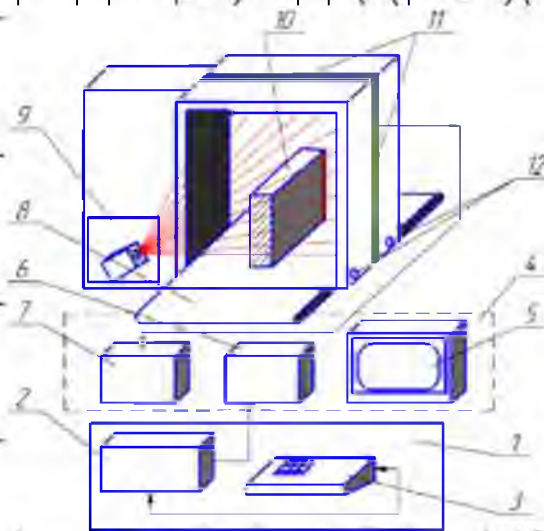


Рис. 1.14 – Рентгенівський метод.

- 1 – система управління; 2 – блок управління; 3 – пульт управління;
- 4 – система отримання зображення; 5 – монітор; 6 – блок пам'яті; 7 – блок обробки інформації; 8 – конвексна система; 9 – рентгенівська система; 10 – об'єкт дослідження; 11 – детекторна лінійка;
- 12 – світлові датчики включення.

Лазерно-акустичний метод (рис. 1.15) контролю полягає в тому, що на досліджуваний об'єкт спрямовується імпульсне лазерне випромінювання з необхідними для збудження акустичної хвилі повітря. Акустичний імпульс виникає при дії імпульсного лазерного випромінювання на поверхню поглинаючої твердого тіла. Даний ефект пов'язаний зі збільшенням температури поверхні та надалі нагріві поверхневого шару газу за рахунок теплопровідності на краю поверхні. Нагріваючись, газ розширюється і тим самим створює звукову хвилю - імпульсне джерело звуку, його положення визначається припиненням лазерного променя з поверхнею. Визначити координати такого джерела можливо за допомогою відомих методів, що використовуються в акустиці.

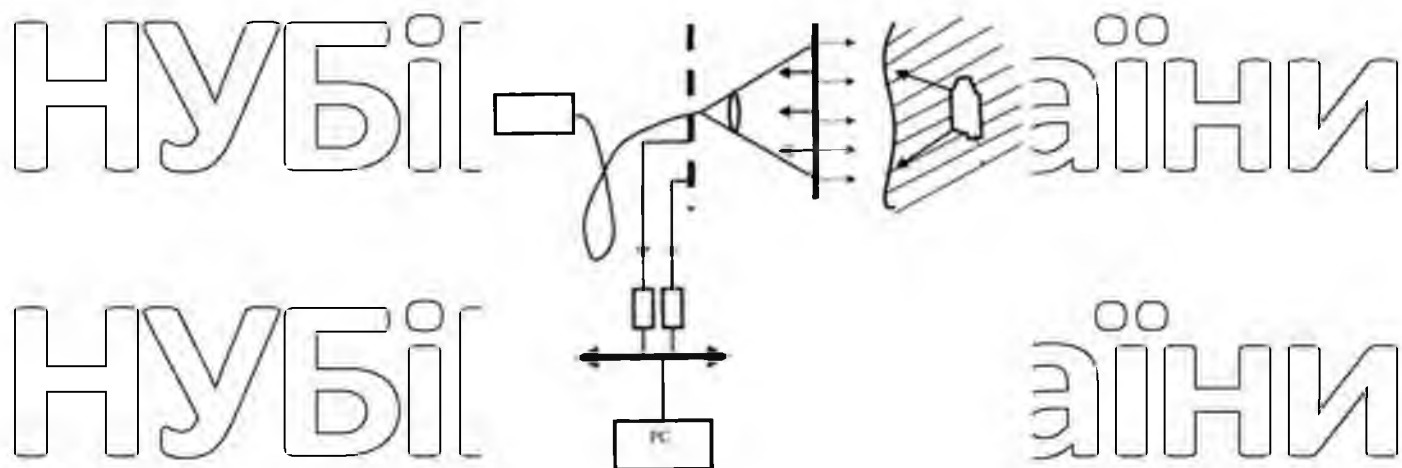


Рис. 1.15 – Лазерно-акустичний метод

Цей метод має переваги перед іншими методами під час контролю великогабаритних об'єктів. Для запасних деталей сільськогосподарської техніки даний метод малозастосовний.

Інтерференційний метод реалізований у автоматизованих Електронні мікроскопи (рис. 1.16) Такі лазерні методи вимагають наявності приладів - мікроскопів з високою роздільною здатністю, інтерферометра і необхідного програмного забезпечення. Все це дає можливість в здатності побачити найдрібніші невідповідності досліджуваних властивостей поверхні, можливе розширення до рівня нанометр.



Рис. 1.16 – Автоматизований електронний мікроскоп:

- 1 - багатскоординатний стіл з автоматизованим керуванням;
- 2 - високостійке дзеркало на п'єзоелементі; 3, 5 - ПЗЗ-матриця;
- 4 - мікросінтерферометр;

б - лазерний освітлювач з низькою просторовою когерентністю.

Інтерференційні вимірювальні засоби мають нанометричну роздільну здатність, підходять для кількісного визначення гладкості, шорсткості поверхні, перепадів висот та паралельності протяжних поверхонь та конструкцій, включуючи м'які матеріали, а також для визначення наявності або відсутності мікротріщин на поверхні деталей.

Недолік цього методу полягає в малому діапазоні вимірювань та низькій продуктивності, що обмежує можливість його застосування для контролю якості запасних частин, де потрібно висока продуктивність, висока точність та широкий діапазон вимірювання.

Муаровий метод (рис. 1.17) використовує принципи триангуляційного методу, але замість світлової смуги на поверхню об'єкта проєктуються кілька світлових смуг, що створюють на поверхні контрольованого об'єкта лінійну сітку (муар), по викривленням якої визначається її геометрія. Цей метод від самого початку створювався як тривимірний, а у зв'язку зі складністю створення програмного забезпечення для приладів, що реалізують цей метод, вартість їх набагато вище двовимірних триангуляційних, що суттєво для аналізованої області застосування.



Рис. 1.17 - Муаровий метод вимірювання.

У роботі було розглянуто методи неруйнівних ідентифікацій марок матеріалів, які використовують вимір який- чи фізичної величини, чисельно залежить від марки матеріалу. До таких методів відносяться: вихроstromовий метод, магнітні методи та метод визначення термо-ЕРС. Вони використовують вимір фізичної величини, яке застосовується при ідентифікації хімічного складу, структури і фізико-механічних властивостей контрольованих матеріалів виробів

розглянемо докладніше ці методи.

Вихрострумівий метод контролю (рис. 1.18) заснований на аналізі взаємодії електромагнітного поля вихрострумівого перетворювача з електромагнітним полем вихрових струмів, що наводяться в контрольованому об'єкті. Цей метод контролю використовується для контролю якості електропровідних об'єктів: сплавів, металів, графіту, напівпровідників. Застосовується тільки для контролю виробів з електропровідних матеріалів. Під контролемються геометричні розміри виробів, так ж визначається хімічний склад та структура матеріалу виробу, внутрішнє напруження, виявляються найдрібніші - як поверхневі, так і підповерхневі дефекти. Зона контролю визначається глибиною проникнення електромагнітного поля в контрольований об'єкт.

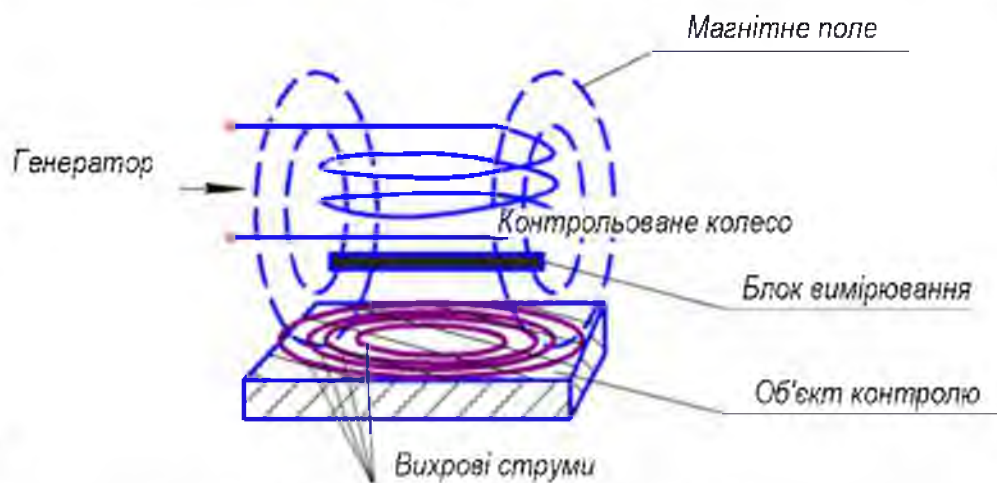


Рис. 1.18 – Вихрострумівий метод

Найбільш поширені вихроструміві прилади представлені на рис. 1.19



Рис. 1.19 – Вихроструміві прилади контролю

1 – дефектоскоп устевор 5; 2 – товщиномір ВТ-201;

3 – структуроскоп ВЕ-26НП

Прилади та установки, що реалізують вихрострумевий метод, широко використовуються для виявлення неспадок матеріалів (дефектоскопія –

дефектометрія), контролю розмірів та параметрів вібрацій (товщинометрія та віброметрія), визначення фізико-механічних параметрів і структурного стану

(структуроскопія), виявлення електропровідних об'єктів (металопшукачі) та для інших цілей. Об'єктами вихрострумевого контролю можуть бути

електропровідні прутки, дріт, труби, листи, пластини, покриття, в тому числі багат шарові, залізничні рейки, корпуси атомних реакторів, запасні частини

сільськогосподарських машин, кульки та ролики підшипників, кріпильні деталі та багато інших промислових виробів.

Магнітний метод контролю (рис. 1.20) заснований на аналізі взаємодії

магнітного поля з контрольованим об'єктом $У$ всіх випадках контролю за цим

методом використовують намагнічування об'єкта і вимірюють параметри, які

використовуються при контролі магнітними методами. $У$ в основному магнітний метод застосовується для контролю об'єктів з феромагнітних матеріалів

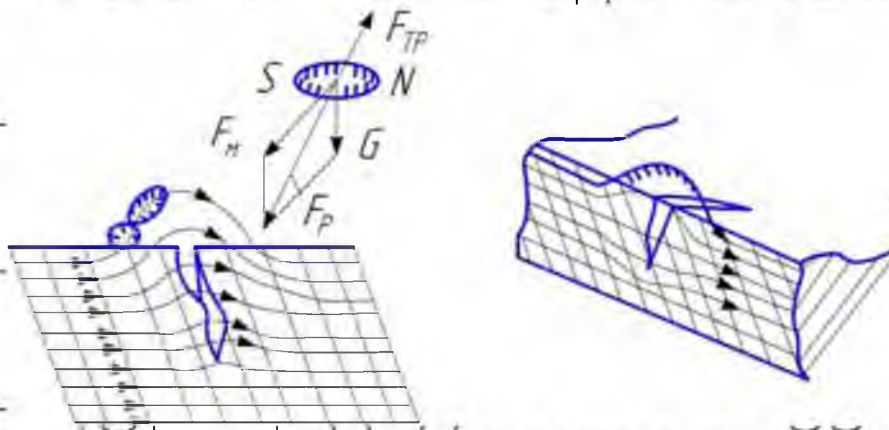


Рис. 1.20 – Магнітний метод

Магнітні методи застосовують:

1) для виміру товщини феромагнітного покриття на феромагнітному підставі,

2) магнітопорошковий метод – для дефектоскопії поверхневих і підповерхневих ділянок феромагнітних матеріалів,

3) індуктивний метод - для отримання інформації про магнітну проникність та її зміни залежно від напруженості магнітного поля.

При намагнічуванні об'єкта контролю поблизу поверхні якого є дефект, в області цього дефекту виникають просторові аномалії напруженості магнітного поля, з'являються поля розсіювання. Такі зміни напруженості магнітного поля використовують як інформаційний параметр виявлення дефектів.

Метод визначення термо-ЕРС є одним з основних неруйнівних методів сортування металів за марками. Висока чутливість до змін хімічного та фазового складу виробів, простота і висока швидкість вимірювань забезпечують найбільше широке застосування цього методу для розбракування сталей за марками. Але побічні явища, що виникають при вимірі термо-ЕРС, викликають розкиди цієї величини для однієї і тієї ж марки металу, які можуть перекриватися, і тому відрізнити дві марки металів, що мають близьку значенням термо-ЕРС, практично неможливо.

Джерелом інформації про фізичний стан матеріалу при термоелектричний метод неруйнівного контролю є термо-ЕРС, що виникає в ланцюгу, що складається з пари електродів (гарячого та холодного) і контрольованого металу.

Реєстрація результатів контролю можлива трьома способами: кутку відхилення стрілки індикаторного приладу щодо зміни знака термо-ЕРС та за індикацією нульового свідчення.

Проведемо порівняння (таблиця 1.3) перелічених вище методів контролю за трьома основними параметрами, які розглядаються в нашій області дослідження: точність виміру, діапазон виміру і продуктивність.

Таблиця 1.3 - Характеристика методів контролю якості

№ п/п	Метод	Основні Характеристики		
		Діапазон, мм	Точність, мм	Продуктивність, проф/с
1	2	3	4	5
1	Імпульсний	1-50	0,5	3
2	Гіньового перерізу	0,25/70	0,02	100
3	Точного фокусування	1-90	0,001	10
4	Відеограмметричний	0-100	0,5	10
5	Ультразвуковий	1-100	0,5	5

6	Вихрострумний	0,5-60	0,01	
7	Інтерференційний	0-5	0,0001	1
8	Тріангуляційний	0-1000	0,005	100
9	Муаровий	0-10	0,03	
10	Магнітний	1-100	0,2	10
11	Термо-ЕРС	0-5	0,5	
12	Рентгенівський	0-1000	0,01	100
13	Лазерно-акустичний	0-1000	0,2	1

Таким чином, найбільш ефективним методом контролю геометричних розмірів деталей є триангуляційний метод. Для оцінки якості матеріалів, у тому числі їх цілісності та визначення марки сталі, найбільш оптимальним є рентгенівський метод контролю. У подальших дослідженнях будуть застосовані перелічені вище методи контролю.

1.2.3. Засоби контролю машинобудівних виробів

Залежно від ступеня механізації та автоматизації розрізняють ручні, механізовані, автоматичні засоби контролю.

Автоматичний засіб контролю – засіб контролю, що функціонує без безпосередньої участі людини. Автоматизований засіб контролю – засіб контролю технічного стану, що функціонує за частковою участю людини.

Вбудований засіб контролю – засіб контролю технічного стану, що є складовою контрольованого виробу Червоних К.А.

Залежно від кількості контрольованих параметрів деталей усі механізовані та автоматизовані пристрої поділяються на одновимірні та багатовимірні.

Багатовимірні пристрої поділяються на комплексні і групові. У комплексних пристроїв на одній позиції одночасно контролюється кілька параметрів, у групових контролюється лише один параметр на кожній вимірювальній позиції.

Відповідно до ДСТУ ISO 9000-2008, до основних видів засобів вимірювань відносяться: заходи, вимірювальні перетворювачі, вимірювальні установки, вимірювальні системи, вимірювальні прилади. Ці види засобів вимірювань були розглянуті у роботі Червоних К.А.

Заходи призначені для відтворення фізичної величини заданого розміру.

Розрізняють однозначні та багатозначні заходи. Заходи, відтворюють фізичні величини одного розміру, називаються однозначними. До однозначних заходів відносяться: гири, калібр, зразки твердості, шорсткості тощо. Багатозначні заходи можуть відтворювати ряд розмірів фізичної величини, що часто навіть безперервно заповнюють деякий проміжок між певними межами. До багатозначних заходів відносяться: міліметрова лінійка, варіометр та конденсатор змінної ємності.

Вимірювальні установки – це сукупність функціонально об'єднувальних засобів вимірювань та допоміжних пристроїв, які призначені для вироблення сигналів вимірювальної інформації форми, зручної для безпосереднього сприйняття спостерігачем та розташування в одному місці.

Вимірювальні перетворювачі – це засоби вимірювань, переробні вимірювальну інформацію у форму, зручну для подальшого перетворення, передачі, зберігання та обробки, але, як правило, не доступну безпосереднього сприйняття спостерігачем. До вимірювальним перетворювачам відносяться: амперметри, вольтметри, манометри, термометри, вимірювальні підсилювачі та ін).

Вимірювальні системи – це комплекс засобів вимірів і допоміжних пристроїв, з'єднаних між собою каналами зв'язку. Канали зв'язку призначені для вироблення сигналів вимірювальної інформації в вигляді зручної форми для автоматичної обробки систем управління.

Вимірювальні прилади – це засоби вимірювань, які призначені для отримання вимірювальної інформації про величині, підлягає виміру, у зручній формі для сприйняття спостерігачем.

Вибір засобів вимірів визначається обсягом випуску контрольованої деталі, її конструктивними особливостями, типом дефекту, методом і швидкості контролю, а також місцем розташування контрольованої деталей.

Сьогодні основну масу підприємств технічного сервісу контрольно-вимірювальних засобів складають контактні контрольно-вимірювальні засоби (рис. 1.22).



Штангенінструменти



Мікрометри

НУБІП України



Важільно-механічні



Пневматичні

НУБІП України



Калібри та шаблони

Оптико-механічні

Рис. 1.22 – Контактні контрольно-вимірювальні засоби

НУБІП України

В основному до контактних контрольно-вимірювальних засобів відносяться: штангенінструменти (штангенциркуль, штангенрейсмус та штангенглибономір), мікрометричні прилади (мікрометри, гуртоміри, глибиноміри), пружинні вимірювальні прилади, оптико-механічні прилади (довгоміри, інтерференційні прилади, оптиметри, мікроскопи, проектори та ін), пневматичні прилади штрихові заходи довжини (рулетка, лінійка, складаний метр, об'єкт-мікрометр та ін.), важільно-зубчасті прилади та ін.

Кутові виміри виконуються за допомогою жорстких кутових заходів

НУБІП України

кутників, механічних кутомірів, гоніометрів, ділільних головок, рівнів, синусної лінійки та ін. Детальна класифікація та технічні характеристики контактних засобів вимірювань лінійних та кутових розмірів наведена в літературі.

Перераховані вище засоби вимірювання, засновані на контактних методи вимірювання, мають такі недоліки: механічний контакт вимірювальних елементів з об'єктом контролю має обмеження, як по роздільній здатності, так і за ступенем впливу вимірювальних елементів на геометрію виходу; низькою продуктивністю вимірів; низькою точністю вимірів; погано піддаються автоматизації.

Найбільш точними контактними приладами з можливістю автоматизації є координатно-вимірювальні машини (рис. 1.23), визнані офіційними засобами вимірювання за стандартами ISO та внесені в Державний реєстр засобів вимірювання Федерації.

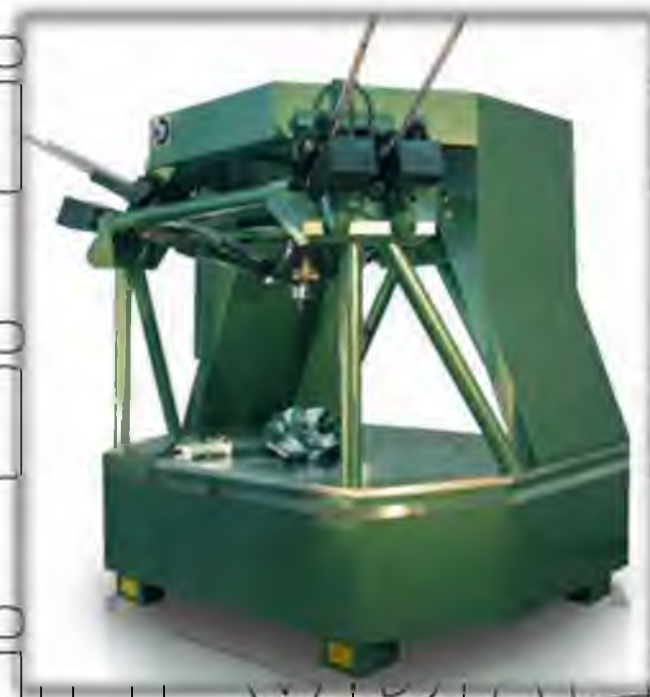


Рис. 1.23 Шестьюсьова координатно-вимірювальна машина КТМ 000

Координатно-вимірювальні машини виготовляють трьох- та двох координатними. На трикоординатну можна проводити вимірювання за трьома осями X , Y , Z ; двохкоординатні машини служать для вимірювання у двох взаємно

перпендикулярних напрямках однієї площини – координати X та Y .

В силу конструктивних особливостей КІМ має наступні можливості при контролі деталей: збільшення точності характеристик в локальних вимірах (аж до 0,15 мкм); вимір вузьких криволінійних каналів; вимір складних виробів з мінімумом перестановок та додатковою оснащення; висока прецизійність та максимальна продуктивність; вимірювання поверхні внутрішньої порожтчини.

Основними вимірюваними геометричними елементами КІМ є точка, радіус, діаметр, дуга, кут, пряма, відстань, паз, взаєморозташування, прямокутність, паралельність та інші.

Існують і мобільні координатно-вимірювальні машини (Вимірювальні роботи) (рис. 1.24). Завдяки своїй конструкції та високою мобільності даний тип вимірювального обладнання ідеально підходить для контролю геометрії виробів під час контролю якості машинобудівної продукції.



Рис. 1.24 – Мобільні координатно-вимірювальні машини

Дана система може застосовуватися при контролі якості в лабораторіях, при вимірах на виробництві, для вимірів великогабаритних виробів, наприклад при контролі зносу, вимірювань в важкодоступних місцях і деталей складної конфігурації, в обмеженому просторі, здійснення вимірювань безпосередньо на місці приймання, кріплення поблизу об'єкта, що вимірюється, а також для сканування та оцифрування поверхонь.

Для визначення марки сталі використовують прилади (рис. 1.25), засновані на різних методах визначення хімічного складу та справу.



Рис. 1.25 – Аналізатори металів

а) XRF аналізатор складів Watson; б) Оптико-емісійний аналізатор PMI-MASTER UVR (PRO); в) Портативний експрес аналізатор хімічного складу металів X-MET 7500; г) Рентгенофлуоресцентний аналізатор металів MET 8000; д) FOUNDRY-MASTER оптико-емісійний аналізатор.

Аналіз методів визначення хімічного складу виявив, що найбільш оптимальними за вартістю та ефективними у використанні є аналізатори металу, засновані на рентгенофлуоресцентному методі контролю.

Таким чином, для контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки можна використовувати безліч різних методів та засобів контролю

якості. Враховуючи недоліки, якими мають контактні засоби вимірювань, пропонується застосування безконтактних вимірювальних засобів. Проведений аналіз безконтактних вимірювальних коштів показав, що найбільш ефективними є оптико-електронні прилади, що дозволяють отримувати профіль поверхні сканованої деталі та її тривимірну модель. Це дозволяє з подальшою обробкою отримувати розміри контрольованих виробів і приймати Рішення о придатності поставляються деталей.

Застосування таких оптико-електронних приладів в умовах дилерських і ремонтних підприємств сільськогосподарської техніки має ряд складнощів, причинами яких є: широкий діапазон геометричних розмірів виробів; велика номенклатура виробів і контрольованих параметрів, складні алгоритми обробки отриманих зображень і результатів вимірів; відсутність електронних баз даних геометричних розмірів виробів; проблема раціонального позиціонування об'єктів контролю та приладів лазерного сканування; освіта при лазерному сканування невидимих ділянок виробів чи про «сліпих зон»; відсутність методичних рекомендацій щодо вибору та використання безконтактних коштів вимірів.

Програмне забезпечення наявних оптико-електронних засобів вимірювань має ряд недоліків: відсутність можливості контролювати машинобудівні вироби з оцінкою їх якості за лінійно-кутовими розмірами та дефектів; інформація про результати сканування надається в вигляді значень координат, що ускладнює обробку результатів та створення тривимірних моделей вимірюваних виробів; не налагоджено взаємодію з самою вимірювальною встановленням; отримані тривимірні моделі виробів, що скануються, вимагають доопрацювання оператором-контролером.

Таким чином, можна виділити такі основні напрямки в вдосконалення методів та засобів контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки, які дозволять забезпечити: підвищення точності та зниження трудомісткості вимірювань; доступність вимірів як геометричних, так і фізико-механічних параметрів контрольованої деталі; можливість автоматизації та роботизації вимірів.

1.3. Аналіз наукових праць з контролю якості машинобудівних виробів

Вивченням проблем якості продукції займалися відомі закордонні вчені: Демінг, У.Е., Демкін, В.М., Ісікава, К., Холпін, Дж. і інші. Створені ними наукові основи за якістю використовуються в сучасних системах управління якістю.

У 1905 р. американський вчений Ф.У. Тейлор створив систему, покладаючи початок управління якістю окремих деталей. Ця система дозволяла розділити контрольовані продукти (деталі) на якісні та дефектні. Встановлено вимоги до якості деталей, що визначалося або при допомозі меж полів допусків, або за допомогою двох типів калібрів – прохідних та не прохідних. З появою такої технології контролю почалося зародження стандартизації як елементу управління якістю продукції.

Розвитком вітчизняної системи управління якістю займалися такі вчені:

Б.А. Дубовіков, В.І. Гіссін, М.І. Круглов, Р.М. Арсеньєв, А.С. Сучихін та інші.

Для технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки в ДЕРЖСНПТІ була розроблена комплексна система управління якістю машинобудівної продукції на станціях технічного обслуговування і ремонтних підприємствах агропромислового комплексу. Розробкою та використанням цієї системою займалися такі вчені, як В.С. Архипов, Б.Б. Нефьодов, О.М. Андрієвський та інші.

Питанням контролю якості запасних частин та машинобудівної продукції, методами та засобами контролю якості, надійності, вдосконалення організації технічного обслуговування та ремонту машинно-тракторного парку сільськогосподарського виробництва присвячені роботи А.І. Селіванова, В.М. Міхліна, М.С. Гуторовича, Н.М. Хмельового, А.Е. Північного, Н.С. Пасічника, В.І. Черноіванова, А.І. Іванова, В.М. Белова, П.А. Карепіна, О.А. Леонова, В.В. Карпузова, П.В. Новицького, В.М. Демкіна, М.М. Єрохіна, А.С. Дорохова, В.М. Юдіна, Є.А. Безодня, І.Г. Голубєва, О.М. Дідманідзе, В.А. Сімейкіна, Ю.А. Шамаріна, А.Г. Левшина, В.В. Варнакова, Д.В. Варнакова, К.А. Червоних і інших авторів.

Великий внесок в вдосконалення методів та засобів контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки внесли такі вчені, як: М.Н. Єрохін, В.А. Сімейкін, О.А. Леонів, А.С. Дорохів, К.А. Червоних. Розроблена ними методика контролю полягає у використанні автоматизованих безконтактних засобів вимірів.

Діяльність А.С. Дорохова проведено детальні дослідження застосування автоматизованих засобів вимірювання для вхідного контролю якості запасних частин. Розроблена ним методика контролю дозволяє визначити порядок проведення вхідного контролю якості машинобудівної продукції, що надходять на дилерські підприємства від заводів-виробників.

У роботі К. А. Червоних розроблено пристрій для безконтактних вимірів геометричних розмірів виробів. Такий пристрій дозволяє проводити контроль якості запасних частин сільськогосподарської техніки. Визначено та обгрунтовано фактори, що впливають на точність контролю геометричних параметрів вимірів. У перерахованих вище роботах вплив на контроль багатьох факторів, що характеризують параметри пристрою, досліджено недостатньо. До таких чинників належить вплив температури зовнішнього середовища, потужність світлового випромінювання, швидкість сканування. Недостатньо досліджено фізико-механічні параметри, що впливають на точність контролю.

Вивченням фізико-механічних та геометричних властивостей деталей також займалися такі вчені, як: О.М. Кашубський, К.В. Тоголинський і інші.

Діяльність А.Н. Кашубського проведені механічні випробування дозволяють визначити фізико-механічні характеристики матеріалів деталей та їх відповідність вимогам конструкторської документації.

У перерахованих вище роботах недостатньо досліджено методи визначення хімічних речовин матеріалу деталей та контролю геометричних параметрів, це вимагає уточнення найбільш ефективних методів і коштів контролю фізико-механічних та геометричних властивостей контрольованих запасних частин в умовах технічного сервісу.

У зв'язку з проведеним аналізом досліджень та виявленням певних

перелічених вище недоліків виникає ряд завдань, для вирішення яких потрібні додаткові дослідження.

1.4 Мета та завдання дослідження, висновки

Вивчення якості запасних частин сільськогосподарської техніки, методів та засобів контролю якості, а також стану наукових розробок за оцінкою якості дозволили сформулювати висновки, визначити мету та завдання дослідження. Аналітичні дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Запасні деталі сільськогосподарської техніки завжди відповідають встановленим вимогам, а сільськогосподарським підприємствам надходить до 45% бракованих запасних частин;

2. Випробування сільськогосподарської техніки у період з 2010 по 2016 рік м. на МІС виявили 38% відмов I і II груп складності у тракторів і комбайнів, пов'язаних із різними системами машин. Це говорить про низький якість виготовленні сільськогосподарських машин, а значить і запасних частин;

3. Вимірювальні засоби та технології оцінки, що застосовуються якості запасних деталей на підприємствах технічного сервісу агропромислового комплексу при ремонті та відновленні вимагають модернізації та впровадження продуктивних та точних автоматизованих засобів контролю;

4. Найбільш ефективним безконтактним методом контролю геометричних розмірів деталей є триангуляційний метод. Для контролю хімічного складу матеріалу та визначення марки сталі оптимальним методом є рентгено-флуоресцентний метод;

Розробка та впровадження автоматизованих та безконтактних коштів вимірювань, що ґрунтуються на інноваційних методах контролю, дозволить підвищити ефективність контролю якості запасних частин та сільськогосподарської техніки, що підтверджується результатами проведених раніше досліджень.

2. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ. ОБГРУНТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ФІЗИКО- МЕХАНІЧНИХ І ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Контроль якості запасних частин сільськогосподарської техніки є невід'ємною складовою успішного функціонування підприємства технічного обслуговування. Для проведення теоретичного дослідження була розроблено блок-схему дослідження контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки (Рис. 2.1).



Рис. 2.1 – Блок-схема теоретичного дослідження контролю якості
запасних частин

Теоретичне дослідження передбачає визначення типів запасних частин, аналіз та формування контрольованих фізико-механічних і геометричних

параметри. Для оцінки відповідності значень фізико-механічних та геометричних параметрів запасних частин обґрунтовуються методи та засоби контролю, що дозволяють контролювати ці параметри і визначати фактори, що впливають на точність контролю.

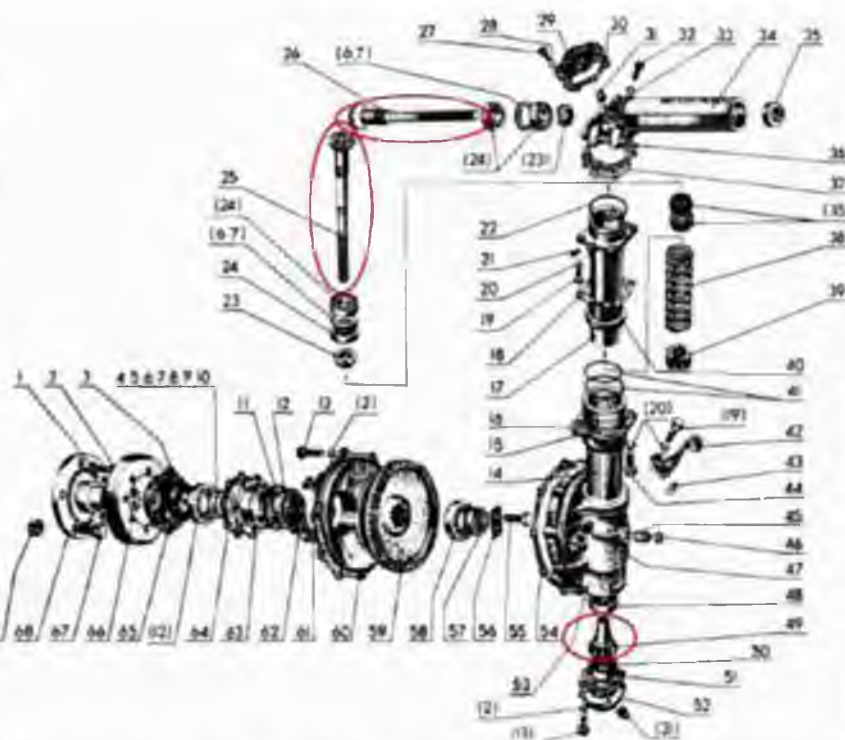
З метою обґрунтування можливості використання автоматизованих електронних засобів контролю здійснюється моделювання процесу вимірювань параметрів запасних частин.

2.1 Обґрунтування контрольованих видів та параметрів запасних частин

Аналізуючи протоколи машинно-випробувальних станцій, перелік відмов і пошкоджень машин за період їх випробувань, як типів контрольованих запасних частин прийmemo деталі груп трансмісії тракторів.

Найбільша кількість відмов тракторів відбувається у редукторах кінцевою передачею, внаслідок конструктивних недоліків і дефектів при виготовленні.

На рис. 2.2 показані деталі, які застосовуються в редукторах кінцевою передачею.



1 - Болт М10-6gx45.88.35.019; 2 - Шайба 10ВІД 65Г 06; 3 - Корпус сальника; 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 - Кільце регулювальне; 11 - Кільце 120-125-30-2-4; 12 - Підшипник 7212А ТУ 37.006.162-89; 13 - Болт М10-6gx25.88.35.019; 14 - Гільза; 15 - Корпус; 16 - Кільце; 17 - Труба шворня; 18 - Прокладання; 19 - Болт М12-6gx35.88.35.019; 20 - Шайба; 21 - Гвинт; 22 - Кільце 095-100-30-1-4; 23 - Гайка; 24 - Підшипник 7507. ТУ 37.006.162-89; 25 - Вал; 26 - Піввісь; 27 - Болт М8-6gx14.88.35.019; 28 - Шайба 8Г 65Г; 29 - Кришка; 30 - Прокладання; 31 - Корок КГ-3/8; 32 - Гвинт; 33 - Прокладання; 34 - Корпус; 35 - Манжета 2.2-30x52-1; 36, 37 - Прокладка регулювальна; 38 - Пружина; 39 - Підшипник 8208; 40 - Ущільнення; 41 - Кільце; 42 - Важіль прайвй; 43 - Штифт; 44 - Болт М12-6gx40.88.35.019; 45 - Штифт; 46 - Кільце 011-014-19-2-4; 47 - Корок КГ-3/4"; 48 - Підшипник 208; 49 - Шестерня; 50 - Підшипник 209К5; 51 - Прокладання; 52 - Кришка; 53 - Корпус прайвй; 54 - Прокладання; 55 - Болт; 56 - Пластина; 57 - Шайба; 58 - Підшипник; 59 - Шестерня; 60 - Кришка; 61, 62 - Прокладка регулювальна; 63 - Схлянка; 64 - Прокладання; 65 - Манжета 2.2-75x100-1; 66 - Грязевик; 67 - Болт; 68 - Фланець; 69 - Гайка.

Рис. 2.2 - Каталог деталей редуктора кінцевої передачі МГЗ-82.1

Червоним виділені ті деталі, які прийняті як контрольованих запасних частин, оскільки вони є навантаженими та складними в виготовленні та контролі (Рис. 2.3).

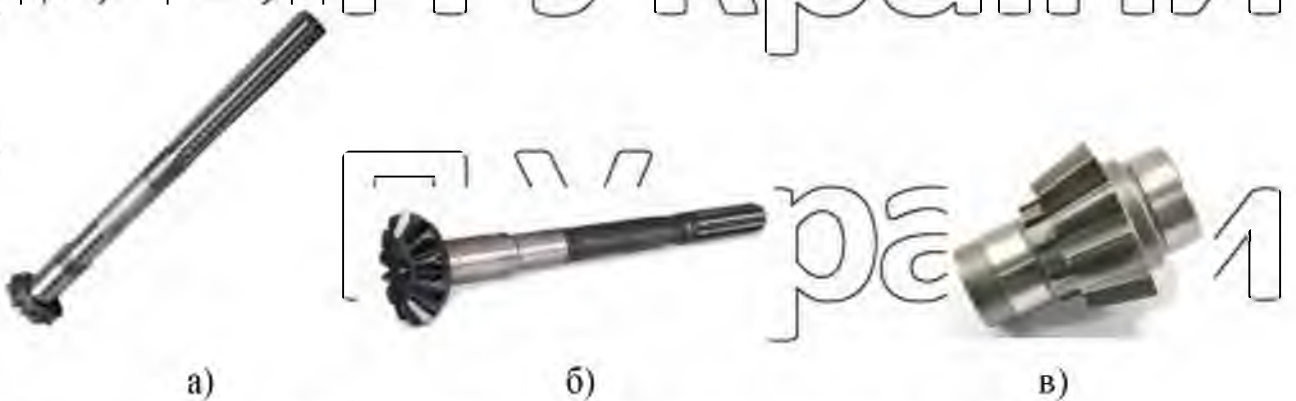


Рис. 2.3 - Типи контрольованих запасних частин

а) піввісь 52-2308065, б) вал 52-2308063, в) шестерня 52-2308061

Таким чином, для подальших досліджень прийнято 3 типи запасних частин

$N_{ТД} = 3$. Ці деталі при ремонті можуть замінятися на нові або відновлюватися, що вимагає їх контроль геометричних розмірів і складу матеріалів.

За результатами аналізу статистичних даних виявлено, що основними

несправностями, внаслідок яких відбувається відбір бракованих запасних частин, є недотримання фізико-механічних параметрів матеріалу і недотримання їх геометричних розмірів. Вивчення причин невідповідності фізико-механічних властивостей запасних частин нормативної документації дозволило виділити такі основні причини: недотримання технології виготовлення, економія на якості матеріалу, низька точність вимірювань приладами в оцінці якості

у системі контролю якості визначення фізико-механічних параметрів запасних деталей дозволяє відразу виявити брак і запобігти влученню таких деталей в експлуатацію. Також виявлення невідповідності фізико-механічних параметрів дозволить визначити та замінити недобросовісних постачальників.

Класифікація фізико-механічних параметрів матеріалу представлена на рис. 2.4.

Цільова функція відповідності фізико-механічним властивостям матеріалу науково-технічної документації матиме вираз:

$$P_f = f(P_h, P_{тв}, P_d, P_{ш}, P_{л}, P_{об}, P_{г}, P_1, P_p, P_t) \rightarrow 1, \\ \text{при } Z_{\text{сум}} \rightarrow \text{орип}, \\ \Delta_f \rightarrow \text{min.} \quad (2.1)$$

де P_h – ймовірність відповідності хімічному складу матеріалу; $P_{тв}$ – ймовірність відповідності твердості контрольованого виробу; P_d – ймовірність забезпечення необхідним міцнісним та деформаційним властивостям матеріалу НТД; $P_{ш}$ – Рівень відповідності ударної в'язкості; P_1 – відповідність теплопровідності та лінійному розширенню матеріалу; $P_{про}$ – спосіб виробництва і обробки матеріалу; P_c – наявність корозійної стійкості; P_1 – наявність зносостійкості; P_p – відповідність густини матеріалу P_t – відповідність температури плавлення матеріалу; $Z_{\text{сум}}$ – сумарні витрати на організацію та проведення контролю фізико-механічних параметрів запасних частин; Δ_f – похибка вимірів.

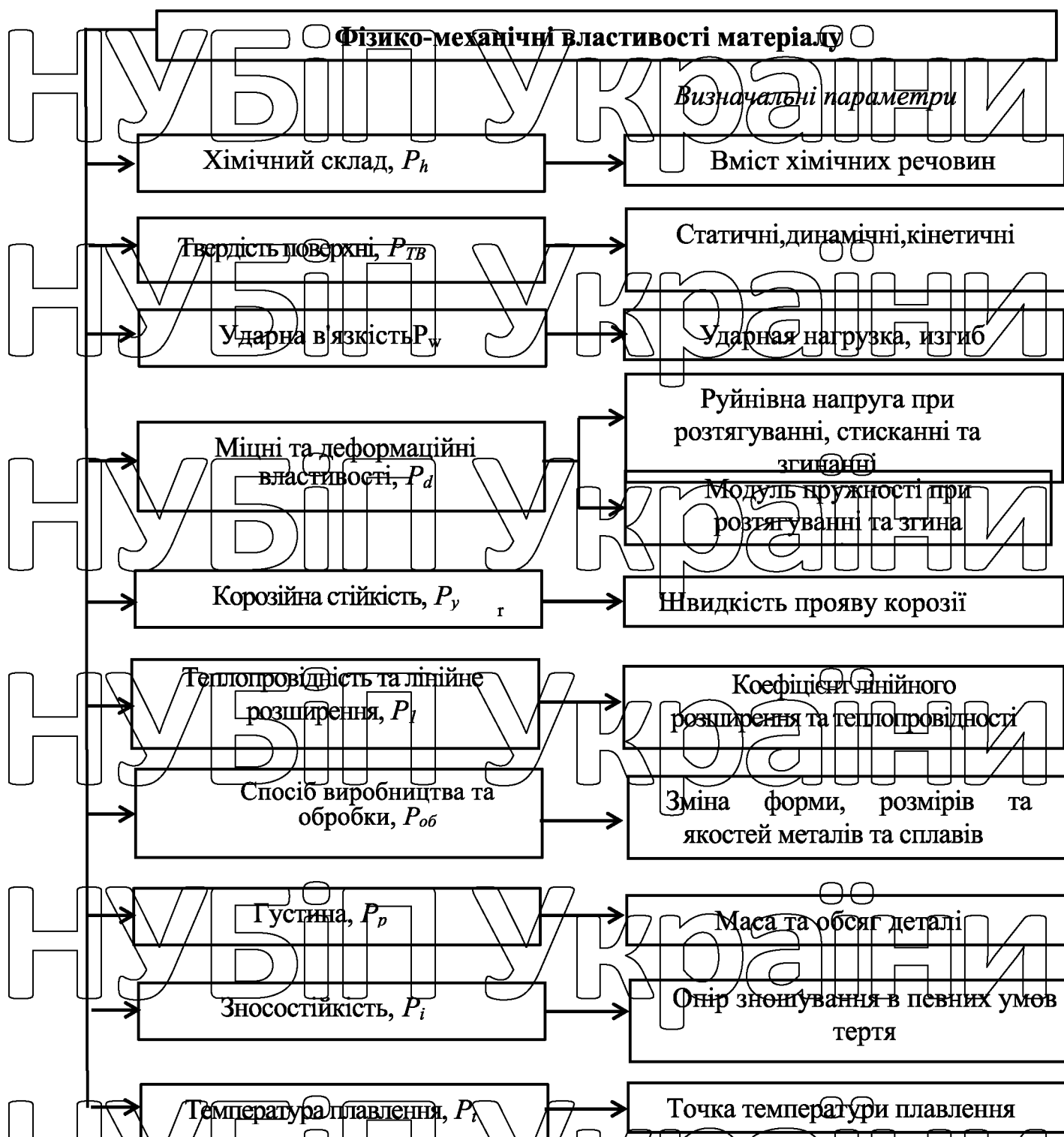


Рис. 2.4 – Фізико-механічні властивості матеріалу

У залежності від марки сталі деталі і змісту хімічного складу, можна, можливо визначити, де в деталі є невідповідності в результаті яких можуть утворюватися мікротріщини.

Дослідження запасних деталей трансмісії показали, що зниження Fe на 8%

призвело до утворення мікротріщин. У процесі експлуатації це наводить до руйнування виробів. Наприклад, у зубчастому вінці при зниженому вмісті Fe при навантаженні утворилися мікротріщини і стався облом зубця (Рис. 2.5).



Рис. 2.5 – Злам зубця на валу

Матеріал запасних частин характеризується технологією виготовлення хімічним складом та структурою.

Досліджувані запасні частини – вали, півосі та шестерні, виготовляються з наступних марок сталей: 40X і 35ХГСА. Сталь 40X – сталь конструкційне легована мартенситного класу, призначена для використання в промисловості: вал-шестірні, плунжери, колінчасті та кулачкові вали, осі та інші деталі підвищеної міцності (ГОСТ 4543 72).

Хімічний склад сталі 40X відповідає нормам, вказаним в таблиці 2.1. Для наочності взято середнє значення хімічних елементів і побудовано кругову діаграму (рис. 2.6). Ця марка означає, що в сталі міститься 0,40% вуглецю C менше 1,5% хрому Cr .

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 40X, %

№ п/п	Зміст	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
1	Мінімальне	0,36	0,17	0,5	до 0,3	до	до	0,8	до 0,3	97
2	максимальне	0,44	0,37	0,8		0,035	0,035	1,1		
3	Середнє	0,4	0,54	0,65	0,15	0,015	0,015	0,95	0,15	

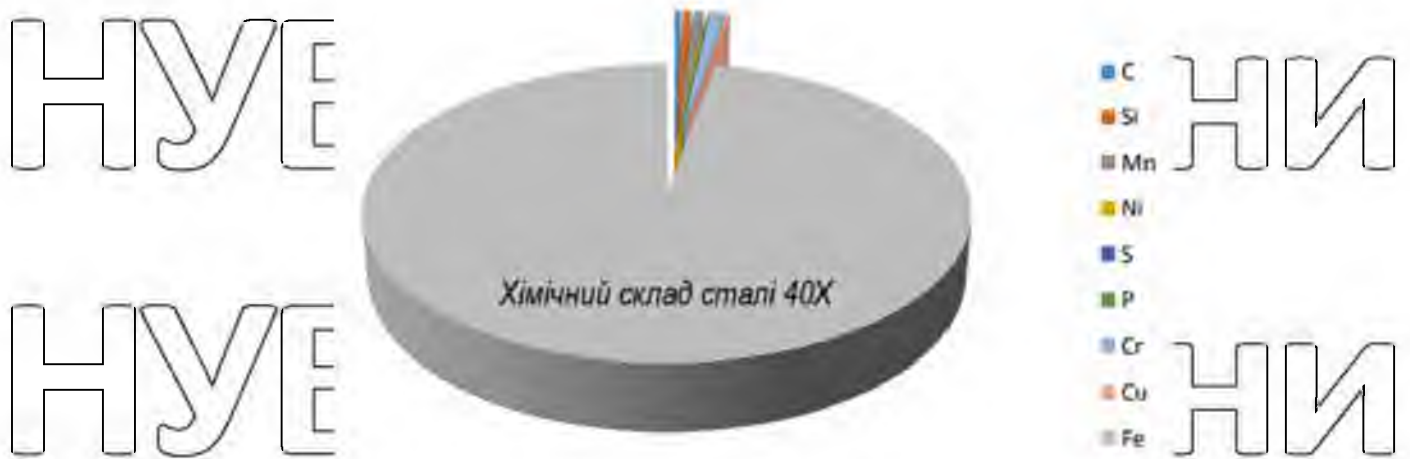


Рис. 2.6 – Зміст середнього значення хімічних елементів сталі 40X

Сталь 35ХГСА – сталь конструкційна легрована, хромокремнемарганцева, призначена для використання в промисловості: оправки, рейки, лосі, вали, вал-шестірні півосі, болти і інші покращуються деталі підвищеної міцності (ГОСТ 4543-72).

Хімічний склад сталі 35ХГСА відповідає нормам, вказаним в таблиці 2.2. Розшифровка маркування демонструє зміст у ній легуючих присадок у %. Для наочності взято середнє значення хімічних елементів цієї сталі та побудована кругова діаграма (рис. 2.7).

Таблиця 2.2 - Хімічний склад сталі 35ХГСА, %

№ п/п	Зміст	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
1	Мінімальне	0,32	1,1	0,8	до 0,3	до 0,025	до 0,025	1,1	до 0,3	95
2	максимальне	0,39	0,4	1,1		0,025	0,025	0,4		
3	Середнє	0,355	0,75	1,0	0,15	0,0125	0,0125	1,25	0,15	

У таблицях 2.1 та 2.2 так само вказано мінімальне та максимальне значення вмісту хімічного складу сталей. Дані показники важливі при виготовленні кожного типу деталей.

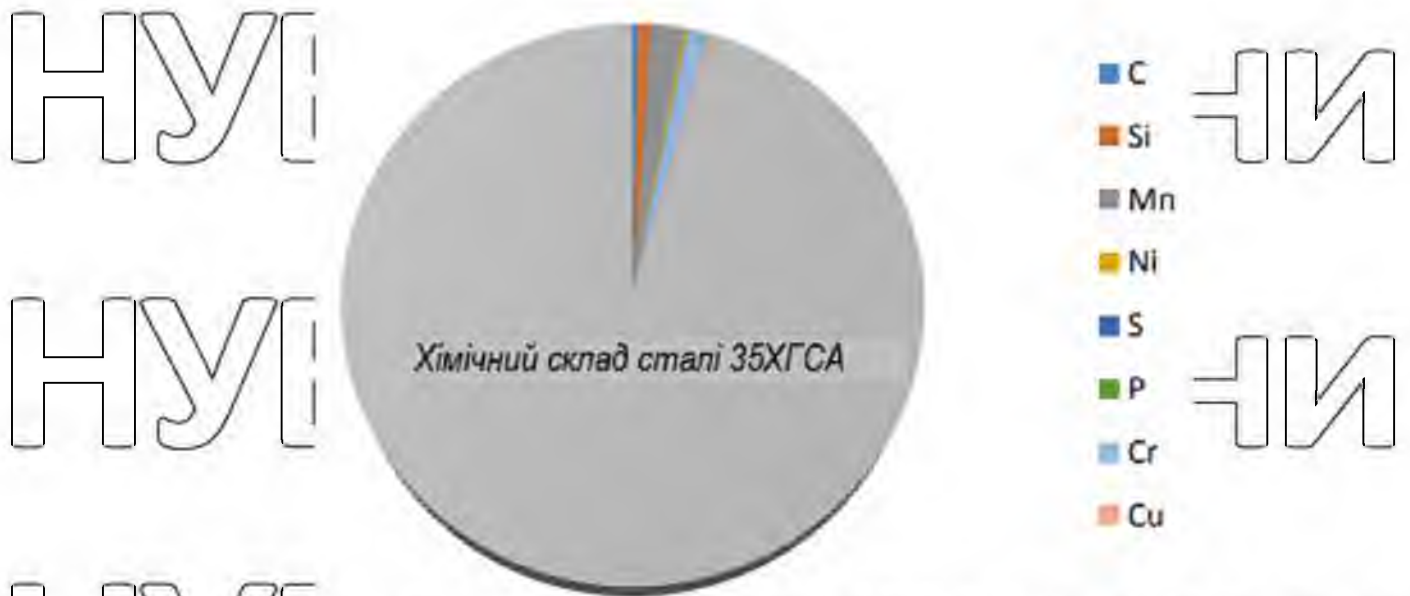


Рис. 2.7 – Зміст середнього значення хімічних елементів сталі 35ХГСА

У таблиці 2.3 наведено характеристики матеріалів досліджуваних запасних деталей.

Таблиця 2.3 – Характеристики матеріалів, що застосовуються при виготовленні валів у трансмісії

№ п/п	Найменування деталі	Каталоговий номер	Марка сталі	Межа густини, кг/м ³	Межа міцності, МПа	Межа плинності, МПа
1	Вал переднього	52-2308063	40Х	7820	1570	1420
2	Півнісь переднього	52-2308065	35ХГСА	7875	1910	1640
3	Шестерня	52-2308061	СТЗ	7850	372	1350

Для порівняння у таблиці 2.3 наведено сталь СТЗ, яка часто застосовується несутлінними виробниками для заміни якісною легованою сталлю з метою здешевлення продукції. Застосування сталі СТЗ призведе до виникнення несправності через істотно менші значення міцності матеріалу.

Таким чином, контроль фізико-механічних властивостей матеріалу дозволяє виявити невідповідність за хімічним складом матеріалу, твердості, корозійної стійкості та інших параметрів, що може негативно відбиватися на процесі/роботі як самої запасної частини, так і в цілому на всієї сільськогосподарської техніки.

Після проведення контролю фізико-механічних властивостей запасних деталей сільськогосподарської техніки та їх відсортування, забраковані запасні деталі вирушають на контроль геометричних параметрів.

Порушення виготовлення за геометричними параметрами деталей так же є важливою групою дефектів.

Невідповідність геометричним параметрам є наступною по важливості групою/дефектів. Виникнення таких дефектів може бути пов'язано як з недотриманням технологічного процесу виготовлення, так і з пошкодженням технологічних засобів виготовлення (машин) заводів-виробників.

Дослідження запасних деталей показали, що невідповідність геометричним параметрам шлицевих з'єднань деталей типу вал (Рис. 2.8) призводить до їх швидкого зношування, внаслідок чого запасна частина невдовзі вийде з ладу, що призводить до додаткових витрат на її заміну.



Рис. 2.8 – Злам шлиців

Визначимо основні геометричні дефекти, способи та засоби їх контролю пов'язані з досліджуваними запасними частинами, і зведемо їх у таблицю 2.4.

НУБІП України

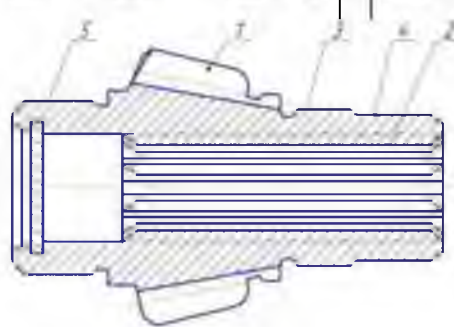
Таблиця 2.4 - Контрольовані геометричні дефекти, способи та засоби контролю занасник частин груп трансмісії

№ дефекту рис.	Найменування контрольованого дефекту	Розмірність, мм		Способи та засоби контролю		
		за креслення	допустимі	найменування	позначення	Похибка вимірів, мм
1	2	3	4	5	6	7
<p>Піввісь переднього мосту 52-2308066</p>						
1	Зношування зубів за товщиною	див. таблицю 2.2.				
2	Пошкодження різьблення	Стан різьблення слід перевіряти зовнішнім оглядом, а також різьбовими калібрами. Вибракування підлягають деталі, що мають зрив різьблення більше двох ниток, вм'ятини, вибоїни та фарбування різьблення. знос граней більше 0,5 мм.				
3	Зношування поверхні під роликвідшипник 7507	35±0,008	34,96	Скоба або мікрометр	8111-03496Д Мк 50-2	± 0,004
4	Зрощення шліфів за товщиною	3,6		Мікрометр	М325-2	±0,01
5	Наскрізна тріщина, подомка зубів	не допускаються				
<p>Вал переднього мосту 52-2308063</p>						
1	Зношування зубів за товщиною	див. таблицю 2.2.				
2	Пошкодження різьблення	Стан різьблення слід перевіряти зовнішнім оглядом, а також різьбовими калібрами. Вибракування підлягають деталі, що мають зрив різьблення більше двох ниток, вм'ятини, вибоїни та фарбування різьблення. знос граней більше 0,5 мм.				
3	Зношування поверхні під роликвідшипник 7507	35±0,008	34,96	Скоба або мікрометр	8111-03496Д Мк 50-2	± 0,004

4	Зношування поверхні під сальник	30 -0.130	29,65	Скоба або мікрометр	8111-02965Д МК50-2	± 0,005
5	Зношення плічів за товщиною		3,6	Мікрометр з боковини	МБ25-2	±0,01
6	Повне радіальне биття зовнішньої поверхні валу щодо загальної осі на діаметрі 30 мм	-	0,03	Прилад для биття деталей	ПБМ-500	0,032
7	Наскрізні тріщини, поломка зубів	не допускаються		огляд		

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Шестерня 52-2308(61)



1	Зношування зубів за товщиною	див. таблицю 2.2				
2	Зношування плічів	див. таблицю 2.2				
3	Зношування поверхні під роликопідшипник 268		39,95	Скоба або мікрометр	8111-03095Д МК50-2	± 0,004
4	Зношування поверхні під роликопідшипник 8208	38 -0.620	37,30	Скоба або мікрометр	8111-03730Д МК50-2	± 0,004
5	Зношування поверхні під роликопідшипник 36209К1		44,98	Скоба або мікрометр	8111-04498Д МК50-2	± 0,004
6	Наскрізні тріщини, поломка зубів	не допускаються		огляд		

З таблиці 2.4 видно, що характер контрольованих геометричних параметрів схожий між собою, тому обмежимося контролем 2-х геометричних параметрів досліджуваних запасних частин: контроль плічевих і діаметра поверхні під роликопідшипник. Кількість контрольованих геометричних параметрів досліджуваних запасних частин буде одно: $N_{дл} = 2$.

Дефектація шестерень виконується відповідно до технічних умов на капітальний ремонт (таблиця 2.5).

Таким чином, контроль геометричних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки є важливим етапом у процесі оцінки якості.

На рис. 2.9 наведено укрупнену схему процесу контролю якості досліджуваних запасних частин сільськогосподарської техніки з зазначеними засобами контролю.

Ця схема повністю не відображає процес контролю всіх параметрів досліджуваних деталей, тому її необхідно доповнити.

У подальших дослідженнях основними контрольованими параметрами будуть ті параметри, що зазначені рис. 2.9. Засобом контролю для цих параметрів буде розроблена лабораторна установка «Автоматизоване вимірювальне пристрій».

Таблиця 2.5 - Вимоги до дефектації шестерень

Найменування шестерні і кількість зубів (z)	Номер шестерні по кресленню	Установа висота зубо-міра, мм	Розміри, мм		
			по креслення	Внутрішній діаметр втулки, шестерня кільцевого (КП) і шлицевого (ШЛ) пазів довжина загальної нормалі (W)	Довжина загальної нормалі (W) або товщина зуба
Шестерня, z=12	52-2308061	7,657	ШЛ	9,706	Внутрішній діаметр втулки, шестерня кільцевого (КП) і шлицевого (ШЛ) пазів довжина загальної нормалі (W)
Вал, z = 12	52-2308063	5,04	—	8,10	—
Напіввісь, z=12	52-2308065	7,18	—	9,80	—

Примітка: * у знаменнику вказується діаметр, на якому проводиться вимірювання товщини зуба конічної шестерні, а чисельнику – товщина зуба.

Функція якісного контролю фізико-механічних параметрів буде мати наступний вигляд:

$$\Phi_{МП} = f(M, Q, M_{СТ}) \quad (2.2)$$

де M - ймовірність контролю маси запасної частини; Q – ймовірність визначення хімічного складу запасної частини; M_{СТ} - ймовірність контролю марки сталі запасної частини.

Функція якісного контролю геометричних параметрів дорівнює:

$$\Gamma_{\text{П}} = f(D_{\text{П}}, H_{\text{П}}) \quad (2.3)$$

де $D_{\text{П}}$ - Можливість контролю лінійних розмірів; $H_{\text{П}}$ - ймовірність контролю співвідносі, площини, еліпсої.

Таким чином, ймовірність якісного контролю автоматизованим вимірювальним пристроєм визначатиметься як:

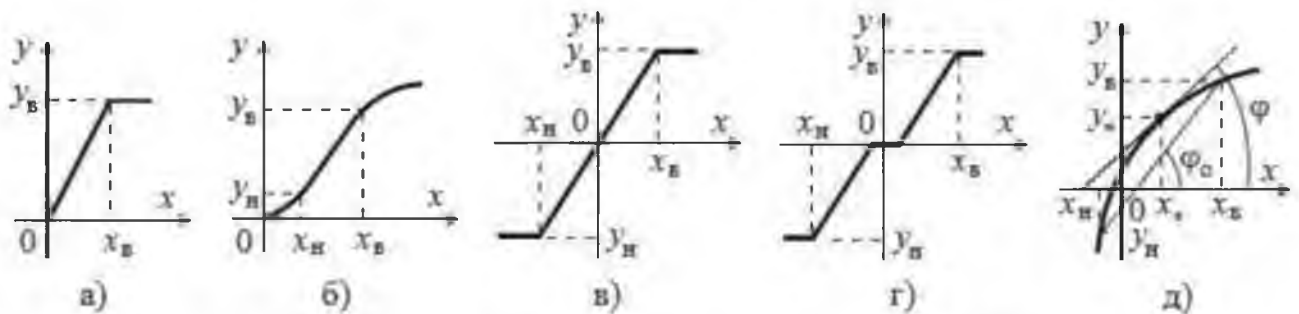
$$N_{\text{П}} = \Phi_{\text{МП}} \Gamma_{\text{П}} \quad (2.4)$$

2.2. Формування моделі технічного оснащення процесу контролю

Як було сказано раніше, контроль запасних частин ділиться на визначення фізико-механічних та геометричних параметрів та вимагає зведеної кількості контроль-вимірювальною обладнання.

Властивості вимірювальних приладів описуються статистичною характеристикою, що є функціональною залежністю між значеннями вимірюваної величини x і вихідного сигналу, що встановилися: $y: y = F(x)$.

Найбільш характерні види статистичних характеристик представлені на рис. 2.10.



а, в - лінійні; б, д - нелінійні; г - лінійна із зоною нечутливості

Рис. 2.10 - Види статистичних характеристик вимірювальних приладів

Вимірювальний прилад характеризується нижнім (x_n) та верхнім (x_b) значеннями вимірюваної величини. Їм відповідають нижнє (y_n) та верхнє (y_b) значення вихідного сигналу, що представляє собою значення нової фізичної величини, отриманої після перетворення фізичної вимірюваної величини.

Діапазони вимірювання вхідний та вихідний величин визначаються відповідними абсолютними різницями їх нижнього та верхнього значень:

$$X_D = |X_B - X_H|; Y_D = |Y_B - Y_H|$$

Чутливість вимірювального приладу матиме вираз:

$$S = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad (2.5)$$

де: Δx , Δy – збільшення відповідно вхідного та вихідного сигналів.

Значення чутливості показує, яка зміна Δx вхідного сигналу необхідно, щоб сигнал на виході змінився Δy .

Таким чином, контроль фізико-механічних та геометричних параметрів деталей вимагає застосування таких контрольно-вимірювальних приладів, у яких діапазон та точність вимірювань відповідають нормам контролю якості та науково-технічної документації.

Вибір засобів вимірювань для досягнення максимальної точності автоматизованого вимірювального пристрою – це комплексна завдання, яка проводилася відповідно до ГОСТ 8.051-81 та РД 50-98.86.

При виборі засобів вимірів має виконуватися таке умова:

$$\Delta \lim \leq \delta_{\text{вм}} \quad (2.6)$$

де: $\Delta \lim$ – гранична похибка вимірів;

$\delta_{\text{вм}}$ – Допустима похибка вимірів.

Для контролю вищезазначених параметрів досліджуваних запасних частин розроблено принципову схему автоматизованого вимірювального пристрої (рис.

2.11). Автоматизоване вимірювальне пристрій призначено для контролю фізико-механічних та геометричних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки, що дозволяє підвищити рівень охоплення контролем параметрів за один вимір, знизити похибка вимірювань та виключити вплив людського фактора на точність контролю

Автоматизований вимірювальний пристрій складається з: двовимірного лазерного сканера 1, закріпленого на кронштейні 2, що дозволяє виробляти регулювання кута нахилу осі лазерного променя у вертикальній площині.

Кронштейн 2 розміщений на гвинтовій стійці 3, що регулює висоту установки двовимірного лазерного сканера 1.

Регулювання проводиться для кожного типу контролюваного деталі враховуючи габаритні розміри, властивості поверхні, а також характер досліджуваних параметрів відповідно до програми, закладеної в систему управління обробки даних 4, яка, подаючи сигнали на відповідні крокові електродвигуни 5 і 6, встановлює потрібну відстань, висоту та кут нахилу двовимірного лазерного сканера 1, визначаючи його положення при допомозі лазерного датчика 7, встановленого на стійці 8, закріпленої на станині пристрої 9.

Станина пристрою 9 розміщена на опорах 10 переміщується пристрої 11. До торцям станини 9 приєднуються стійки з підшипниковими вузлами 12. Для вільного обертання головного гвинта 13 застосовуються кулькові радіальні підшипники.

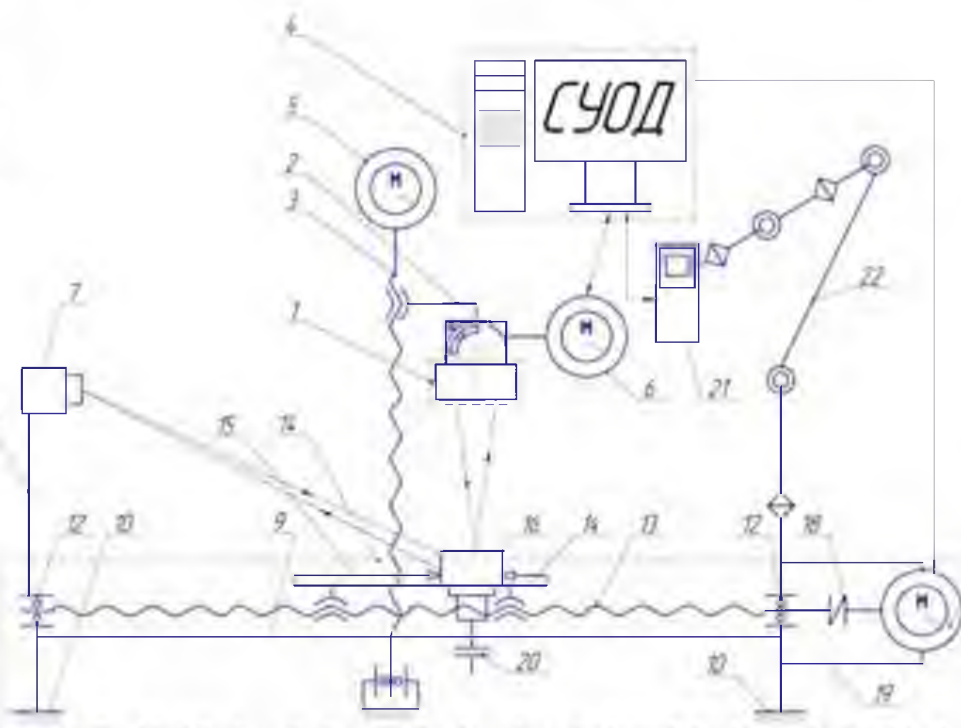


Рис. 2.11 – Принципова схема лабораторної установки автоматизованого вимірювального пристрої

1 – двовимірний лазерний сканер; 2 – кронштейн; 3 – гвинтова стійка; 4 – система управління та обробки даних; 5, 6 – крокові електродвигуни; 7 – лазерний датчик; 8 – стійка; 9 – станина; 10 – опора; 11 – переміщувальний пристрій; 12 – підшипникові вузли; 13 – головний гвинт; 14 – стіл; 15 – швидкокороз'ємне

з'єднання; 16 – контрольований виріб; 17 - кроковий електродвигун;
18 – сполучна муфта; 19 - витяг; 20 – вимірювач маси; 21 – аналізатор металу;
22 – маніпулятор.

Головний гвинт 13 за принципом шарико-гвинтової пари наводить рух стіл 14 із закріпленою на ньому за допомогою швидкороз'ємного пристрою 15 контрольованої деталі 16. Зменшення прогину головного гвинта 13, а також поперечна та вертикальна стійкість столу 14 забезпечується пластинами, прилеглими до точно оброблених поверхонь станини 9. Головний гвинт 13 приводиться у обертання від крокового електродвигуна 17 через сполучну муфту 18. Кроковий електродвигун 17 закріплений на підрамнику 19, з'єднаній зі станиною 9. Управляти запуском електродвигуна 17, і бік поразки валу електродвигуна 14 здійснюється системою управління 1 обробки даних 4. Конструкція столу 14 забезпечена вбудованим вимірником маси 20 і безконтактним аналізатором металу 21, що дозволяють визначати фізико-механічні властивості контрольованої деталі 16. кріплення і переміщення аналізатора металу здійснюється за допомогою маніпулятора 22, управління яким відбувається системою управління та обробки даних 4.

Автоматизований вимірювальний пристрій дозволить контролювати геометричні параметри запасних деталей та їх фізико-механічні параметри. Необхідно, щоб усі елементи пристрою становили єдину автоматизовану вимірювальну систему. Однак автоматизоване вимірювальне пристрій містить в собі кілька видів методів і коштів контролю, їх умови режимів роботи різні і на процес виміру впливають різні фактори.

Вплив різних факторів на вимірювання може значно спотворювати результати. Для зниження чи виключення цього впливу необхідно підбирати оптимальні режими роботи автоматизованого вимірювального пристрої.

Нижче описані фактори, що впливають на точність контролю автоматизованим вимірювальним пристроєм.

2.3. Моделювання впливу факторів на результат контролю

На процес контролю якості запасних частин із застосуванням оптико-електронних вимірювальних пристроїв, впливає безліч різних факторів, які спотворюють їх свідчення. Все залежить від умов контролю, використовуваних методів та засобів контролю. Для коригування цих факторів необхідно визначити ступінь та характер їх впливу, розробити коригувальні залежності та рекомендації для різних запасних деталей сільськогосподарської техніки.

Усі фактори, що впливають на результати контролю автоматизованим вимірювальним пристроєм можна розділити на групи: параметри контрольованих приладів, властивості контрольованої запасної частини, технологічні та інші фактори. Для наочності згрупуємо та ранжуємо фактори, що впливають на результат контролю автоматизованого вимірювального пристрою, у вигляді причинно-наслідкової діаграми Ісікави (рис. 2.12).

Аналіз наукових праць та результатів теоретичних дослідженнями впливу факторів на точність оптико-електронних, автоматизованих коштів контролю дозволив визначити головні значення похибок триангуляційних вимірювальних пристроїв (таблиця 2.6).

Даний аналіз показав, що залишаються недостатньо досліджені такі фактори, як: потужність світлового випромінювання, температура зовнішньої середовища, відстань від джерела випромінювання до контрольованої поверхні запасної частини, передавальні функції оптичних систем, час накопичення даних, наявність прихованих контрольованих поверхонь. Вирішення цих проблем є актуальним і може впливати на показання вимірів і, як наслідок, якість контролю.

Таким чином, отримані раніше залежності точності вимірювань від факторів, обумовлених параметрами контрольованого обладнання та властивостями контрольованих запасних частин, дозволяють оцінити отримані похибки вимірювань та вибрати оптимальне значення параметрів, це дозволяє продовжити теоретичні дослідження інших факторів, що впливають на точність та продуктивність вимірювань безконтактними приладами.

2.3.1. Вплив відстані від джерела випромінювання до поверхні контрольованої запасної частини

Важливим фактором, який впливає на точність автоматизованого вимірювального пристрою є відстань від джерела випромінювання до поверхні контрольованої запасної частини.

Аналіз проблеми, що вивчається, виявив горизонтальну похибку вимірювань у поперечній площині:

$$\Delta x = \pm 0.5 \frac{Z B_{SMR}}{Z_{SMR} r} \quad (2.7)$$

де: Z - відстань від випромінювача до контрольованої поверхні запасної частини, мм; B_{SMR} - ширина зони сканера на початку сканування, мм; Z_{SMR} - відстань від джерела випромінювання до початку сканування, мм; r - роздільну здатність ПЗЗ-матриці, тч./дюйм.

Вертикальна похибка вимірів має такий вираз:

$$\Delta Z = \pm \frac{Z^2 B_{SMR} R_y r Z_{SMR}}{2R_y^2 Z_{SMR} r^2 - 0.5 Z^2 B_{SMR}^2} \quad (2.8)$$

де: R_y - центрова відстань від вихідних окон сканера та ПЗЗ-матриці, мм.

Залежність похибки вимірювань від відстані між засобом вимірювання та контрольованим об'єктом характеризується прямолінійною залежністю (Рис. 2.13).

Зі збільшенням відстані між засобом вимірювання та контрольованим об'єктом похибка вимірювань суттєво збільшується, у зв'язку з цим необхідно підібрати оптимальну відстань, при якій похибка буде мінімальна, для цього необхідно провести серію дослідів.

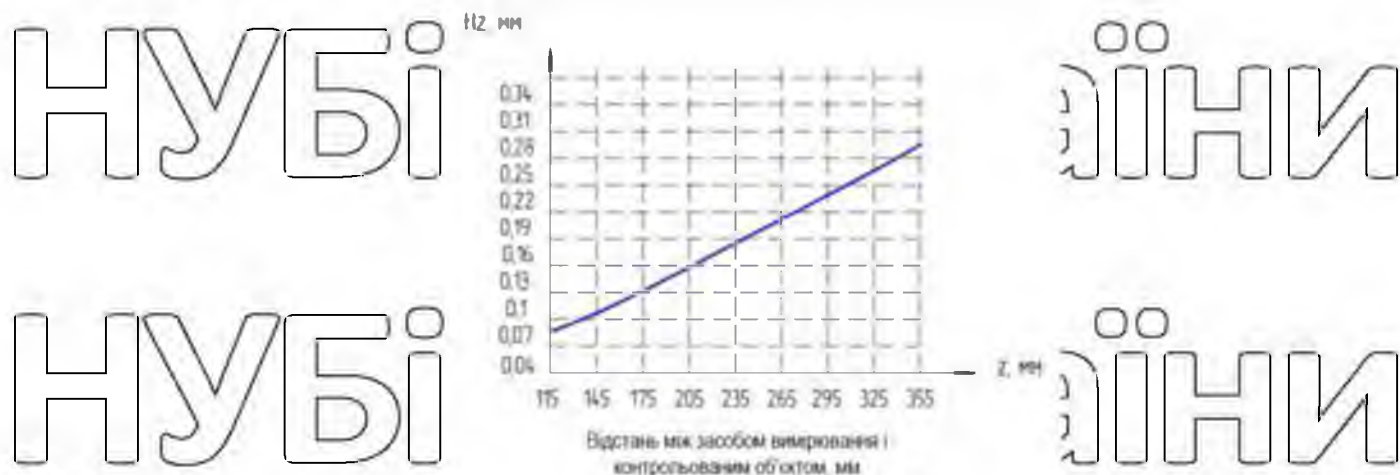


Рис. 2.13 – Залежність похибки вимірів від відстані між засобом вимірювання та контрольованим об'єктом

Оскільки автоматизований вимірювальний пристрій складається з певних методів та засобів контролю, то група факторів параметрів контрольованих приладів істотно впливатиме на кожне засіб вимірювання різною мірою. У зв'язку з цим необхідно розробити методика впливу всіх факторів як окремо, так і в сумі, навести рекомендації щодо зменшення впливу факторів на точність контролю автоматизованим вимірювальним пристроєм.

2.3.2. Вплив потужності світлового випромінювання

Точність вимірів запасних деталей сільськогосподарської техніки з використанням автоматизованого вимірювального пристрою в багатьох випадках залежить від видимості світлової лінії сканера ($V_{дл}$). Встановлено, що на видимість світлової лінії впливають: рівень світлового випромінювання ($\gamma_{\text{промінь}}$), відстань від джерела випромінювання до поверхні контрольованого виробу (H_k) та властивості її поверхні ($C_{\text{п}}$) (Рис. 2.14).

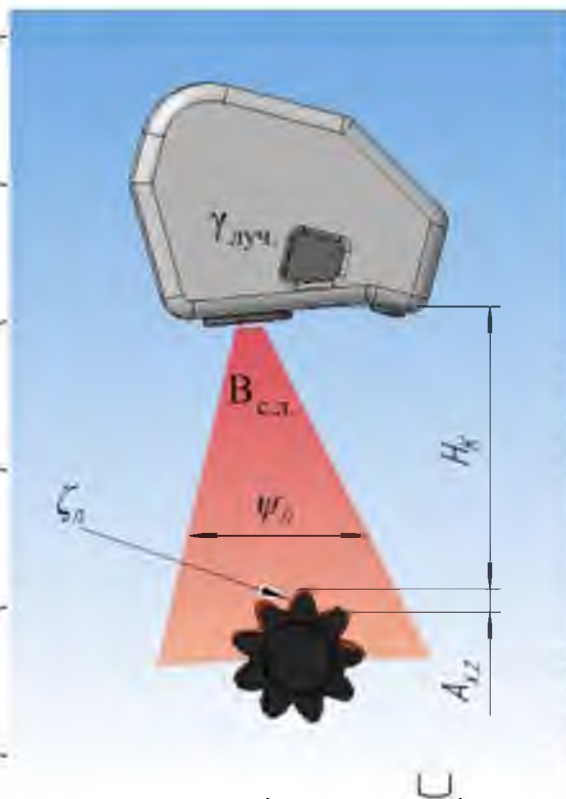


Рис. 2.14 – Структура випромінювання світлової лінії поверхня

Імовірність видимості світлової лінії матиме наступний вигляд:

$$Y_{с.л} = \gamma_{промінь} \cdot H_{до} \cdot \zeta_{п} \quad (2.9)$$

де: $\gamma_{промінь}$ – ймовірність необхідного світлового випромінювання сканера; $H_{до}$ – ймовірність оптимальної відстані від джерела випромінювання до поверхні контролюваного виробу; $\zeta_{п}$ – ймовірність повного охоплення поверхні контролюваного виробу.

Видимість світлового випромінювання сканера представляє собою перетворення амплітуди ($A_{x,z}$) і ширини пучка розсіювання на поверхні об'єкта випромінювання $\Psi_{п}$ і описується наступним виразом:

$$A_{x,z} = A_0 \frac{\omega_0}{\omega_x(z)} \exp \left\{ - \frac{|x^2 \cos^2 \alpha|}{\omega_x(z)^2} \right\} \quad (2.10)$$

$$\Psi_{п}(z)^2 = \omega_0^2 \left\{ 1 + \left[\frac{\lambda(z - x \sin \alpha)}{\pi \omega_0^2} \right]^2 \right\} \quad (2.11)$$

де: $A_{x,z}$ - перетворення амплітуди; z - координата перетинів площини і осі пучка; $\omega_x(z)$ - Перетворення ширини пучка; x - координата на поверхні контролюваного виробу; α - кут нахилу поверхні; ω_0 - ширина перетяжки Гаусова пучка (при $z =$

0); λ - довжина лазерної хвилі;

Лазерне випромінювання ліній, що потрапляє на поверхню контролюваної запасної деталі описується у вигляді рівняння.

$$U(R) = U_0 \exp\left(-2 \frac{R^2}{R_0}\right), \quad (2.12)$$

де: R - радіус зображеної плями; $R_0 = 0,8 R_{\max}$; U_0 - максимальна потужність лазерного променя.

Функція зміни похибки вимірювань залежно від потужності випромінювання буде мати вираз:

$$\Delta X_j = f(i) = Y_{\text{промінь}} \quad (2.13)$$

Похибка вимірів від потужності світлового випромінювання буде мати наступне вираз:

$$\Delta X_j = 0,5_j \frac{V_{\text{с.л.мах.}}}{H_{k,j\text{мах.}}}, \quad (2.14)$$

де: $V_{\text{с.л.мах.}}$ - максимальна видимість світлового випромінювання; j - потужність випромінювання сканера; l - відстань між сканером та досліджуваною областю запасної частини.

Графік залежності похибки вимірювань потужності світлового випромінювання триангуляційного лазерного сканера представлено на рис. 2.15.

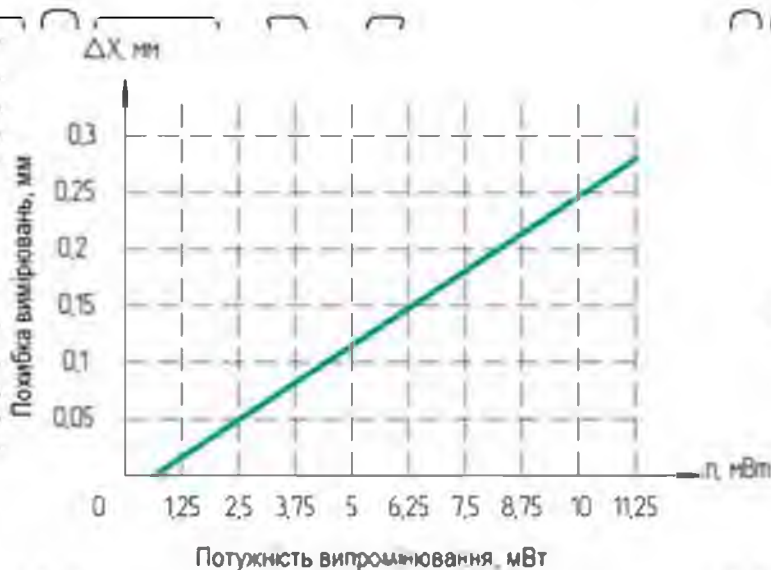


Рис. 2.15 - Залежність похибки вимірів від потужності лазерного випромінювання триангуляційного сканера

З рис. 2.15 видно, що максимальна похибка вимірів від потужності

лазерного випромінювання становить 0,28 мм.

НУБІП України

2.3.3. Вплив температури зовнішнього середовища

Зі зміною температури зовнішнього середовища чутливість різних методів та засобів контролю суттєво змінюється.

НУБІП України

Вплив температури на баланс нуля – це зміна щодо нормальної чутливості у вихідному сигналі тензодатчика при відсутності навантаження у зв'язку із зміною температури.

НУБІП України

Зміна відносного опору тензодатчика експеримент, як правило, залежить від двох факторів: рівня вимірюваної деформації і величини зміни температури у місці встановлення датчика. Зміни температури можуть значно віщивати на нормальні умови тензорезистора (Рис. 2.16).

Припустимо, що маса тензометричних ваг виражається через коефіцієнт пропорційності (x) та опір провідника (R):

$$m = cx \cdot R, \quad (2.15)$$

де: R - Опір провідника, Ом · м ; x – коефіцієнт пропорційності

$$\left(x = \frac{m_{н.у}}{R_{н.у}} \right),$$



Рис. 2.16 – Схема тензорезистора при відхиленні від нормальних умов його роботи

Опір провідника тензометричних ваг визначається як

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S_{\pi}}, \quad (2.16)$$

де: ρ – питомий опір провідника, Ом·м; L – довжина провідника, мм;

S_{π} – поперечний переріз, M^2 .

Уявимо опір провідника через об'єм:

$$R = \rho \cdot \frac{L^2}{V}, \quad (2.17)$$

де: V – обсяг провідника, M^3 ($V = L_{н.у.} \cdot S_{\pi}$),

Температурна зміна показання ваг визначається за формулі:

$$\Delta m_t = x \cdot \Delta R, \quad (2.18)$$

де: ΔR – зміна опору провідника, Ом·м.

Зміна опору провідника виражається:

$$\Delta R = \rho \frac{\Delta L^2}{V}, \quad (2.19)$$

де: ΔL – зміна довжини провідника в залежності від температури, мм;

V – обсяг провідника, M^3 .

Подовження провідника в залежності від температури визначається як:

$$\Delta L = \alpha_L \cdot L_{н.у.} \cdot \Delta T \quad (2.20)$$

де: α_L – Питоме подовження, $mm^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$; $L_{н.у.}$ – довжина провідника при нормальних умовах, мм. ΔT – Відхилення температури від нормальних умов, $^\circ C$.

Як нормальні умови роботи тензOMETричних ваг приймаємо $T_{н.} = 20 \text{ }^\circ C$.

Тоді відхилення температури від нормальних умов має наступне вираз:

$$\Delta T = T_{н.у.} - T_{відкл, при н.у.} \quad (2.21)$$

де: $T_{н.у.}$ – температура за нормальних умов, $^\circ C$

$T_{відкл, при н.у.}$ – відхилення температури від нормальних умов, $^\circ C$

Наприклад) $T_{відкл, при н.у.} = -10^\circ C$, тоді: $\Delta T = 20 + 10 = 30^\circ C$.

Підставивши вирази 2.9 до 2.8, отримаємо:

$$\Delta R = \rho \frac{\alpha_L^2 L_{н.у.}^2 \Delta T^2}{V}, \quad (2.22)$$

де: ΔS_{π} – зміна поперечного перерізу, mm^2 .

Оптимізований вираз температурної зміни показання ваг матиме наступний вигляд:

$$\Delta m = m_{н.у.} \cdot \alpha_L^2 \cdot \Delta T^2 \quad (2.23)$$

Приймаємо $\alpha = 1,4 \cdot 10^{-6}$

Таким чином, графік похибки ваги в залежності від відхилення температури від нормальних умов представлений на рис. 2.17.

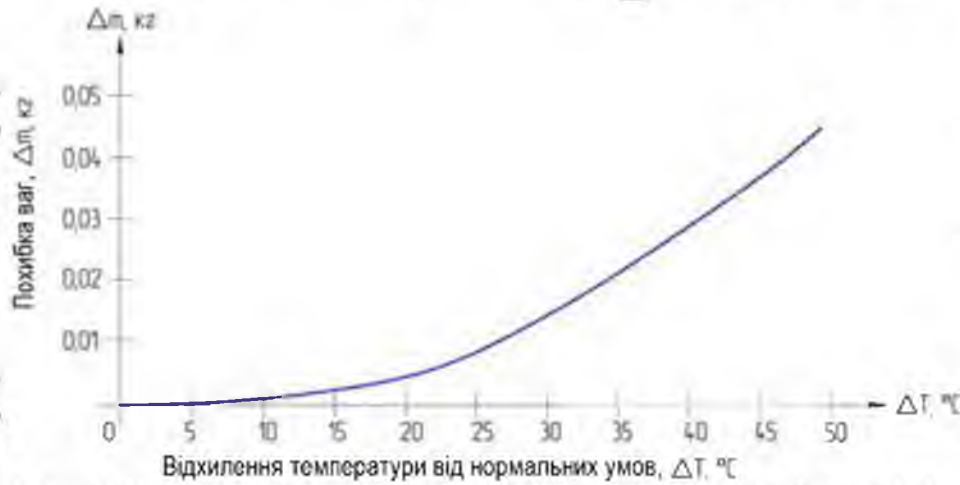


Рис. 2.17 – Залежність похибки ваги від відхилення температури від нормальних умов

З рис. 2.17 видно, що максимальна похибка свідчення ваги можлива при відхиленні температури від нормальних умов 50°C і склала $0,05$ кг. З розрахунку випливає, що $\Delta T_0 = T_{н.у.} = 20^\circ\text{C}$. Таким чином, максимальна похибка ваги становить $0,05$ кг, при відхиленні позитивних температурах ($\Delta T_0 = 50 + 20 = 70^\circ\text{C}$), і при негативних температурах ($\Delta T_0 = -50 + 20 = -30^\circ\text{C}$).

2.4. Методика визначення сумарного рівня впливу факторів на точність контролю

Для того щоб математичні моделі відображали об'єктивні закономірності досліджуваних явищ вони повинні враховувати особливості структури явища та вплив всіх факторів на процес контролю. Тому слід провести низку досліджень та статистичну обробку його даних.

Проведення експерименту в лабораторних умовах та в умовах технічного сервісу дозволяють визначити оптимальні режими роботи автоматизованого вимірювального пристрою. На вплив різної ступеня фактора пристрій реагує по-різному.

Ступінь впливу фактора f дозволить визначати оптимальні значення параметрів автоматизованого вимірювального пристрою (установка приладу, потужність світлового випромінювання, швидкість передачі даних і т.д.) контролю запасних частин з певними властивостями (шорсткість, форма, наявність механічних пошкоджень та і т.д.).

Значення рівня впливу одного фактора дорівнюватиме значенню фактору у якому похибка максимальна, тобто. $\Delta(f(F)) \rightarrow \max$. Нулю рівня впливу фактора дорівнює показання фактора, внаслідок якого забезпечується мінімальна похибка контролю, викликана цим чинником, тобто. $\Delta(f(F)) \rightarrow \min$.

$$\begin{cases} F_{\min} \rightarrow C_f = 0 \\ F_{\max} \rightarrow C_f = 1. \end{cases} \quad (2.24)$$

При мінімальному значенні фактора його нульове значення впливає на похибка системи. При максимальному значенні фактора відповідає 100% ступеня впливу, при цьому дія фактора значно збільшує похибка даних.

Перетворивши функцію $\Delta = f(F)$ на $\Delta = f(C)$, знаходимо значення одного відсотка впливу фактора по формулі:

$$F_{1\%} = \frac{(F_{\max} - F_{\min})}{100}, \quad (2.25)$$

де F_{\max} – найбільше значення фактор ;

F_{\min} – найменше значення фактор.

Функція для визначення ступеня впливу фактора матиме наступне вираз:

$$S = \frac{(F - F_{\min})}{F_{1\%}} = \frac{(F - F_{\min}) 100\%}{(F_{\max} - F_{\min})}, \quad (2.26)$$

де F – значення чинника. $F_{1\%}$ – 1% діапазону можливих значень фактор F_{\max} і F_{\min} – відповідно максимальне та мінімальне значення фактор ;

Замінивши в рівнянні значення F на C (вираз 2.26), використовуючи графік функції $\Delta = f(F)$, побудуємо графік залежності $\Delta = f(C)$, (Рис. 2.18).

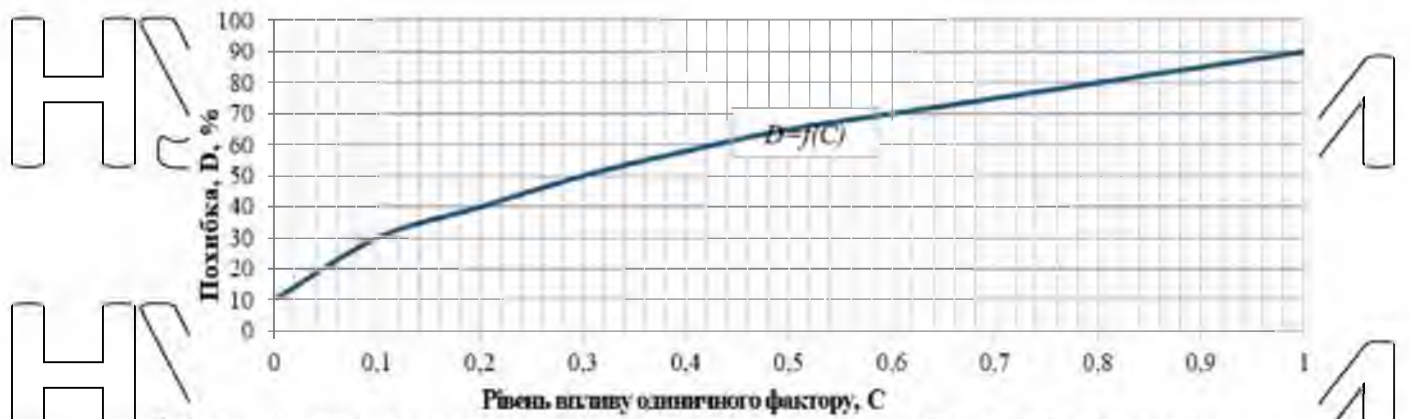


Рис. 2.18- Залежність похибки вимірювань ступеня впливу фактор А

На рис. 2.18 видно, що крива похибки вимірювань від ступеня впливу фактора Z_i є перегореною у вигляді графіка вихідної функцією фактора зведений у необхідній масштаб, для можливості порівняння впливу окремих факторів.

Аналогічним чином проведемо аналіз усіх досліджуваних факторів, та по результатам цього аналізу отримаємо масив у вигляді графічних залежностей $\Delta_i = f(C_i)$, де $\Delta_i = F(F_i)$ (Рис 2.19)

Необхідно визначити коефіцієнт важливості кожного фактора впливає на похибку вимірів.

Важ фактора визначається двома способами: експертна оцінка та аналіз загального графіка залежностей $\Delta_i = f(C_i)$.

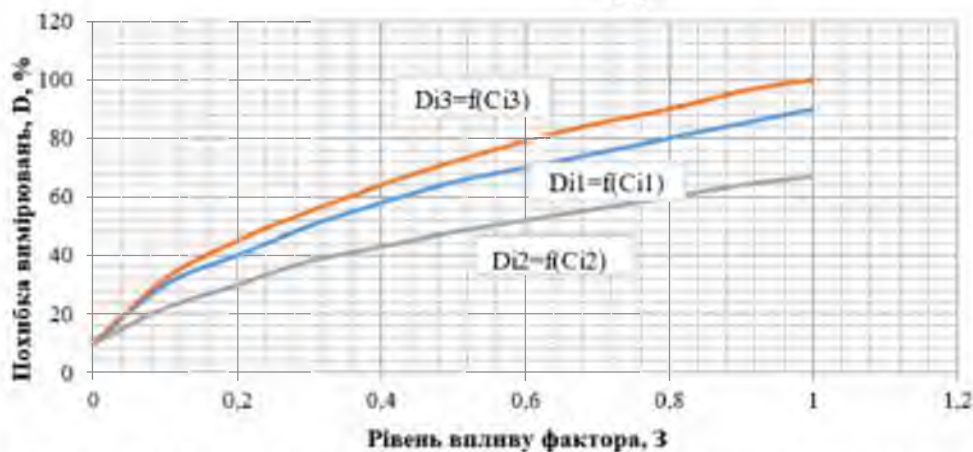


Рис. 2.19 – Залежність похибки вимірювань від рівня впливу фактор А

НУВБІП УКРАЇНИ

Аналітичний метод співвідношення коефіцієнтів вагомості для кожного фактора полягає у порівнянні площ форм на графіку ступенів впливу факторів, розташованими під кривими $\Delta_i = f(C_i)$, а так само визначенні співвідношення їх із загальною площею графіка.

НУВБІП УКРАЇНИ

Приймемо загальну площу графіка в вигляді:

$$S_{\Sigma} = \Delta_{max} \cdot C_{max} = \Delta_{max} = 100 \quad (2.27)$$

де Δ_{max} - найбільше значення похибки вимірювань, %;

C_{max} - найбільший ступінь впливу одного фактору.

НУВБІП УКРАЇНИ

Площі фігур під графіками функцій ступенів впливу факторів мають вираз:

$$S_i = \int_0^1 f(U) dC, \quad (2.26)$$

де $f(U)$ - залежність похибки вимірювань у %-ном вираженні від ступеня впливу фактор, %.

НУВБІП УКРАЇНИ

Щоб визначити коефіцієнти значущості факторів, спочатку знайдемо вираження їх площ на графіку

$$q_{vi} = \frac{S_i}{S_{\Sigma}}, \quad (2.29)$$

де S_i - площа форми під графіком $f(C)$; q_{vi} - коефіцієнт значимості i -го фактор;

S_{Σ} - сумарна площа форми графіка.

НУВБІП УКРАЇНИ

Перетворивши вирази 2.28 та 2.29, отримуємо:

$$q_{vi} = \frac{\int_0^1 f(C) dC}{100}, \quad (2.30)$$

Формула помилки вимірів від сумарного ступеня впливу факторів з врахуванням коефіцієнтів їх вагомості має вираз:

НУВБІП УКРАЇНИ

$$C_{\Sigma} = \frac{\sum C_i q_{vi}}{\sum q_{vi}}, \quad (2.31)$$

де C_i - показник впливу i -го фактора; q_{vi} - коефіцієнт вагомості i -го

фактор $\sum q_{vi}$ - сума коефіцієнтів вагомості факторів.

НУВБІП УКРАЇНИ

Крива сумарного ступеня впливу факторів представлена на рис. 2.20 з урахуванням коефіцієнтів вагомості C_{Σ} факторів.

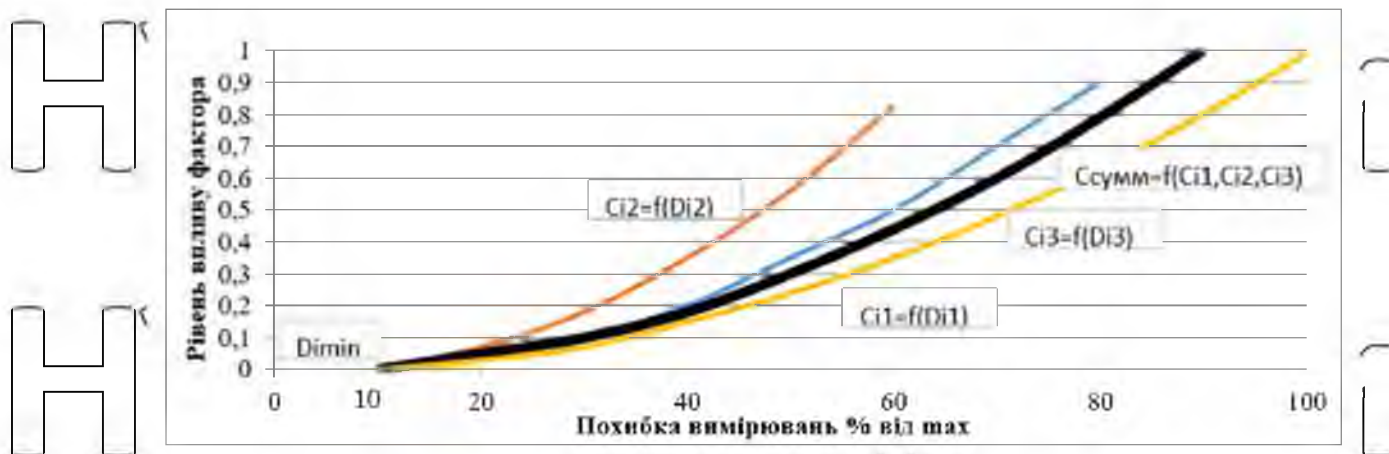


Рис. 2.20 – Залежності сумарного ступеня вагомості факторів, що впливають на похибку вимірювального пристрою

На рис. 2.20 можна визначити, похибка вимірювального пристрою при впливі всіх факторів, а також за відсутності їх впливу при впливі одного фактора без урахування всіх решти.

Таким чином, вплив факторів на точність вимірів оцінюється експоненціальними залежностями, що дозволяють встановити допустимий рівень впливу факторів.

3. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ТЕХНІКИ

3.1. Методика експериментального дослідження

Експериментальне дослідження технології контролю якості запасних частин здійснюється як комплекс наукових та технічних заходів, спрямованих на підтвердження теоретичних гіпотез.

Методика експериментальних досліджень контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки із застосуванням автоматизованого вимірювального пристрою є комплексом методів та засобів контролю, спрямованих на досягнення мети дослідження та вирішення поставлених завдань дослідження.

Для проведення експерименту необхідно скласти алгоритм певних дій експериментального дослідження.

Алгоритм експериментальних досліджень процесу контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки ґрунтується на заходах.

Проведений аналіз методів та засобів контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки та отримані теоретичні залежності показали необхідність модернізації технології контролю якості запасних деталей із застосуванням засобів автоматизації контролю. Впровадження в технологію контролю якості запасних частин оптико-електронних коштів вимірювань вимагає детального дослідження в лабораторних умовах та в умовах технічного сервісу.

Таким чином, експериментальним об'єктом дослідження є процес контролю якості запасних деталей сільськогосподарських машин з застосуванням засобів автоматизації.

Предметом лабораторних та виробничих досліджень в відповідно до аналізу є запасні деталі сільськогосподарської техніки. Виходячи з аналізу якості запасних частин сільськогосподарської техніки зупинимося на таких видах деталей: вали, півосі, шестірні.

Основними контрольованими параметрами запасних деталей приймаємо фізико-механічні властивості матеріалу та геометричні параметри. Це пов'язано з результатами випробувань машин та даних, отриманих у ході їх експлуатації.

У лабораторних умовах випробування проводились з метою визначення рівня впливу факторів на точність автоматизованого вимірювального пристрою.

На підприємстві технічного сервісу дослідження проводились з метою виявлення умов роботи автоматизованого вимірювального пристрою та його оптимальних режимів роботи.

Головні завдання та засоби для досягнення мети експериментального дослідження зображені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Завдання та методи експериментальних досліджень

№ п/п	Завдання експериментального дослідження	Експериментальні методи дослідження
1	Формування вихідних даних	Аналіз науково-технічної документації про проведення контролю, застосування методів та коштів контролю.
2	Дослідження впливу факторів на точність виміру автоматизованим вимірювальним пристроєм у лабораторних умовах	Класичні методики вимірів фізико-механічних та геометричних параметрів запасних частин. Реєстрація результатів контролю.
3	Дослідження автоматизованого вимірювального пристрою у виробничих умовах та підбір оптимальних режимів його роботи	Існуючі методики визначення обсягу експерименту. Методи оцінки експертів. Методики реєстрації та отримання експериментальних даних
4	Моделювання процесу контролю якості запасних деталей сільськогосподарських машин та оцінки ефективності цього процесу за допомогою автоматизованих вимірювальних пристроїв	Статистичні методи обробки даних. Прийоми програмування фізичних процесів. Математичні методи моделювання фізичних процесів

Таблиця 3.2 - Основні етапи експериментальних досліджень

№ п/п	Найменування та зміст етапів	Подання результатів
1		2
1	Підготовчий етап	
1.1	Подання результатів експерименту.	Матеріали з планування та аналізу експерименту.
1.2	Обґрунтування та підбір контрольованих виробів; Визначення кількості дослідів.	
1.3	Вибір та розробка контрольно-вимірювального обладнання, пристосувань та матеріалів.	Матеріали з переліком складу, характеристик та посібників з експлуатації контрольно-вимірювального обладнання.
1.4	Визначення планів експериментальних вимірювань та параметрів контролю запасних частин. Встановлення конкретних ділянок контролю.	Плани контролю предметів вимірювань та контрольованих параметрів. Журнал із переліком ділянок контролю. Схеми та фотографії ділянок контролю.

1.5	Визначення виконавців експерименту	Табель із зазначенням інформації про виконавців експерименту, методичні інструкції.
2 Основний етап		
2.1	Вимірювання фізико-механічних параметрів запасних деталей сільськогосподарських машин із застосуванням сучасних оптико-електронних приладів для контролю	Журнал реєстрації даних вимірювань
2.2	Спостереження за факторами, що впливають на точність вимірювань оптико-електронними засобами вимірами	Щоденник спостереження, зведені таблиці
2.3	Вимірювання фізико-механічних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки із застосуванням автоматизованого вимірювального пристрою	Журнал реєстрації даних вимірювань
2.4	Спостереження за факторами, що впливають на точність вимірювань автоматизованим вимірювальним пристроєм	Щоденник спостереження, зведені таблиці
2.5	За допомогою механічних засобів вимірювань провести контроль геометричних параметрів	Журнал реєстрації даних вимірювань
2.6	Спостереження за факторами, що впливають на точність вимірювань механічними засобами вимірами	Щоденник спостереження, зведені таблиці
2.7	Вимірювання геометричних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки автоматизованим вимірювальним пристроєм	Значення параметрів запасних частин
2.8	Порівняльне дослідження автоматизованого вимірювального пристрою з механічними засобами вимірювання, метою виявлення переваг та недоліків автоматизованого вимірювального пристрою та визначення доцільності його застосування в різних умовах	Щоденник спостережень та журнал реєстрації факторів та умов роботи автоматизованого вимірювального пристрою та механічних засобів вимірів. Порівняльні таблиці.
2.9	Оцінка впливу факторів на дані контролю	Анкета результатів опитування
2.10	Дослідження впливу різних факторів на показання автоматизованого вимірювального пристрою	Щоденник спостережень, таблиці з ксацією умов та факторів, що впливають на вимірювання. Фотоматеріали
2.11	Проведення вимірювань у лабораторних умовах	Щоденник даних вимірювань у лабораторних умовах, фотоматеріали
2.12	Хронометраж тривалості вимірювань у лабораторних умовах	Карта трудомісткості операції контролю якості в лабораторних умовах
2.13	Проведення вимірів у виробничих умовах	Щоденник даних вимірів у виробничих умовах, фотоматеріали
2.14	Хронометраж тривалості вимірювань у виробничих умовах	Кара трудомісткості операції контролю якості у виробничих умовах
2.15	Формування даних контролю після проведення експериментальних досліджень	Таблиці з форми для отриманих експериментальних даних
2.16	Моделювання контролю якості запасних деталей сільськогосподарських машин на ПК	Журнал реєстрації процесів моделювання контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки
3 Заклучний етап		
3.1	Обробка результатів експериментальних досліджень	Журнал обліку експериментальних досліджень
3.2	Вплив відповідності закономірностей параметрів контролю даних теоретичних та експериментальних досліджень	Діаграми узгодження
3.3	Визначення та вибір методики оцінки	Методика контролю якості запасних

ефективності контролю якості запасних деталей сільськогосподарських машин

деталей сільськогосподарської техніки

у таблиці 3.2 наводиться докладний опис етапів проведення експериментальних досліджень. Відповідно до етапів експериментальні

дослідження контролю якості запасних частин сільськогосподарських машин, доцільно проводити в лабораторних умовах та на підприємствах технічного сервісу (виробничі умови)

Пропонована програма експериментальних досліджень включає себе перелік основних етапів, сучасних засобів та методів контролю для дослідження та спрямована на вирішення поставлених завдань дисертаційної роботи.

3.2. Розробка автоматизованого вимірювального пристрою

3.2.1. Вимоги до проектування автоматизованого вимірювального пристрою та його принцип роботи

Для проведення експериментальних досліджень з запропонованої принципової схеми (рис. 2.11) спроектована 3D Модель автоматизованого вимірювального устрою (рис. 3.2). За основу проектування пристрою була прийнята розроблена безконтактно вимірювальна система.

Недоліком безконтактно-вимірювальної системи є відсутність можливості контролю фізико-механічних параметрів та визначення початкового положення деталі, а також відсутність фіксації деталі, результатом цього під час проведення вимірювань точність контрольованих параметрів була на недостатньому рівні.

Автоматизований вимірювальний пристрій сконструйовано на основі методів та засобів контролю, що дозволяють проводити вимірювання фізико-механічних та геометричних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки, а результати вимірювань зводяться при допомозі EOM у спеціальну програму системи управління обробки даних



Рис. 3.2 – Тривимірна модель автоматизованого вимірювального пристрою

- 1 – контрольована деталь, 2- швидкорегулюєме з'єднання, 3 – сніп, 4 – аналізатор металу, 5 – вимірювач маси, 6 – лазерний датчик, 7 – система управління обробки даних; 8 – двовимірний лазерний сканер; 9 – головний гвинт; 10 – електродвигун

Як вихідні параметри для проектування автоматизованого пристрою прийняті вимоги до конструкції (таблиця 3.3)

Таблиця 3.3 - Вимоги до проектування автоматизованого вимірювального пристрою

№ п/п	Найменування	Одиниця виміру	Значення	Примітка
	1	2	3	
Загальні параметри пристрою				
1	Механізм пересування столу пристрою			кульково-гвинтова передача (ШВП)
2	Привід пристрою	—		кроковий електродвигун
3	Габаритні розміри	мм	1200x550x600	
4	Маса	кг	25...35	
Параметри вимірювача маси				
5	Метод вимірювання			геометричний
6	Максимальна навантаження	кг	10...20	
7	Діапазон робочих температур	°C	-10...+40	
8	Допустима похибка	кг	±0,0005	
9	Час встановлення свідчень	с	2	
10	Джерело живлення	—		Мережевий адаптер+ Акумулятор
Параметри настановного пристроєвування				
11	Розмір контрольованої запасної деталі	мм		min = 50x25 max = 540x230
12	Кріплення корпусних деталей			

13	Кріплення деталей типу вал			-
Параметри маніпулятора				
14	Висота	мм	150...500	
15	Кут повороту	°	180	
16	Вантажоцідність	кг	2,5...3	
Параметри аналізатора металу				
17	Метод контролю		рентгено-флуоресцентний	
18	Аналіз елементів	у	80	
19	Вага	кг	1...1,5	
20	Час вимірювання	з	від 2 ... до 300	
21	Режим підтвердження марки сталі			
22	Режим підтвердження марки сплаву			
23	Робоча температура	°C	-10 ... +45	
Параметри лазерного сканера				
24	Метод вимірювання		триангуляційний	
25	Тип лазера	мВт	15	
26	Довжина хвилі	нм	660	
27	Точність вимірювання	мм	0,01-0,25	
28	Робоча температура	°C	-10 ... +55	
Параметри лазерного датчика				
29	Метод вимірювання		триангуляційний	
30	Тип лазера	мВт	20	
31	Довжина хвилі	нм	860	
32	Точність вимірювання	мм	0,01-0,25	
33	Робоча температура	°C	-10 ... +55	

Так, контроль маси здійснюється тензометричними вагами Massa MK (рис. 3.3), максимальна вантажоцідність ваги становить 15 кг (з розрахунку ваги прийнятих контрольованих об'єктів).



Рис. 3.3 – Ваги Massa MK

Для закріплення деталі на терезах, розташованих на столі пристрої, розроблено 2 види настільних пристроїв (Рис. 3.4).



Рис. 3.4 – Наставні пристосування

а) – швидкокороз'ємний пристрій для кріплення корпусних деталей; б) – швидкокороз'ємний пристрій для кріплення деталей типу вал.

Кріплення корпусних деталей здійснюється швидкокороз'ємним пристосуванням, показаним на рис. 3.4 а, де максимальна довжина контрольованої деталі складає 540 мм. Кріплення деталей типу вал, так ж здійснюється за допомогою швидкокороз'ємного пристосування, де максимальна довжина контрольованої деталі становить 360 мм

Для визначення хімічного складу було прийнято аналізатор металу NITON XL3T (рис. 3.5) із застосуванням рентгено-флуоресцентного методу контролю



Рис. 3.5 – Аналізатор металу NITON XL3T

Технічні характеристики рентгенофлуоресцентного аналізатора металу наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Основні технічні характеристики аналізатора металу NITON XL3T

№ п/п	Параметр	Значення
1	Вага, кг	1,2
2	Розміри, мм	Ø44x230x95,5
3	Час аналізу (залежно від режиму), з	від 2 до 120
4	Час встановлення робочого режиму, з	30
5	Аналіз елементів	від C(6) до U(92)
6	Вікно вимірювання, діаметр, мм	8
7	Діапазон температури, °С	від -10 до +50
8	Діапазон атмосферного тиску, кПа	від 84 до 106,7
9	Діапазон відносної вологості % при t = 25 °С	від 0 до 80

Кріплення та переміщення аналізатора металу здійснюється при допомозі маніпулятора (Рис. 3.6).



Рис. 3.6 – Маніпулятор

Основні характеристики маніпулятора наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Основні технічні характеристики маніпулятора

№ п/п	Параметр	Значення
1	Висота, мм	460
2	Кут повороту, °	0/80
3	Вантажопідйомність, кг	до 1,7
4	Пересування в позицію декартових координат	x, y, z
5	Бездротовий контролер приймач	
6	Сервопривід, шт	6

Для визначення початкового положення деталі використовується триангуляційний лазерний датчик Riftek RF-600 (Рис. 3.7).



Рис. 3.7 – Триангуляційний лазерний датчик початкового положення Riftek RF 600
У таблиці 3.7 наведено основні характеристики датчика початкового положення Riftek RF 600.

Таблиця 3.7 - Основні технічні дані датчика початкового положення Riftek

RF 600	Параметр	Значення
1	Базова відстань X_0 , мм	500
2	Діапазон, мм	100
3	Лінійність, %	± 0.1 від діапазону
4	Роздільну здатність, %	0.01 діапазону
5	Максимальна частота оновлення даних, кГц	9.4
6	Джерело випромінювання	видимий червоний напівпровідниковий лазер
7	Довжина хвилі, нм	660
8	Потужність випромінювання, мВт	4.3
9	Споживана потужність, Вт	2
10	Точність вимірювань, мм	0,01-0,25
11	Робоча температура, °C	-10 ... +60
12	Вага (без кабелю), кг	0.50

Контроль геометричних параметрів здійснюється за допомогою триангуляційного лазерного сканера Riftek RF 620 (Рис. 3.8).

НУБ іні



НУБ України

Рис. 3.8 – Триангуляційний лазерний сканер Riftek RF 620

Основні технічні параметри триангуляційного лазерного сканера Riftek RF

620 показано в таблиці 3.8.

НУБ України

Таблиця 3.8 – Основні технічні параметри триангуляційного лазерного

датчика Riftek RF 620

№ п/п	Параметр	Значення
1	Діапазон, координата Z, мм	±250
2	Линійність, вісь Z	±0,1% діапазону Z
3	Частота оновлення даних для повного робочого діапазону, не менше	100 Гц (профільів/с)
4	Початок робочого діапазону (SMR), мм	100
5	Діапазон, вісь X, мм SMR EMR	65 220
6	Линійність, вісь X	0,2% діапазону X
7	Кількість точок за координатою X	128 або 256 або 512 або 1024
8	Кінець робочого діапазону (EMR), мм	±50
9	Макс. частота оновлення даних	1200 профільів/секунду, 1228800 точок/секунда
10	Тип лазера	15 мВт, довжина хвилі 660 нм
11	Вихідний інтерфейс	RS485 або Ethernet
12	Напруга, В	9...36
13	Потужність споживання, Вт	0,2
14	Точність виміру, мм	±0,1...±0,25
15	Робоча температура, °C	-10...+55
16	Вага (без кабелю), кг	0,6

НУБ України

НУБ України

На основі принципової схеми (рис. 2.11) 3D-моделі пристрої (рис. 3.2), його технічні вимоги до конструкції (таблиця 3.3) і вищезазначених застосовуваних

методів та засобів вимірювання сконструйовано автоматизований вимірювальний пристрій та отриманий патент на корисну модель № 168511 представлений на рис. 3.9.

НУБ України



Рис. 3.9 – Автоматизоване вимірвальне пристрій

Пристрій працює за наступним алгоритмом: контрольована запасна деталь за допомогою швидко роз'ємного пристрою закріплюється на столі пристрою, подається харчування на електронні компоненти; вимірник маси визначає масу контрольованої запасної деталі і передає дані системи керування обробки даних; маніпулятор переміщує аналізатор металу до контрольованих поверхонь запасної частини, де відбувається визначення хімічного складу запасної частини, з наступною передачею даних програмі управління та їх обробки; програма управління і обробки отриманих даних подає керуючий сигнал на маніпулятор, який повертає аналізатор металу у початкове положення; лазерний датчик фіксує початкове положення контрольованої деталі та подається сигнал на програму управління та обробки даних, яка регулює кут нахилу і висоту двовимірного лазерного сканера, а також задає обертання головного гвинта; в роботу включається кроковий електродвигун, який переміщує стіл в необхідне для початку сканування положення; включається двовимірний лазерний сканер; кроковий електродвигун із встановленими параметрами переміщується, переміщає стіл із контрольованою деталлю щодо двовимірного лазерного сканера; в цей час відбувається сканування контрольованої деталі та передача

даних сканування в систему управління обробки даних для подальшої обробки; по завершенню сканування контрольованої деталі по довжині проводиться її поворот на 180° здійснюється сканування у зворотному напрямку, після чого контрольована деталь видаляється із пристрою. На підставі обробки отриманих даних програма, закладена в систему управління обробки даних, графічному У вигляді виводить повідомлення про відповідність характеристик контрольованої деталі її паспортним даних.

Автоматизований вимірювальний пристрій - компактний, є можливість його використання як у лабораторних дослідженнях, так і для проведення контролю у виробничих умовах, проте після кожного переміщення пристрою необхідно проводити додаткову калібрування компонентів пристрою.

Автоматизований вимірювальний пристрій має низку переваг по порівняно з безконтактною вимірювальною системою:

1). застосування високоточних ваг та аналізатора металу дозволяє розширити номенклатуру контрольованих параметрів деталей сільськогосподарських машин;

2). застосування лазерного датчика дозволяє визначати початкове становище контрольованої деталі без її точної установки на столі;

3). завдяки застосуванню кульково-гвинтової передачі досягається рівномірний, без прослизання та биття рух столу;

4). застосування крокового електродвигуна дозволяє виключити з конструкції зубчасту передачу, замінивши її прямою передачею через муфту, точно задавати переміщення столу з контрольованою деталлю;

5). завдяки застосуванню маніпулятора підвищується швидкість пристрою та спрощується доступ до важкодоступних контрольованих поверхонь виробу;

6). завдяки автоматизації аналізу хімічного складу контрольованої запасної частини розширюється номенклатура контрольованих параметрів;

7). автоматичне регулювання швидкості сканування оптимізує час контролю та зберігає високу точність вимірювань геометричних параметрів;

8). завдяки застосуванню спеціального програмного комплексу,

закладеного в систему управління обробки даних, кожен тип виробів обробляється з індивідуальними налаштуваннями пристрою;

9). завдяки застосуванню швидко роз'ємного пристрою прискорюється зміна контрольованої деталі;

10). автоматизований вимірювальний пристрій дозволяє виключити ймовірність впливу рівня кваліфікації виконавця на точність контролю за рахунок автоматизації виконуваних операцій.

Автоматизований вимірювальний пристрій значно підвищує ефективність контролю за допомогою збільшення охоплення контрольованих параметрів досліджуваної деталі та високої точності вимірів.

Таким чином, розроблене автоматизоване вимірювальне пристрій є універсальним пристроєм, що дозволяє проводити вимірювання з більшою точністю та швидкістю при збільшенні кількості вимірюваних параметрів, а також розширився модуль управління, що дозволяє повністю автоматизувати процес вимірювання, при цьому пристрій зберігає свою компактність та мобільність.

3.3. Методика контролю запасних частин сільськогосподарської техніки автоматизованим вимірювальним пристроєм

На основі принципу роботи автоматизованого вимірювального пристрою, його основних характеристик та можливих вимірюваних параметрах розроблено методику контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки автоматизованим вимірювальним пристроєм (рис. 3.10).

Ця методика контролю складається з певних послідовних етапів та дій при контролі досліджуваних параметрів (фізико-механічних та геометричних) запасних деталей сільськогосподарських машин автоматизованим вимірювальним пристроєм.

Управління роботою автоматизованого вимірювального пристрою, визначення всіх контрольованих параметрів, отримання даних контролю та їх

обробка здійснюється за допомогою комп'ютерної програми «Automated measuring device», вид інтерфейсу якої представлений рис. 3.1.

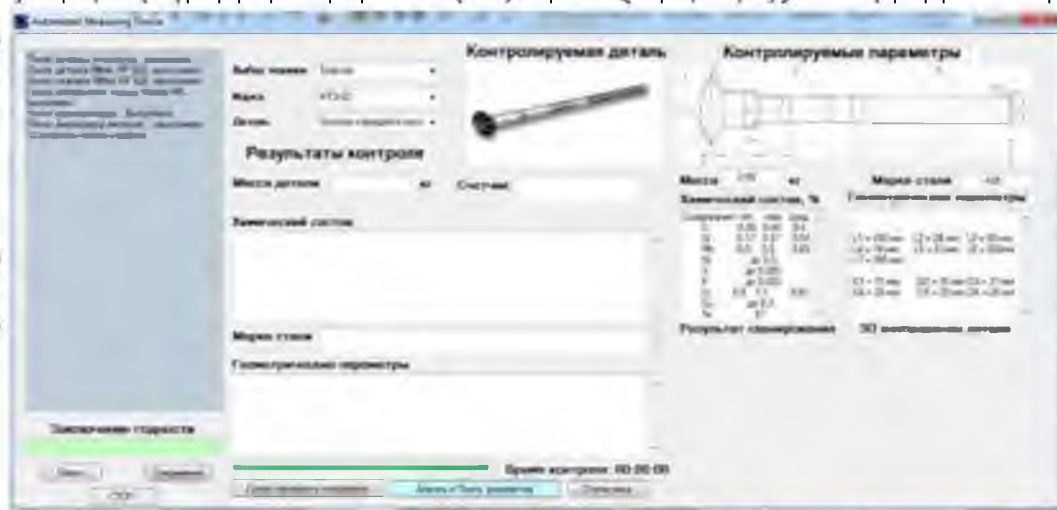


Рис. 3.11 Вид вікна програми «Automated measuring device» з вказівкою значень контрольованих параметрів

Завантажуючи програму «Automated measuring device» за допомогою кнопки «Пошук» відбувається запуск пристрою. Для зв'язку з усіма електронними компонентами пристрою є кнопка «З'єднання». Далі у вікні «Вибір техніки» вибирається тип сільськогосподарської машини, у вікні «Марка» підбирається марка техніки, в якій експлуатується контрольована запасна частина, потім у вікні «Деталь» вибирається найменування контрольованої запасної частини за її каталожним номером. Після цього у вікні програми стає доступне зображення контрольованої деталі, яке дозволяє переконатися в правильності вибору типу контрольованої запасної частини, так само стає доступним креслення із зазначенням контрольованих параметрів та їх значення.

Перед початком контролю за допомогою кнопки «Пошук початкового положення» визначається положення контрольованої запасної деталі, яка закріплена за допомогою швидко роз'ємного пристосування в пристрої.

Визначення початкового положення дозволяє визначити координати по X, Y, Z для процесу сканування та отримання 3D зображення в просторі.

Процес контролю геометричних та фізико-механічних параметрів здійснюється за допомогою кнопки «Аналіз та пошук дефектів». Починається

знімання даних із вимірювання маси контрольованого виробу. Результати контролю відображаються у графічному вигляді у програмі у спеціальному вікні «Результати контролю» (Рис. 3.12).

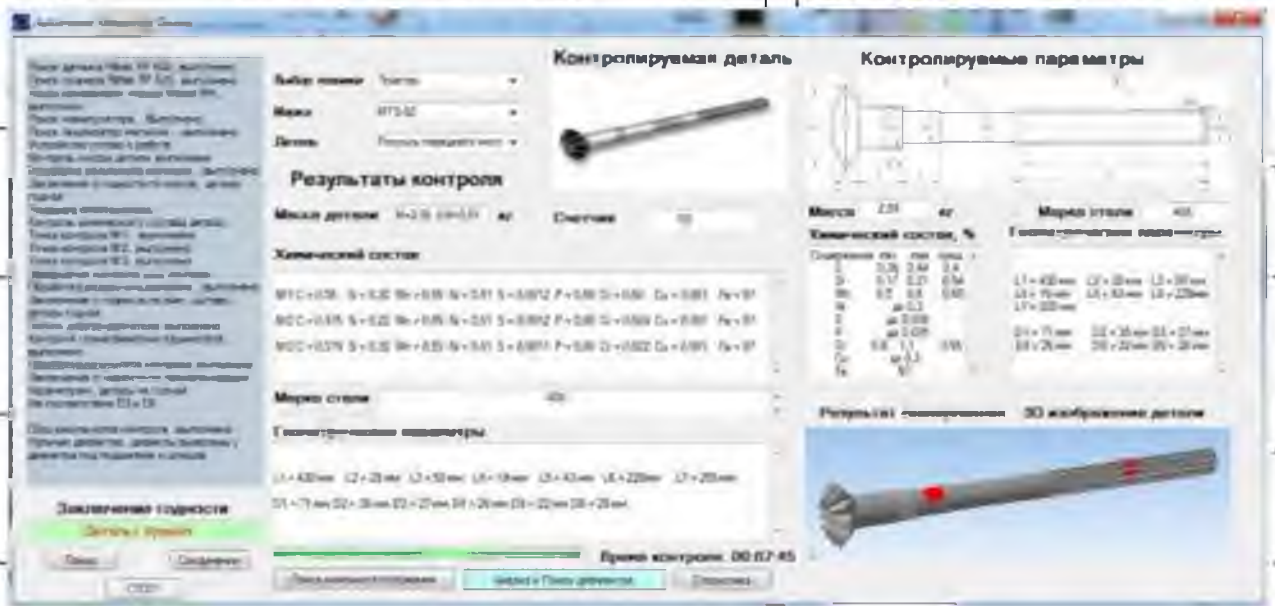


Рис. 3.12 – Вид вікна програми «Automated measuring device» з результатами контролю

Результати контролю порівнюються з еталонним значенням (контрольованими параметрами) та виводиться похибка між цими даними. У випадку виявлення невідповідності одного з параметрів із еталонним значенням в програмі видається діалогове вікно «Увага», що попереджає виявленні браку, та зазначенням подальших дій контролю: «Продовжити аналіз», «Завершити аналіз». При позитивних результатах виміру маси, процес контролю продовжується. Визначення хімічного складу відбувається в залежно від типу контрольованого виробу. Так, під час контролю півосі переднього моста вимірювання хімічного складу відбувалося на 3 поверхнях деталі (рис. 3.12 контрольовані параметри, позиція I, II, III). Програма аналізує отримані дані та у вікні «Марки сталі» видає марку контрольованого виробу. Далі відбувається процес сканування і визначення геометричних параметрів деталі. Після повного проведеного аналізу програма у вікні «Висновок про придатність» дає висновок контролю:

"Деталь придатна до експлуатації" або "Деталь із браком". В разі виявлення браку всі невідповідності відображаються у вигляді «червоних» значень програмі. В результаті контролював програмі «Automated measuring device» відображається 3D об'єкт контрольованої запасної частини, «червоними» поверхнями виділяються місця з виявленим браком.

При контролі відбувається підрахунок контрольованих деталей, який відображається у вікні програми «Рахунок контрольованих виробів». кожне вимір автоматично зберігається в пам'яті програми, що дозволяє переглянути статистичні дані контролю.

При натисканні кнопки "Статистика" відкривається діалогове вікно.

Статистика результатів контролю (рис. 3.13), де відбувається вибір необхідних даних зі статистики (техніка, марка, деталь та дата контролю). Після цього виводяться статистичні дані проведеного контролю, які дозволяють наочно відобразити результати контролю та залежності для кожного з видів та методів контролю.

Таким чином, після здійснення всього циклу вимірювань (розрахунковою кількістю дослідів) комп'ютерна програма системи обробки результатів даних «Automated measuring device» допрацьовується.

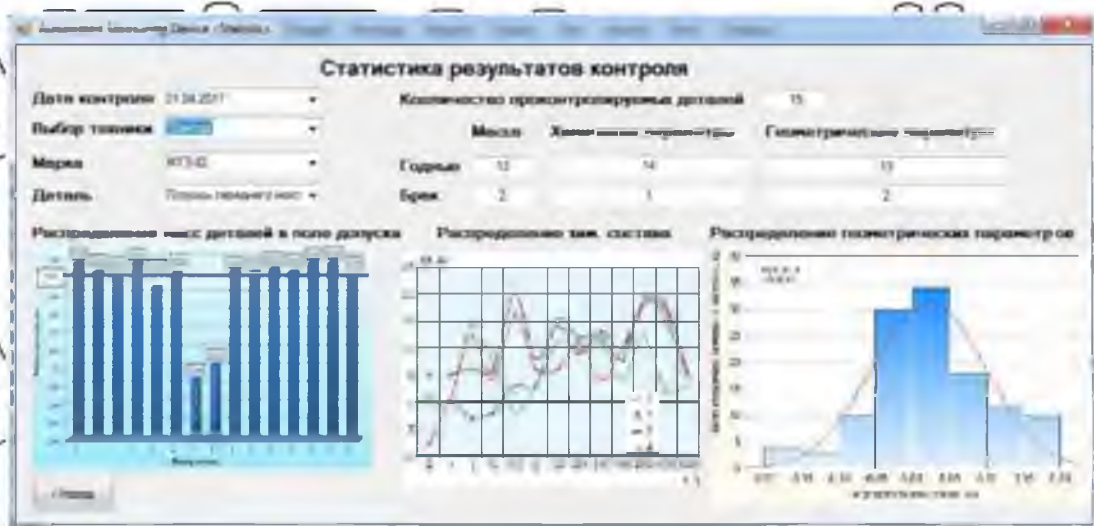


Рис. 3.13 – Вид вікна програми «Automated measuring device» з результатами статистичних даних контролю

3.4. Формування вихідних даних

Вихідна інформація для проведення експериментальних досліджень формується шляхом проведення аналізу якості запасних частин сільськогосподарської техніки, що надійшли на підприємства технічного сервісу. Збір інформації здійснювався за допомогою візуальних і хронометражних спостережень за зовнішнім виглядом запасних частин. Перевірка якості запасних частин проводилася відповідно до встановленої для кожної деталі технічною документацією, за допомогою приладів, вимірювальних пристроїв та засобів діагностування. Отримані дані заносилися до спеціальних форм спостережень (таблиця 3.9).

Таблиця 3.9 – Зовнішній вигляд та комплектність запасних частин

Формування вихідних даних	Формування вихідних даних	Формування вихідних даних	Формування вихідних даних	Формування вихідних даних	Формування вихідних даних	Формування вихідних даних
Формування	Формування	Формування	Формування	Формування	Формування	Формування

Для визначення впливу основних факторів на точність контролю автоматизованим вимірювальним пристроєм прийнято статистична регресійна модель. Для отримання моделі необхідної адекватності поставлено та проведено 2-х рівневий 3-х факторний повнофакторний експеримент типу 2^3 .

Внаслідок моделювання впливу факторів на точність контролю автоматизованого вимірювального пристрою були прийняті наступні основні фактори:

X_1 – температура зовнішнього середовища, °C;

X_2 – потужність світлового випромінювання, лм;

X_3 – Відстань від джерела випромінювання до контрольованої поверхні запасної частини, мм.

Вибір рівнів та інтервалів варіювання факторів здійснювалося по результатам попередніх дослідів (таблиця 3.10).

Таблиця 3.10 – Комплектність та зовнішній вигляд запасних частин

Найменування факторів	Позначення	Рівні варіювання			Інтервали варіювання
		нижній	середній	верхній	
Температура зовнішньої середовища, °C	X ₁	-18	0	+18	18
Потужність світлового випромінювання, дм	X ₂	1,0	6,25	11,50	5,25
Відстань від джерела випромінювання до поверхні контрольованої запасної частини, мм	X ₃	115	235	355	120

Оптимальна кількість експериментів для визначення невідомих величин рівнянь регресії визначалася за такою формулою $N_e = n_{per} + 2$ де n_{per} - кількість невідомих рівнянь регресії:

$$n_{per} = \frac{(h+2)(h+1)}{2}, \quad (3.1)$$

де h - кількість факторів ($h = 3$).

У таблиці 3.11 представлено матрицю планування експерименту.

Значення факторів були замінені їх нормативним значенням j .

$$j = \frac{(ij - i_j)}{\Delta ij}; \quad j = 1, 3; \quad i_j = \frac{aj + bj}{2}; \quad \Delta ij = \frac{bj - aj}{2}, \quad (3.2)$$

де a і b - відповідно, нижня та верхня межі фактор.

Нормативні значення i_j , розраховані за формулами (3.2) для нижньої, середньої та верхньої меж були такими: $ij^{HF} = -1$; $ij^{CP} = 0$; $ij^{BF} = 1$.

Таблиця 3.11 – Матриця планування повнофакторного експерименту

№	X ₁	X ₂	X ₃
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	-1
5	-1	-1	1
6	1	-1	1
7	-1	1	1
8	1	1	1

При побудові матриці повнофакторного експерименту зберігалися основні властивості повнофакторного експерименту 2^3

Симетричність матриці: сума алгебри елементів вектор-стовпчик для кожного фактора дорівнює нулю:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 0, \quad (3.3)$$

де n – кількість дослідів; i – номер досвіду; j – номер фактор.

Нормованість: сума квадратів елементів вектора-стовпця для кожного фактора дорівнює числу дослідів:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij}^2 = n, \quad (3.4)$$

Ортогональність: сума творів відповідних елементів вектор-стовпців для будь-яких двох факторів дорівнює нулю:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} x_{ik} = 0; i \neq k; i, k = 1, 2, \dots, m \quad (3.5)$$

В результаті вимірювань, дані не відповідають нормативно-технічній документації записувалися в табличні форми (таблиця 3.12).

Таблиця 3.12 - Таблиця відхилень від норми вимірюваних параметрів

Найменування запасних частин	Значення		Ступінь невідповідності, %	Похибка контрольно-вимірювальних	Похибка при вимірі, %
	За науково-технічною	Фактичне			

Трудомісткість контролю якості деталей реєструвалися за формою, представленої в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 - Оцінка трудомісткості контролю

Найменування та марка запасних частин	Механічні вимірні засоби			Автоматизовані засоби вимірювання		
	Число виконавців, од.	Тривалість, хв.	Трудомісткість, люд. год.	Число виконавців, од.	Тривалість, хв.	Трудомісткість, люд. год.

Результати контролю якості запасних деталей сільськогосподарської техніки та порівняльний аналіз механічними, а також автоматизованими засобами вимірювання заносилися в спеціальні табличні форми вигляді картки результатів вимірювань (таблиця 3.14 та 3.15).

Таблиця 3.14 – Картка результатів контролю виробів

Найменування: Контрольований параметр:		
Нормативне значення контрольованого параметра:		
№	Механічні вимірювальні кошти (найменування)	Автоматизовані вимірювальні засоби (найменування)
	(фактичні свідчення результатів вимірів)	(фактичні свідчення результатів вимірів)

Таблиця 3.15 – Порівняльні дані щодо результатів контролю якості виробів сільськогосподарської техніки

Найменування і марка деталей	Об'єм контрольованої партії, од.	Найменування контрольованого параметра	Значення параметра ННД, мм	Результати контролю			
				механічні СІ	автоматизовані СІ	Абсолютна помилка Автоматизованих та механічних СІ в %, Δ бр	Відносна помилка при вимірі в %, Δ та
				брак, од.	придатні, од.	брак, од.	придатні, од.

Виявлення трудомісткості контролю за допомогою автоматизованого вимірювального пристрою з урахуванням організаційного часу здійснюється за результатами хронометражу (таблиця 3.16).

Таблиця 3.16 – Трудомісткості контролю з урахуванням часу на організацію процесу контролю

Вимірюваний параметр	Потрібен час для підготовки контрольованих засобів для початку роботи, хв	Час на вимірювання, хв.	Трудомісткість вимірювань, люд. / год.
----------------------	---	-------------------------	--

Щоб оцінити економічну ефективність контролю якості запасних деталей сільськогосподарських машин необхідно використовувати наступні дані:

вартість існуючих та придбаних засобів контролю і пристроїв; витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання; амортизаційні відрахування на обладнання, ділянок ТО і ремонту, а так ж контролю; зарплата робітникам з нарахуваннями, інші витрати

3.5. Методика дослідження впливу факторів на точність контролю запасних частин сільськогосподарської техніки

3.5.1. Дослідження впливу температурних режимів

Дослідження впливу температури довкілля на точність контролю автоматизованого вимірального пристрою виробляються шляхом визначення температурного поля допуску роботи пристрою.

Сутність процесу визначення температурного поля допуску роботи пристрою полягає у визначенні похибки даних контролю при негативних та позитивних температурах.

Перевірка теоретичних залежностей впливу температури зовнішньої середовища на точність вимірів у лабораторних умовах здійснюється наступним чином:

1. Предмет дослідження контролюється еталонним засобом вимірювання для визначення точних свідчень;

2. Об'єкт дослідження міститься в охолоджувальну камеру на час $t = 30$ хвилин, з температурами охолодження -5°C , -10°C , -17°C , проводиться ряд досліджень при негативних температурах;

3. Об'єкт дослідження міститься в камеру нагріву на час $t = 30$ хвилин, з температурою нагрівання $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+17^{\circ}\text{C}$, $+27^{\circ}\text{C}$, проводиться ряд досліджень при позитивних температурах;

При цьому проводиться хронометраж вимірювань та кожне отримане значення фіксується у картках обліку результатів контролю (таблиця 3.17) і представлено у додатку.

Як предмет дослідження прийняті запасні частини сільськогосподарської техніки; як об'єкт випробування взято засоби вимірювання, що використовуються автоматизованим вимірювальним пристроєм. Вибрана температура дослідження обумовлюється технічними характеристиками засобів контролю та можливими умовами до виробничих вимірів.

Таблиця 3.17 – Картка обліку результатів контролю за впливом температури довкілля на точність свідчень

№ контрольованої запасної частини	Назва засобів вимірювань / Температура-режими вимірювання, °С							
	Ваги лабораторні А5000	Автоматизоване вимірювальне пристрій						
		Оптимальні умови роботи +20°С	-17°С	-10°С	-5°С	+5°С	+10°С	+17°С

В якості охолоджувальної та нагрівальної камери використовувалася камера Korting KSI 8259 F (Рис.) 3.14).



Рис. 3.14 – Загальний вигляд камери нагрівання та охолодження Korting KSI 8259_F

Кількість вимірювань приймалася в таким розрахунком, щоб забезпечити необхідну достовірність одержаних результатів. Вимірювання проводилися з тензометричними вагами, що застосовуються в автоматизованому вимірювальному пристрої. Як еталонний засіб контролю запасних частин по масі взяті лабораторні ваги А5000 (АХІS). Вимірювання інших засобів контролю, що використовуються в автоматизованому пристрої, не проводилися за визначення їх температурного поля допуску роботи прийняті фіксовані значення технічних показників.

Проводилася статистична обробка отриманих результатів та перевірка теоретичної залежності впливу температури на тензометричний метод, результати досліджень наведено в 4 розділі.

3.5.2. Дослідження впливу потужності випромінювання лазерного сканера

Оцінка потужності випромінювання на похибку вимірювань автоматизованого вимірювального пристрою проводиться за методиці порівняння результатів вимірювань з приростом потужності випромінювання 1,25 мВт для триангуляційного методу контролю та з приростом потужності випромінювання в 0,3 мВт, цей фактор варіюється від 1 до 11,5 рівня.

Вимірювання освітленості проводилося із застосуванням фото - і відеокамери, що фіксує видимість світлової лінії в однаковому діапазоні кольорних проявів.

Для вимірювання освітленості задамо максимальний 11,5 рівень, і визначимо значення кольору бітової матриці. Даному рівню відповідає процентний еквівалент – 100%. Далі поступово знижуємо рівень освітленості до 0%, чому відповідає відсутність освітлення, та реєструємо дані в табличну форму (Таблиця 3.18), а так результати представлені в додатку.

Таблиця 3.18 - форма для заповнення картки даних результатів контролю впливу потужності випромінювання на похибку вимірювань

№ досвіду	Відстань до контрольованої поверхні, мм	Освітленість, %	Показання сканера при різних значеннях випромінювання n , рівнів					Похибка вимірів Δ для рівнів випромінювань лазера					
			11,5	8,5	7,5	2,5	1	11,5	8,5	5,5	2,5	1	
1	355												
2	235												
3	115												

Кількість вимірювань приймалася таким чином, щоб забезпечувалася достовірність одержаних результатів. Статистична обробка результатів дослідження виконувалася за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Шляхом проведення лабораторних досліджень побудовано теоретичну і експериментальна крива похибки вимірювань геометричних параметрів запасних частин від потужності випромінювання триангуляційним лазерним сканером Riftek RF-620, зображена в 4 розділі.

3.5.3. Дослідження впливу відстані джерела випромінювання до поверхні контрольованої запасної частини

Визначення впливу відстані від джерела випромінювання до поверхні контрольованої запасної частини проводилося шляхом визначення похибки вертикальних вимірів автоматизованого вимірювального пристрою. У лабораторних умовах дослідження впливу даного фактора проводились при допомозі порівняння отриманих результатів вимірів

Як визначення похибки вимірювань прийнято спеціалізований пристрій (рис. 3.15), сканер закріплюється на основний лінійці інструменту в нульовому положенні, вимірювання проводяться з кроком відстані до контрольованої поверхні 20 мм. Регулювання висоти сканера в автоматизованому вимірювальному пристрої здійснюється при допомозі механізму підйому.

управління яким відбувається за допомогою програмне забезпечення для пристрою. Проводиться серія експериментів з різними значеннями дозволу ПЗЗ-матриці сканера (128, 256, 512 та 1024 т/дюйм²).

Мінімальною відстанню від сканера до контрольованої запасний частини є 115 мм, максимальним – 355 мм.

Результати дослідження заносяться до спеціальних реєстраційних форми (Таблиця 3.19).

Таблиця 3.19 – Картка обліку результатів контролю впливу відстані від джерела випромінювання до поверхні контрольованої запасний частини

№ досвіду	Відстань до контрольованої поверхні, мм	Дозволи ПЗЗ-матриці сканера, т/дюйм ²	Показання сканера трьох асатів серії Z			Похибка вимірів Δ	
			1	2	3	2	3
10	115						

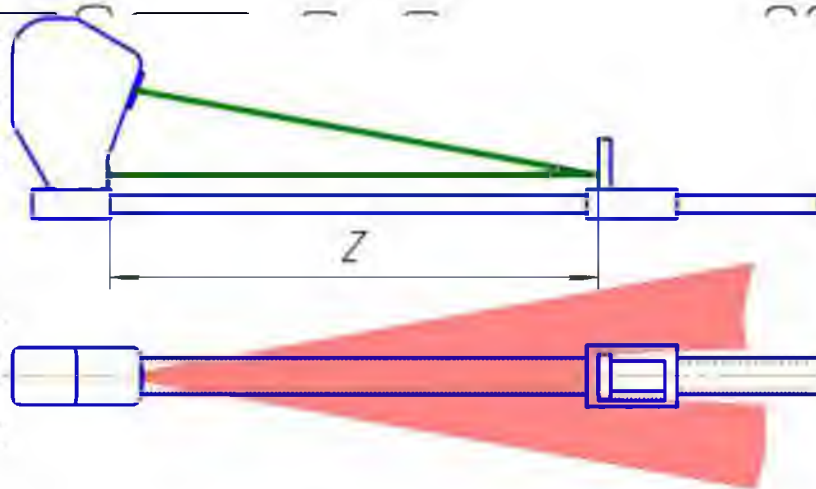


Рис. 3.15 – Спеціалізований пристрій для визначення похибки відстані від сканера до контрольованої поверхні

Обробка результатів лабораторних досліджень впливу відстані між джерелом випромінювання та контрольованим об'єктом дозволила побудувати експериментальну криву наведеною в 4 розділі.

3.5.4. Методика виробничих випробувань

Виробничі експериментальні дослідження проводились з метою виявлення

додаткових факторів, які приймаються як умов реального виробництва та впливають на результати вимірювань, а так ж порівняння механічних та автоматизованих засобів контролю якостей, для виявлення недоліків автоматизованих електронних коштів.

Для виявлення цих факторів запровадимо поправочні коефіцієнти, змінюють показання вимірів. Головним завданням при експериментальному дослідженні є визначення поправочних коефіцієнтів. Поправочний коефіцієнт для автоматизованого вимірювального пристрою буде визначатися за рівняння:

$$N_{AIV} = N_T N_0 N_N N_{VIB} N_{ЗАГР} N_{ОСВ} N_{ТУ}, \quad (3.6)$$

де N_T – коефіцієнт впливу температури зовнішнього середовища виробничих умовах; N_0 – коефіцієнт впливу швидкості сканування запасної частини; N_N – коефіцієнт впливу потужності випромінювання електронних засобів контролю автоматизованого вимірювального пристрою; N_{VIB} – коефіцієнт впливу вібрації столу автоматизованого вимірювального пристрої; $N_{ЗАГР}$ – коефіцієнт впливу забрудненості поверхні контрольованої запасної частини; $N_{ОСВ}$ – коефіцієнт впливу освітленості робочого місця; $N_{ТУ}$ – коефіцієнт впливу точної установки деталі кріпильному пристосування.

Для визначення коефіцієнтів проводились дослідження з застосуванням необхідного обладнання (таблиця 3.20).

Таблиця 3.20 – Устаткування, необхідне фіксації досліджуваних виробничих факторів

№ п/п	Найменування досліджуваного фактор А	Обладнання для дослідження факторів
1	Температура зовнішньої середи	Термометр ІТЖ-М5
2	Швидкість сканування	Секундомір механічний СоС 26-2000
3	Потужність випромінювання	Лабораторна встановлення
4	Вібрації	Віброметр К-1
5	Забрудненість поверхні деталі	Лупа-4x
6	Освітленість	Лабораторна встановлення
7	Установка деталі у кріпильному пристрої	Датчик початкового положення LS-5
8	Відстань від сканера до поверхні дослідження	Спеціалізоване пристрій для визначення похибки вимірювань

Після того, як умови виробничого експерименту зафіксовані, проводився ряд вимірів, спрямований на виявлення коефіцієнта різниці виробничих та лабораторних досліджень.

$$H_{AIV} = \frac{\sum_{i=1}^8 \Delta r_{i\text{лаб}}}{\sum_{i=1}^8 \Delta r_{i\text{проізн}}}, \quad (3.7)$$

де $\Delta r_{i\text{лаб}}$ - похибка лабораторних вимірювань, мм.; $\Delta r_{i\text{проізн}}$ - похибка виробничих експериментів, мм.

Отримані результати виробничих досліджень порівнювали з даними лабораторних експериментів і заносилися до спеціальної табличної форми (таблиця 3.21).

Таблиця 3.21 - Результати контролю у виробничих умовах

№ досвіду	Фіксовані свідчення умов виробничого експерименту / лабораторних досліджень	Показання автоматизованого вимірального пристрою для досвіду			Похибка вимірів Δ
		1	2	3	
Контрольований об'єкт – піввісь переднього мосту 52-2308065 Контрольований параметр - маса					
	H_T H_{VIB} $H_{ЗАГР}$				
Контрольований об'єкт – піввісь переднього мосту 52-2308065 Контрольований параметр – хімічний склад деталі					
	H_T H_v H_N H_{VIB} $H_{ЗАГР}$ $H_{ОСВ}$ $H_{ТУ}$				
Контрольований об'єкт – піввісь переднього мосту 52-2308065 Контрольовані геометричні параметри D_p – діаметр під роликопідшипник					
	H_T H_c H_N H_{VIB} $H_{ЗАГР}$ $H_{ОСВ}$ $H_{ТУ}$				
H_{III} – товщина шліцевого з'єднання					
	H_T H_c H_N H_{VIB} $H_{ЗАГР}$ $H_{ОСВ}$				

Отримані дані досліджень порівнюються, дається висновок по поправочному коефіцієнту та похибки вимірювань автоматизованим вимірювальним пристроєм.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАПАСНИК ЧАСТИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

4.1. Результати дослідження факторів, що впливають на точність автоматизованого вимірювального пристрою

Проведено експериментальні дослідження впливу факторів на точність автоматизованого вимірювального пристрою в лабораторних і виробничих умовах.

Дослідження впливу потужності світлового випромінювання триангуляційного лазерного сканера Riftek RF 620 дозволили отримати експериментальну криву, представлену на рис. 4.1.

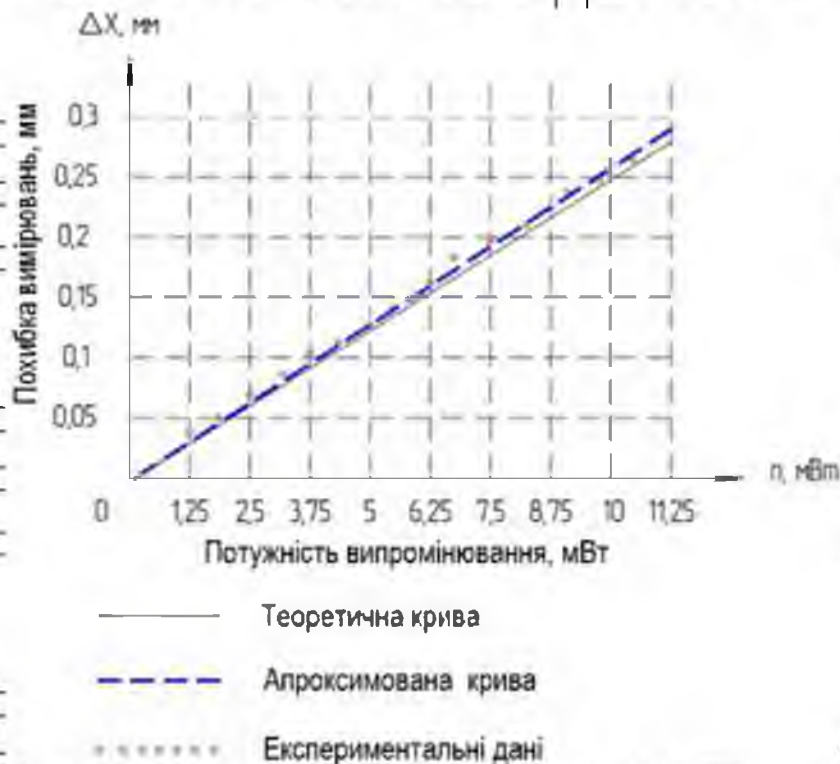


Рис. 4.1 – Теоретична та експериментальна криві залежності похибки контролю геометричних параметрів запасних виробів від потужності випромінювання триангуляційним лазерним сканером Riftek RF 620

Рівень потужності випромінювання сканера варіюється від 0 до 11,25 мВт. На рис. 4.2 представлено зображення лазерної ширини за різних P вийх.



Рис. 4.2 – Зображення лазерної ширини інтенсивності потужності триангуляційного сканера: а – рівень 1 мВт б – рівень 11,2 мВт

Проведені експериментальні дослідження виявили, що при збільшенні потужності світлового випромінювання похибка даних збільшується, це наочно демонструє отримана експериментальна крива (рис. 4.1). Багаторазові експериментальні дослідження різних комбінацій рівнів потужності випромінювання сканера дозволили визначити оптимальну потужність, що дорівнює 1,5 мВт. За такої потужності випромінювання похибка отриманих даних зводиться до мінімальних значень до 0,01 мм.

Отримані дані дозволили визначити залежність точності вимірювань геометричних параметрів від ширини випромінюваної лінії (Рис. 4.3)

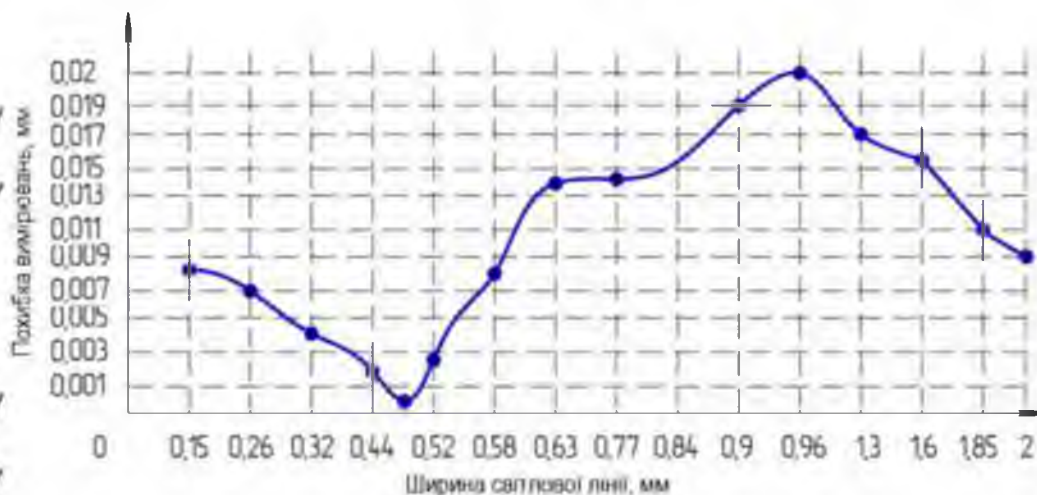


Рис. 4.3 – Залежність точності вимірювань від ширини випромінюваної лінії

При збільшенні ширини світлової лінії похибка даних суттєво змінюється. Мінімальна похибка даних є при 0,5 мм ширини світлової лінії. Така ширина

світлової лінії відповідає 1,52 мВт

На рис. 4.4 показано зображення дослідження впливу потужності випромінювання на точність показань автоматизованого вимірювального пристрою.



Рис. 4.4 – Зображення дослідження потужності випромінювання автоматизованим вимірювальним пристроєм

а – рівень 1,5 мВт; б - рівень 6,3 мВт

Слід зазначити, що довжина світлового випромінювання значно більша, ніж контрольований об'єкт, це видно на рис. 4.6, у зв'язку з чим при дослідженнях за допомогою спеціального комп'ютерного забезпечення вводилися обмеження довжини, що відповідають вимірюваному параметру (рис. 4.5).

Обмеження області досліджень



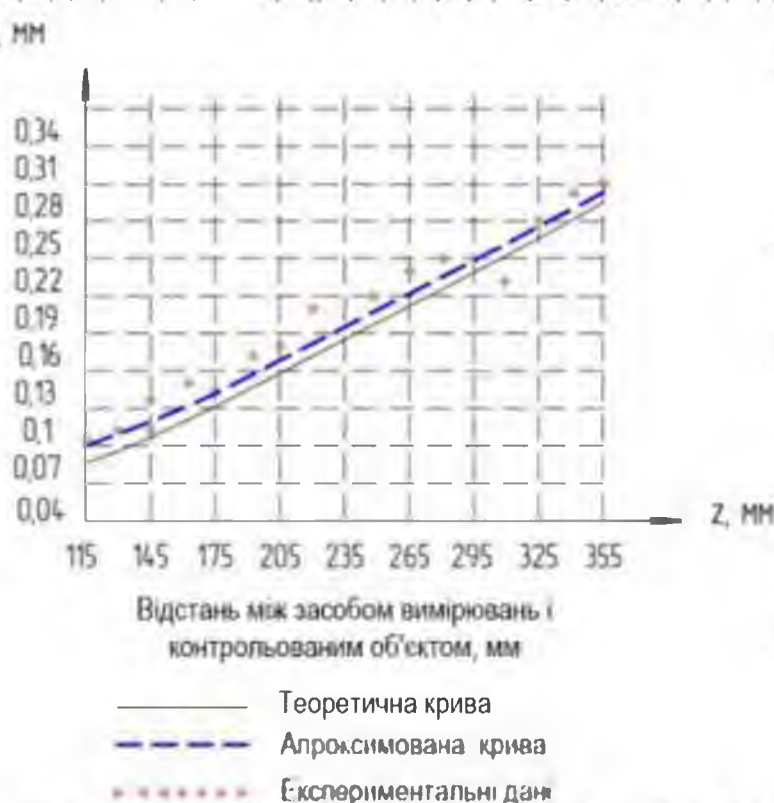
Рис. 4.5 – Зображення обмеження області дослідження довжини лазерного випромінювання при допомозі спеціальної програми «Automated measuring»

device»

НУБІП України

Наступним фактором важливості є відстань між джерелом випромінювання та контрольованої запасної частини. Залежність точності вимірів від відстані між джерелом випромінювання та контрольованої запасної частини представлена на рис. 4.6.

НУБІП України



НУБІП України

НУБІП України

НИ

НИ

Рис. 4.6 Залежність похибки вимірювань відстані між джерелом випромінювання та контрольованим об'єктом

НУБІП України

Отримані дані в результаті математичного розрахунку показують, що апроксимована крива близька до теоретичної кривою. У залежності від умов роботи в виробництва коефіцієнт кореляції становить $K_r = 0,98$.

НУБІП України

Статистичний аналіз даних, отриманих в результаті дослідження показує, що похибка вимірювань зі збільшенням відстані від джерела випромінювання до контрольованого об'єкта значно зростає. (70)

НУБІП України

Оптимальною відстанню є 115 мм. В зв'язку з цим подальші дослідження проводилися з виявленняю оптимальною відстанню для отримання найбільшої

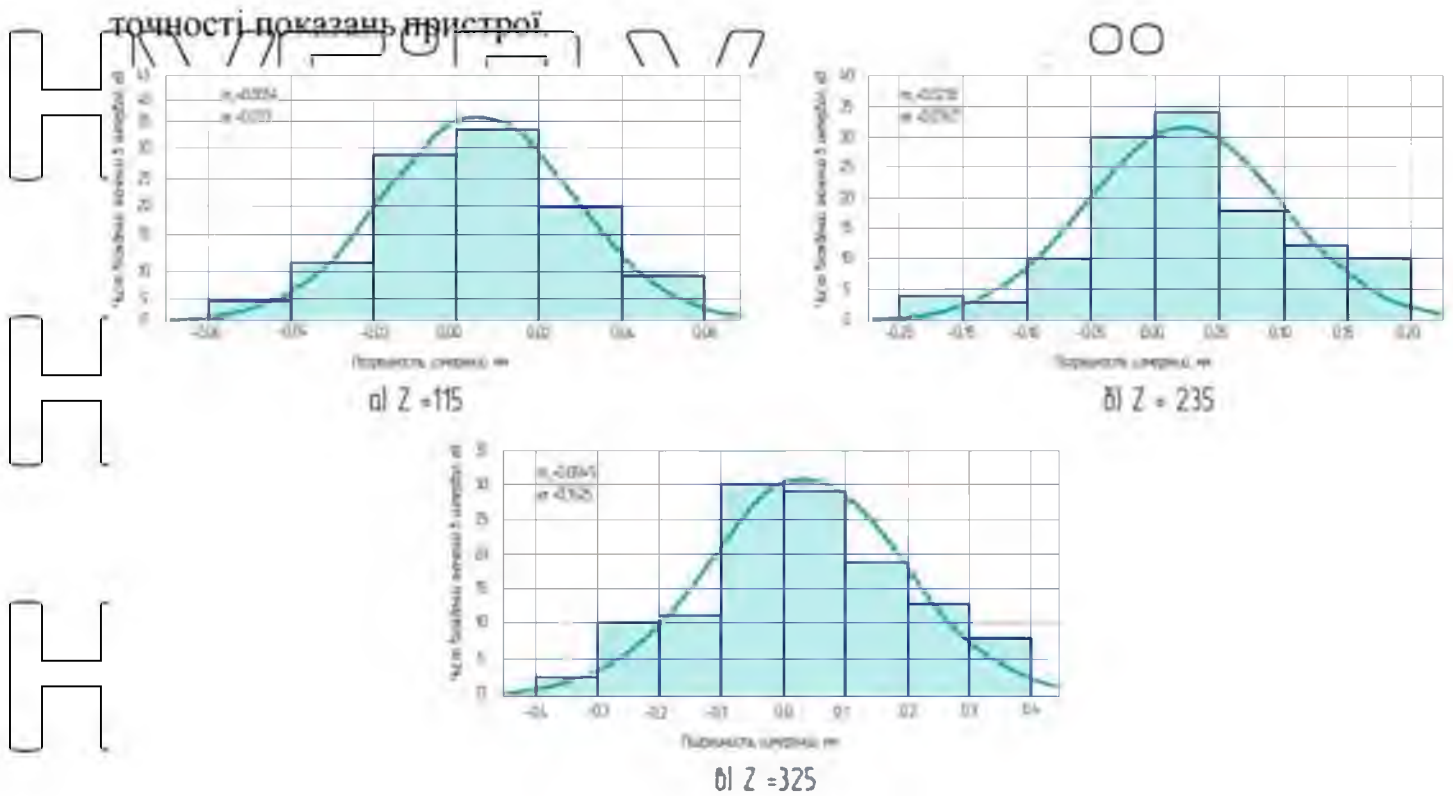


Рис. 4.7 – Розподіл похибки вимірів автоматизованим вимірювальним

пристроєм до контрольованої поверхні запасної частини

Статистична достовірність для $Z = 115, 235$ та 325 мм відповідно дорівнює $0,957, 0,902$ та $0,854$, це підтверджує вибір оптимального відстані.

На рис. 4.8 представлено залежність ймовірності помилки контролю між джерелом випромінювання та контрольованим об'єктом.



Рис. 4.8 – Залежність ймовірності помилки контролю між джерелом

випромінювання та контрольованим об'єктом

З рис. 4.8 видно, що робочий діапазон сканера, при якому ймовірність помилки менше 5%, становить перші 35%, для застосовуваного сканера це

проміжок від 115 мм до 180 мм.

За отриманими результатами вивчення впливу фактора відстані між джерелом випромінювання та контролюваною запасною частиною зроблено наступні висновки:

1 – теоретична пряма залежність найближча до експериментальної залежності, коефіцієнт кореляції складає $K_r = 0,9753$;

2 – для триангуляційного лазерного сканера Рифтек RF 620 оптимальний робочим діапазоном від вихідного вікна лазера є від 115 мм до 180 мм;

3 – похибка вимірювань становить 5 мкм, роб. діапазон сканера є 8,6-22,7 мм;

4 – фактори, що впливають у виробничих умовах збільшують ймовірність помилки вимірів на 6-7,5 %.

Одним із основних факторів є вплив температури зовнішньої середовища. Дослідження впливу даного фактора проводились відповідно з методикою, поданою в розділі 3.

Отримана крива експериментальних даних впливу температури довікліла на точність показання даних тензометричних ваг представлена на рис. 4.9.

Як нормальні умови роботи прийнята температура $t = 20^\circ\text{C}$. З графіка (рис.

4.9) видно, що при зменшенні температури -10°C (виходячи із нормальних умов

$t = 30^\circ\text{C}$), показання ваг збільшувалися на 0,02 кг. При зменшенні температури на -18°C (виходячи з нормальних умов $t = 38^\circ\text{C}$) показання збільшувалися на 0,04 кг.

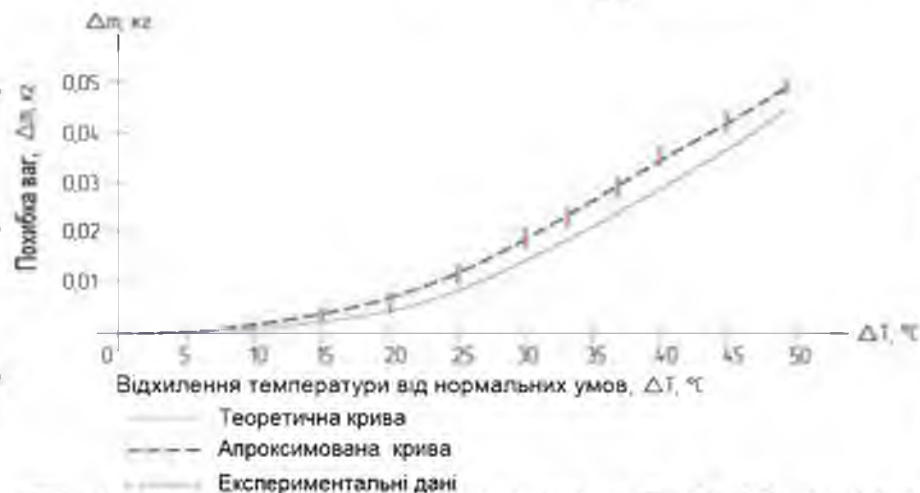


Рис. 4.9 – Теоретична та експериментальна криві залежності похибки

вимірювань масі запасних частин від зовнішньої температури середи.
 Дослідження впливу температури довкілля на точність рентгено-
 флуоресцентного та триангуляційного методів не проводилися, за їх основні
 температурні режими роботи взято показання з технічних вимог.

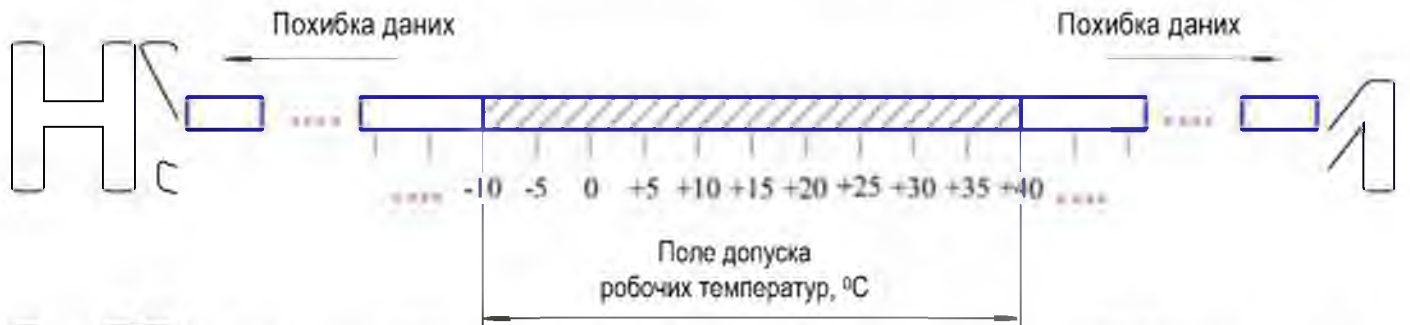


Рис. 4.10 – Діапазон температурних режимів в роботі автоматизованого вимірювального пристрою

В результаті досліджень зроблено такі висновки щодо роботи автоматизованого вимірювального пристрою в лабораторних і виробничих умовах: оптимальними режимами роботи пристрою є від -10 до +40 °C (рис. 4.10). контроль за межами оптимальних роботи слід здійснювати з поправним коефіцієнтом $t_{п.коэф.} = -0,02$ кг, понад -10 °C понад -18 °C $t_{п.коэф.} = -0,04$ кг.

4.2. Результати контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки у виробничих умовах

Виробничі випробування автоматизованого вимірювального пристрою проводилися з метою виявлення його недоліків, які дозволили зробити певні висновки щодо роботи пристрою та на основі цих висновків дати рекомендації як розробку автоматизованих засобів контролю якості запасних деталей сільськогосподарських машин.

Дослідження проводились на підприємствах технічного сервісу з ділянками контролю якості запасних частин (Рис. 4.11).

Отримані у виробничих умовах експериментальні дані реєструвалися, аналізувалися та статистично оброблялися.



Рис. 4.11 – Контроль якості запасних частин у виробничих умовах

Внаслідок контролю автоматизованим вимірювальним пристроєм маси досліджуваних запасних частин виявлено, що деталі типу вал не відповідають своїй масі, а також 6 деталей типу піввісь і 5 деталей типу шестерня не відповідають заданій масі, це наочно демонструють графіки розподілу мас деталей (Рис. 4.12-4.14).

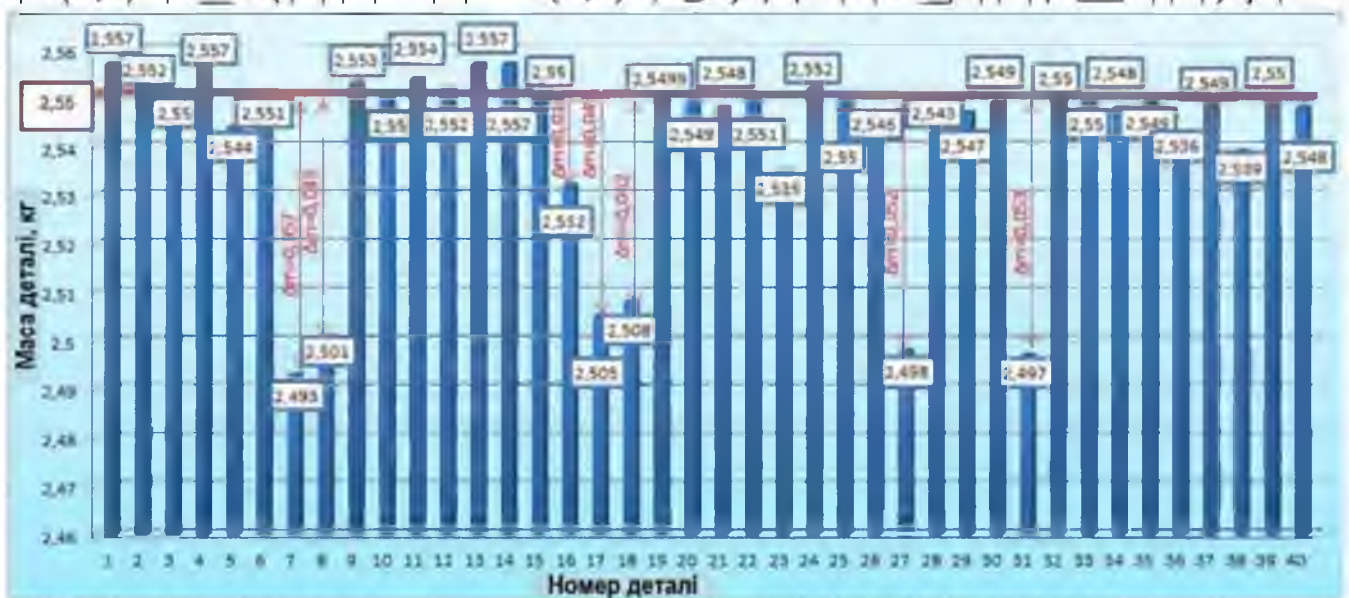


Рис. 4.12 – Результати контролю маси деталей типу вал

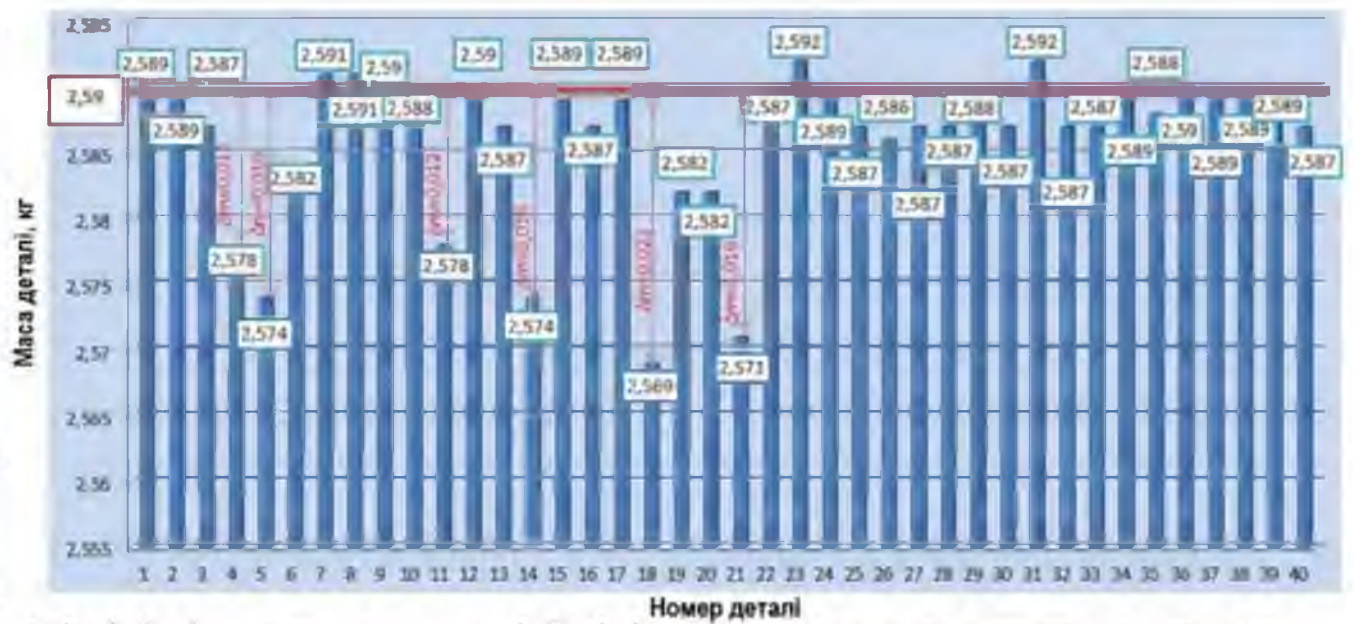


Рис. 4.13 – Результати контролю маси деталей типу піввісь



Рис. 4.14 – Результати контролю маси деталей типу шестерня

За наслідками контролю маси запасних частин сільськогосподарської техніки автоматизованим вимірювальним пристроєм виявлено 19 запасних частин, що не відповідають вимогам. Це говорить про ніж можливість відхилення за геометричними параметрами та невідповідністю фізико-механічним властивостям матеріалу.

Подальше дослідження фізико-механічних параметрів (рис. 4.15) виявили у 15% деталей типу вал відхилення за умінням складом матеріалу та невідповідності по марці сталі.



Рис. 4.15 – Контроль хімічного складу матеріалу

Масова частка елементів: С середньому менше на 0,16%, Si на 0,20%, Mn - 0,47% та інших від номінального значення (рис. 4.16).

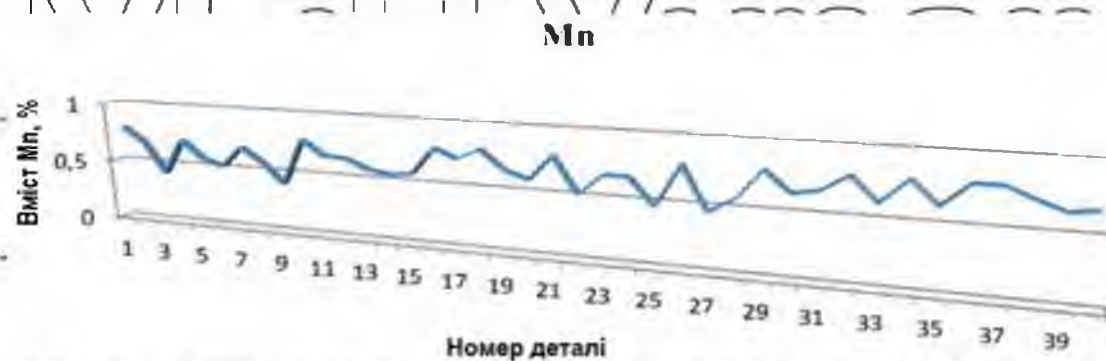
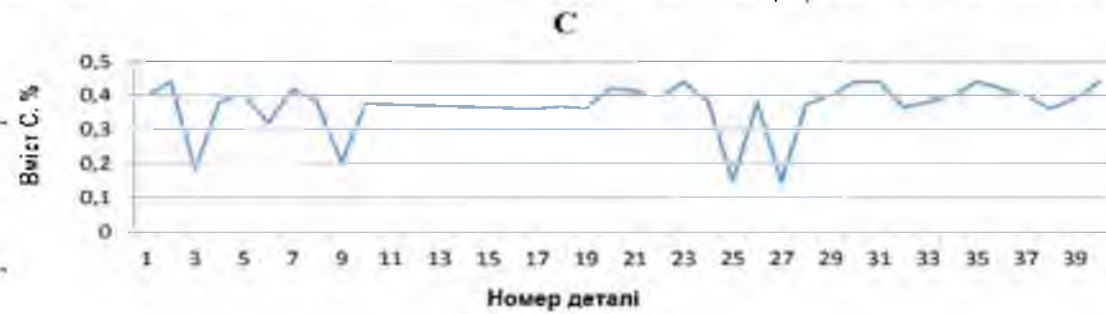


Рис. 4.16 – Результати контролю хімічного складу матеріалу деталей типу шестерня

На рис. 4.17 зображено відсоткове співвідношення марок сталі у досліджуваних деталях



Рис. 4.17 – Результати контролю марки сталі досліджуваними деталями

За даними контролю хімічного складу матеріалу у невідповідних деталях (18% від усіх проконтрольованих запасних частин) визначено марка сталі Ст3. У порівнянні зі сталлю 40X, у сталі Ст3 значно менше значення міцності матеріалу, тому дана сталь часто застосовується несумлінними виробниками для заміни якісної легированої сталі з метою вдешевлення продукції.

Контрольовані геометричні параметри досліджуваних деталей автоматизованим вимірювальним пристроєм виявив у 40% деталей типу шестерні відхилення в діаметрі під роликотідшипник та у 7,5% деталей типу шестерні відхилення за товщиною шліців (рис. 4.18, 4.19).

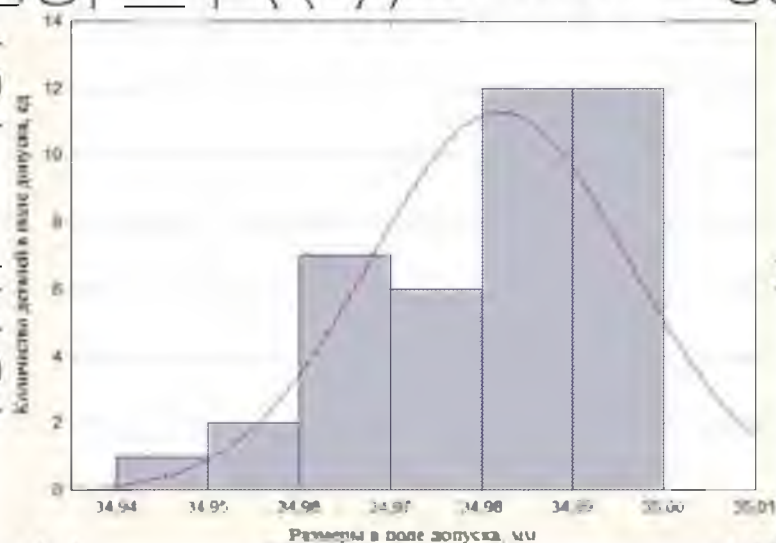
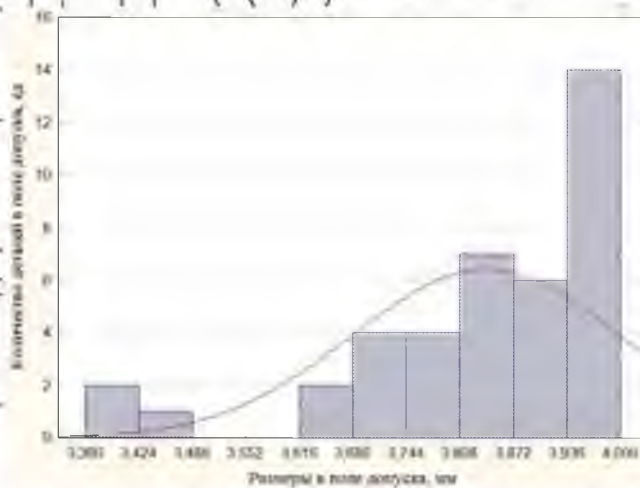


Рис. 4.18 – Розподіл розмірів деталей типу шестерня у полі допуску, при діаметрі під роликотідшипник

контролі автоматизованим вимірювальним пристроєм



товщина шліців

Рис. 4.19 – Розподіл розмірів деталей типу шпестерня у полі допуску, при контролі автоматизованим вимірювальним пристроєм

Таким чином, контроль запасних частин у виробництві з допомогою

автоматизованого вимірювального пристрою виявив у досліджуваних деталей

24% браку від сумарної кількості проконтрольованих деталей (120) од.). на рис. 4.20 зображено кількість бракованих запасних частин по досліджуваним параметрам, виявленим у виробничих умовах.

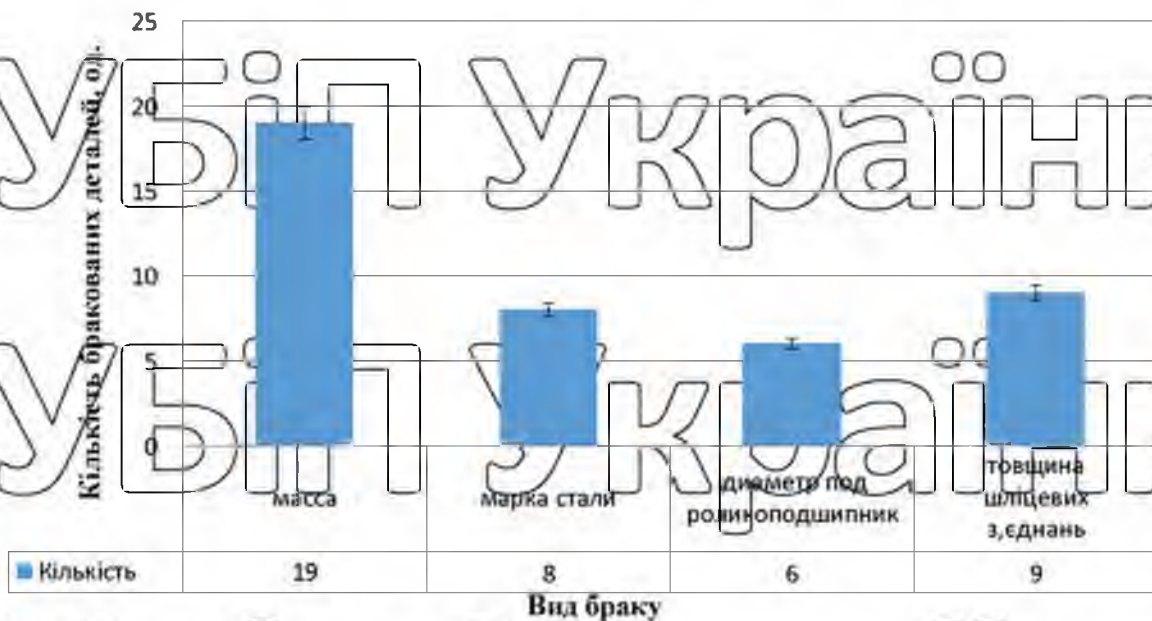


Рис. 4.20 – Результати контролю запасних частин у виробничих умовах автоматизованим вимірювальним пристроєм

За результатами контролю у виробничих умовах зроблено наступні висновки:

1). великий вплив у виробничих умовах мають такі фактори, як: вібрація, освітленість, запиленість повітря;

2). основним недоліком автоматизованого вимірювального пристрої є відсутність контролю твердості матеріалу;

3). виявлено 24% бракованих деталей із 120 типів запасних частин;

4). основним браком є невідповідність хімічному складу матеріалу та марки сталі - 18% браку та невідповідність деталей типу шестерня по діаметру під ролик підшипник 10%;

5). у бракованих деталях визначено марку сталі Ст3, що говорить про істотно менших характеристиках міцності сталі;

6). відхилення за масою запасних частин говорить про невідповідність інших параметрів, контроль маси дозволить зменшити час на контроль інших параметрів.

4.3. Рекомендації щодо розробки автоматизованого вимірювального пристрої

Розробка автоматизованого вимірювального пристрою виготовляється за принципом комплектування електронних контрольних засобів з максимальною точністю контролю та великим обхватом контрольованих параметрів при збереженні цінової доступності пристроїв.

Точність вимірювань засобів контролю визначається фізико-механічними та геометричними параметрами запасних частин.

Необхідна точність вимірювань досліджуваних запасних частин знаходиться у межах від 0,005 до 0,1 мм.

У зв'язку з конструкцією автоматизованого вимірювального пристрої, не передбачено контролю такого фізико-механічного параметра, як твердість матеріалу. Контроль твердості матеріалу є його важливою характеристикою. За

визначенням значення твердості можна судити і про інших механічних характеристиках матеріалу, таких як межа пружності σ , модуль пружності E , межа пропорційності L , межа текучості B , ударний в'язкості KCU та ін. Тому доцільно контролювати твердість матеріалу, застосувавши портативний твердомір. Аналіз портативних твердомірів виявив, що найбільш високою точністю і надійністю мають динамічні твердоміри типу TH (Рис. 4.22).



Рис. 4.22 - Динамічний твердомір TH-130

Кріплення твердоміра в автоматизованому вимірювальному пристрої необхідно здійснювати за допомогою маніпулятори.

Кріплення загасної деталі в автоматизованому вимірювальному пристрої здійснюється за допомогою швидкороз'ємних пристроїв, однак дані пристрої дозволяють тільки вручну здійснювати поворот деталей. Для автоматизації цього процесу пропонується використовувати кріпильні пристрої, обладнані електромотором. У зв'язку з різними видами контрольованих деталей та їх різних розмірів для підвищення багатofункціональності кріпильні пристрої повинні регулюватися як автоматично, так і механічно (Рис. 4.23).

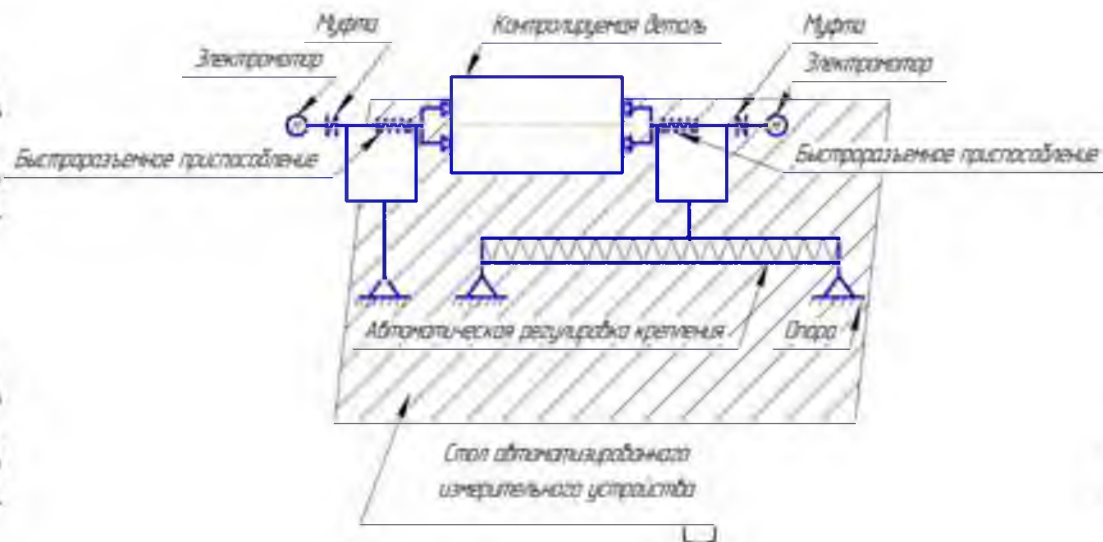


Рис. 4.23 – Приклад кріплення пристрою

Для повної автоматизації процесу контролю запасних частин автоматизованим вимірювальним пристроєм пропонується використувати руку – маніпулятор, яка дозволить запасні частини, що пройшли розпакування і первинний огляд, автоматично встановлювати в автоматизоване вимірювальне пристрій і аналогічним чином знімати з установки дані деталі (Рис. 4.24).

Автоматизированное измерительное устройство

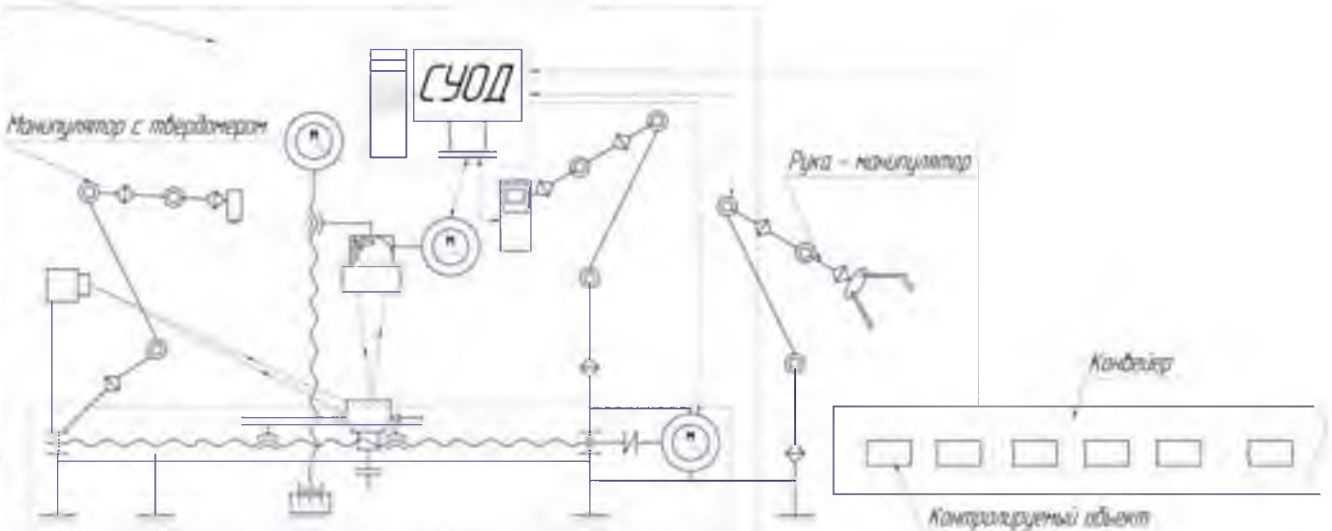


Рис. 4.24 – Варіант удосконаленої конструкції автоматизованого вимірювального пристрою

Управління всіма компонентами пристрою буде здійснювати спеціаліст з контролю якості за допомогою спеціальної програми системи управління обробки даних.

Таким чином, запропонована вдосконалена конструкція автоматизованого вимірювального пристрою (рис. 4.24), дозволить повністю автоматизувати процес контролю фізико-механічних (визначення хімічного складу матеріалу та марки сталі, маси запасної частини) та геометричних параметрів запасних деталей сільськогосподарських машин, це повністю виключить вплив людського фактора на процес контролю. Залежно від розв'язуваних завдань, шляхом нескладних маніпуляцій будь-який електронний компонент пристрою можна замінити іншим з швидкозміняним кріпленням.

4.4. Проектування технології контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки із застосуванням автоматизованого вимірювального пристрою

Проведені дослідження дозволяють створити технологію контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки. Автоматизація технології контролю якості починається з планування послідовності операцій на контроль та закінчується розстановкою обладнання на робітником місці.

Основні етапи проектування технології контролю якості полягають у наступному:

1. Проектування ділянки контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки;
2. Аналіз даних про несправності сільськогосподарських машин або запасних частин цієї модифікації;
3. Аналіз та вивчення документації на запасні частини;
4. Вивчення та аналіз положень, технологічних карт та інших керівних документів щодо контролю якості;
5. Визначення вибірки контрольованих запасних частин;
6. Визначення контрольованих параметрів;
7. Вибір контрольно-вимірювального обладнання;
8. Створення технологічних карт проведення вхідного контролю якості.

Необхідні умови технологічного маршруту: для скорочення часу на перевстановлення обладнання на нову деталь необхідно комплектувати контрольовані вироби на кшталт; спочатку необхідно контролювати ті параметри, які передбачають малу складність контролю, виявлення браку і безперечну відбраковування, після цього слід приступати до контролю інших параметрів.

Для контролю якості запасних виробів сільськогосподарських машин доцільно виділити спеціальну зону в цеху передпродажного обслуговування

машин.
 Прийнято типовий сервісний центр сільськогосподарської техніки з
 ділянкою контролю якості запасних деталей сільськогосподарських машин (Рис
 4.26).

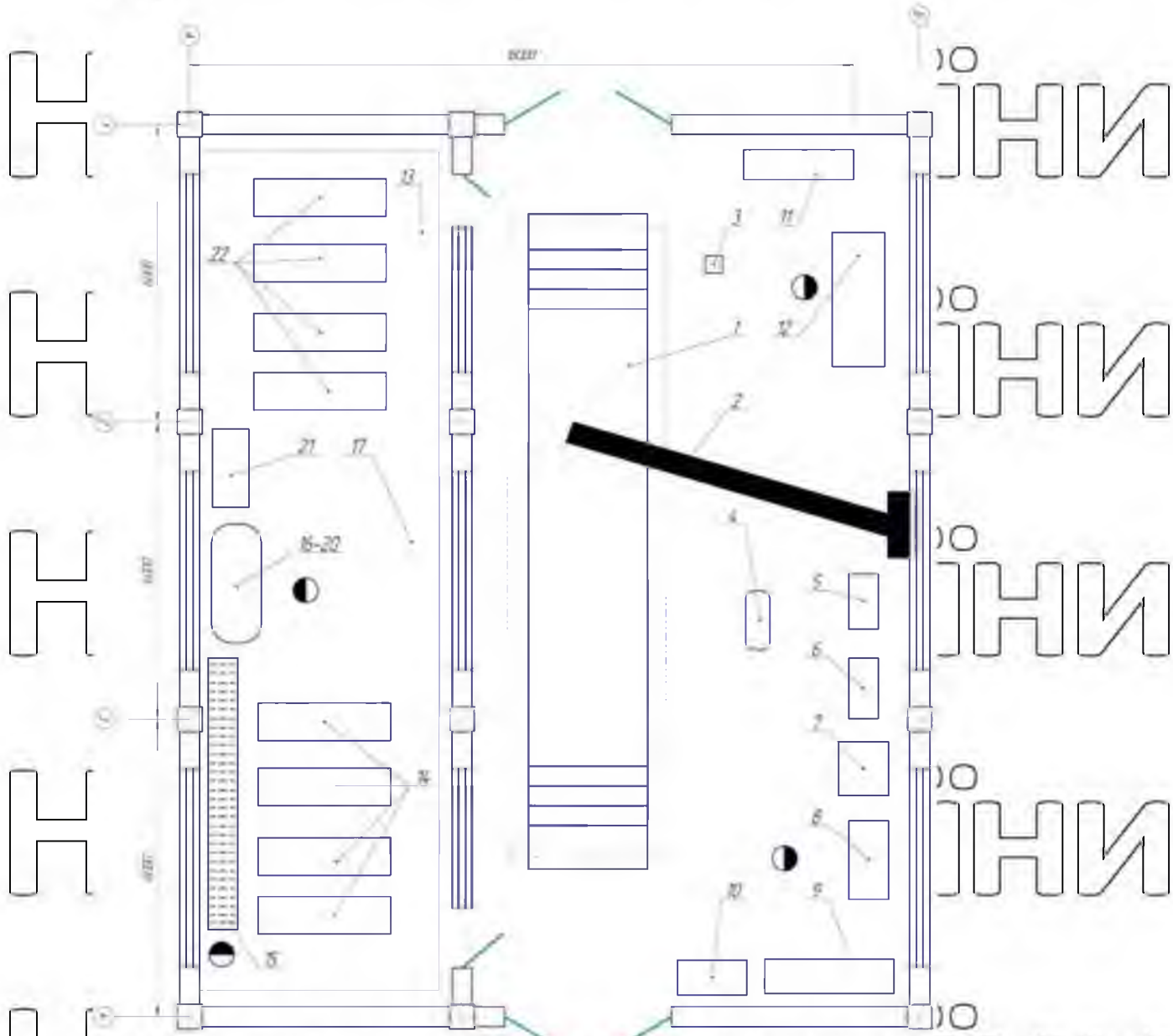


Рис. 4.26 – Типовий сервісний центр сільськогосподарської техніки з ділянкою контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки

Склад обладнання ділянки наведено у таблиці 4.1
 Таблиця 4.1 – перелік обладнання типового сервісного центру

сільськогосподарської техніки з ділянкою контролю якості сільськогосподарських машин та запасних деталей до рис. 4.26.

Позначення	Устаткування	Марка обладнання
1	Оглядова яма	—
2	Витяжне пристрій	УВВГ
3	Компресор пересувний	С-400 М
4	Авто мийна	Karcher K7 Compact
5	Шафа для зберігання обтиральних матеріалів	ОРГ-18115
6	Комплект пристроїв та інструментів	КІ-28058
7	Верстак слюсарний	НД
8	Стелаж для інструменту	—
9	Шафа для зберігання мастильних матеріалів	ОРГ-18115
10	Прилад для перевірки світла фар	ОПК
11	Прилад перевірки гальмівних систем	«ВФект»
12	Стелаж для інструменту	—
13	Ділянка контролю якості запасних частин	—
14	Стелаж для зберігання непроконтрольованих запасних частин	—
15	Стрічковий конвеєр	ЛК
16	Секундомір механічний	СОСпр-26-2-000-П
17	Штангенциркуль	ШЦ-1-150
18	Мікрометр	МК 25-50 кл.1
19	Ключі динамометричні	КД-14-19; КД-32-31
20	Автоматизоване вимірювальний пристрій	АВП
21	Стелаж для бракованих запасних частин	—
22	Стелаж для деталей, що пройшли контроль	—

Дослідження впливу факторів на точність контролю автоматизованим вимірювальним пристроєм дозволили визначити умови, необхідні для оптимальної роботи пристрою. Необхідно забезпечити мінімальну забрудненість довкілля ділянки на виробництво, максимальне зменшення вібрацій, оптимальну освітленість робітника місця і об'єкта, і дотримуватися вологості повітря, а також робочі температури ділянки.

Таким чином, дослідження процесу контролю якості запасних частин з використанням автоматизованого вимірювального пристрою дозволяють запропонувати рекомендації щодо оснащення служб контролю якості сучасними автоматизованими засобами вимірювання та підвищити точність контролю.

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ ТЕХНІКИ

Економічна оцінка заходів щодо вдосконалення методів та коштів контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки проводилася шляхом розрахунку ефективності нової технології контролю якості деталей на прикладі запасних частин груп трансмісії із застосуванням автоматизованого вимірювального пристрою.

Головним завданням підвищення ефективності вдосконалення методів і засобів контролю якості запасних частин, а також планування контролю якості є збільшення продуктивності та точності вимірювань, це все може привести до зменшення витрат від простою сільськогосподарських машин і можливих втрат урожаю при виявленні несправностей за можливим перепусток бракованих запасних деталей.

Вихідні дані визначення економічної ефективності наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані для визначення економічної ефективності

№ п/п	Найменування	Позначення	Од. змін.	Значення
1	Запасні частини	$N_{\text{зап. частина}}$	од.	4500
2	Імовірність заводського браку	$V_{\text{з. браку}}$	-	0,4
3	Наявність нормативно-технічної документації	$M_{\text{НТД}}$	-	0,2
4	Забезпеченість фахівцями з контролю	$U_{\text{чол}}$	-	1
5	Рівень кваліфікації фахівців з контролю	$W_{\text{кваліф.}}$	-	0,60
6	Забезпеченість засобами вимірювання	$Y_{\text{с.}}$	-	0,4
7	Балансова вартість обладнання ділянки вхідного контролю якості	$C_{\text{об.б}}$	тис. грн.	47,4
9	Вартість автоматизованого вимірювального пристрою	$C_{\text{АНУ}}$	тис. грн.	2135
8	Годинна тарифна ставка фахівця з контролю	$L_{\text{тариф.стк.}}$	грн./год.	250
10	Амортизаційний період експлуатації контактних вимірювальних коштів	$E_{\text{А.к}}$	років	6
11	Амортизаційний період експлуатації автоматизованого вимірювального пристрою	$E_{\text{а.АНУ}}$	років	12
12	Номінальний річний фонд часу обладнання	$\Phi_{\text{н.о}}$	ч./рік	1988

У таблиці 5.2. представлені розрахункові значення трудомісткостей для механічних та автоматизованих засобів вимірювання

Таблиця 5.2 - Розрахункові значення складових трудомісткості вимірювань

№ п/п	Найменування	Позначення	Од. змін.	Значення	
				Контактні засоби вимірювання	Автоматизований вимірювальний пристрій
1	Трудомісткість калібрування приладу вимірювання	$T_{\text{кал}}$	с.	2	5
2	Трудомісткість контролю одного профілю	T_1	с.	9	0,00095
3	Трудомісткість установки запасної частини	$T_{\text{уст.д.}}$	с.	30	7
4	Трудомісткість установки деталі на новий розмір	$T_{\text{н.р.}}$	с.	30	3

Сумарна трудомісткість контролю партій деталей складе:

$$T = T_{\text{кал}} + Q_{\text{п}}(T_1 \cdot \Sigma n_{\text{пi}} + T_{\text{уст.д.}} + T_{\text{н.р.}} \cdot r_{\text{уст}}), \quad (5.1)$$

де: $T_{\text{кал}}$ - трудомісткість калібрування приладу, с.; $Q_{\text{п}}$ - обсяг партій запасних частин сільськогосподарської техніки, шт; T_1 - трудомісткість контролю одного профілю, с.; $n_{\text{пi}}$ - кількість профілів для контролю i поверхні; $T_{\text{уст.д.}}$ - трудомісткість установки запасної частини, с.; $T_{\text{н.р.}}$ - трудомісткість установки деталі на новий розмір, с. $T_{\text{н.р.}}$;

$r_{\text{уст}}$ - коефіцієнт установок.

Число вимірів для однієї запасної частини при заводському бракові в 40% буде одно 8. Обсяг вибірки запасних частин становив 2576 деталей, їх 950 деталей типу вал, 854 деталей типу шестерня, 772 деталей типу піввісь.

Для контактних засобів виміру трудомісткість контролю партій деталей складе:

$$T = 2 + 2576(9 \cdot 9 + 30) = 285938 \text{ с.}$$

Для автоматизованих засобів вимірювання трудомісткість контролю партій деталей складе:

$$T = 5 + 2576(0,0009 \cdot 8 + 7 + 3 \cdot 3) = 41240,5 \text{ с.}$$

Собівартість контролю якості запасних частин визначається за формулі:

$$C_{\text{к.к.зап.ч.}} = \left(\frac{L_{\text{тар.ст.к.}}}{3600} + \frac{C_{\text{с.ізм.}}}{3600 \cdot E_{\alpha} \cdot \Phi_{\text{до}}} \right) \cdot T$$

де: $L_{\text{тар.ст.в.}}$ - годинна тарифна ставка спеціаліста з контролю, грн./год.;

$C_{\text{с.ізм.}}$ - вартість засобів вимірювань, грн.; E_a - амортизаційний період коштів вимірювань, років.; $F_{\text{НО}}$ - номінальний річний фонд часу коштів вимірів, год.

Собівартість механічних (контактних) вимірювальних приладів складе:

$$C_{\text{к.к.зап.ч}} = \left(\frac{250}{3600} + \frac{47400}{3600 \cdot 6 \cdot 1988} \right) \cdot 285938 = 20171,3 \text{ грн.}$$

Для автоматизованих засобів контролю якості запасних частин собівартість складе:

$$C_k = \left(\frac{250}{3600} + \frac{2135000}{3600 \cdot 12 \cdot 1988} \right) \cdot 41240,5 = 3895 \text{ грн.}$$

З розрахунку собівартості видно, що собівартість контролю якості деталей контактними засобами вимірювання більш ніж у 4 рази вище за собівартість автоматизованим вимірювальним пристроєм та становить 8 грн. 60 копійок на одну запасну частина.

У таблиці 5.3 наведено витрати на впровадження технології з застосуванням автоматизованого вимірювального пристрої.

Таблиця 5.3 Витрати використання технології із застосуванням автоматизованого вимірювального пристрої

№ п/п	Найменування	Позначення	Од. змін.	Значення	
				Існуюча технологія	Пропонована технологія
1	2	3	4	5	6
1	Річна собівартість контролю якості	$S_{\text{к.к.}}$	тис. грн.	7,7	12,3
2	Ціна придбаних коштів вимірювання	$C_{\text{с.ізм.}}$	тис. грн.	1 200	2135
3	Амортизаційні відрахування на використуване обладнання	$A_{\text{об}}$	тис. грн.	120	320
4	Витрати на перевірку контрольно-вимірювальних коштів	$K_{\text{д}}$	тис. грн.	18	40
5	Витрати на ремонт та калібрування обладнання	$K_{\text{кал}}$	тис. грн.	1	65
6	Витрати на науково-технічну документацію	$K_{\text{нтд}}$	тис. грн.	20,4	45
7	Витрати на підвищення кваліфікації робітників	$K_{\text{кв}}$	тис. грн.	63	100
8	Річний дохід робітника	$S_{\text{к.г.}}$	тис. грн.	360	552
9	Інші витрати на контроль якості запасних частин	$C_{\text{пр}}$	тис. грн.	8,9	60

Використовуючи дані щодо витрат на впровадження технології, зробимо розрахунок витрат на застосування існуючої та пропонованої технології за наступною формулою:

$$Z_{\text{тех}} = S_{\text{к.г.}} + C_{\text{с.ізм.}} + A_{\text{об}} + K_{\text{п.}} + K_{\text{кал}} + K_{\text{нтд}} + K_{\text{кв}} + C_{\text{пр}} + S_{\text{к.г.}}, \quad (5.3)$$

де $S_{\text{к.г.}}$ -річна собівартість контролю якості, грн.; $C_{\text{с.ізм.}}$ -ціна покупок засобів вимірювань, грн.; $K_{\text{п.}}$ - витрати на перевірку контрольно-вимірювальних конгтів, грн.; $K_{\text{кал}}$ - витрати на ремонт і калібрування обладнання, грн.; $K_{\text{нтд}}$ - витрати на науково-технічну документацію, грн.; $A_{\text{об}}$ - витрати на амортизацію обладнання, грн.; $K_{\text{кв}}$ - витрати на навчання персоналу, грн.; $S_{\text{к.г.}}$ - річний дохід робітника, грн.; $C_{\text{пр}}$ - інші витрати на контроль параметрів запасних деталей, грн.

Упущення вигоди при існуючій технології ($Y_{\text{в.с.}}$) буде залишатися:

$$Y_{\text{в.с.}} = 4500 \cdot 0,28(0,4 - 0,4 \cdot 0,45)(1800 + 0,2 \cdot 0,8 \cdot 21 \cdot 3400) = 3665692,8 \text{ грн.}$$

для запропонованої втраченої вигоди ($Y_{\text{в.с.}}$) буде рівна:

$$Y_{\text{в.с.}} = 4500 \cdot 0,28(0,4 - 0,4 \cdot 0,96)(1800 + 0,2 \cdot 0,8 \cdot 21 \cdot 3400) = 266595,84 \text{ грн.,}$$

Для визначення витрат сільгоспвиробників від час постачання бракованих запасних частин, наведемо показники, що впливають на витрати на результат виявлення несправностей (таблиця 5.4.).

Таблиця 5.4 - Показники, що впливають на витрати в результаті виявлення

несправностей			
№ п/п	Найменування	Од. змін.	Значення
1	Застосовується техніка		Зернозбиральний комбайн Тотум-740
2	Кількість сільськогосподарської техніки у збиранні врожаю зерна	-	0,25
3	Ринкова ціна тонни зерна	грн.	3400
4	Витрати на ремонт техніки	грн.	1800
5	Продуктивність	т/год	21
6	Середнє свідчення від бездіяльності сільськогосподарської техніки при несправності	год.	0,8
7	Ймовірність браку при виготовленні	-	0,4
8	Ймовірність браку, деталей при наявності технології	-	0,45
9	Ймовірність виявлення браку для новою технології контролю якості	-	0,96
10	Ймовірність прояву відмов у результаті пропуску бракованої деталі	-	0,28

Застосувавши наведені дані, зробимо розрахунок втраченої вигоди сільськогосподарськими виробниками від недоотриманого зерна:

$$Y_{в.с.} = N_{зап.част.} \cdot N_{бр.} \cdot (N_{з.бр.} - N_{в.бр.} \cdot N_{вб.}) \cdot (Z_p + Y_y \cdot T_{п} \cdot G_{цз}) \quad (5.4)$$
 де $N_{зап.част.}$ – кількість запасних частин, шт.; $N_{бр.}$ – ймовірність браку деталей, при можливий пропуск бракованої запасний деталі; $N_{з.бр.}$ – ймовірність браку при виготовленні; $N_{вб.}$ – ймовірність обчислення браку у запасної деталі; Z_p – витрати на ремонт, грн.; Y_y – кількість сільськогосподарської техніки у збиранні врожаю зерна; $T_{п}$ – середнє показання від бездіяльності сільськогосподарської техніки при несправності, ч.; G – продуктивність сільгосптехніки, т./год.; $Цз$ – ринкова ціна тонни зерна, грн.

Додаткові витрати розраховуються за формулі:

$$Z_{доп.} = Z_{тех.п.} - Z_{тех.с.} \quad (5.5)$$
 де $Z_{тех.п.}$ – витрати застосування нової технології, тис.грн.; $Z_{тех.с.}$ – витрати на застосування наявної технології, тис. грн.

$Z_{доп.} = 3329,3 - 1799 = 1530,3$ тис. грн

Прибуток від зменшення втраченої вигоди буде дорівнює:

$$P_{ув} = Y_{в.с.} - Y_{вп.} \quad (5.6)$$
 де $Y_{в.с.}$ – втрачена вигода при застосуванні наявної технології, грн.; $Y_{вп.}$ – загублена вигода при переміщенні нової технології, грн.

$P_{ув} = 3665692,8 - 266595,84 = 3399096,96$ грн.

Ефект від нової технології контролю запасних частин з використанням автоматизованого вимірювального пристрою складає:

$$\epsilon_{к.к.а.і.у.} = \frac{P_{ув} - Z_{доп.}}{Z_{доп.}} \quad (5.7)$$

$$\epsilon_{вкк} = \frac{3399096,96 - 1530300}{1530300} = 1,2 \text{ (грн/грн)/год}$$

Термін окупності нової технології складе:

$$t_{ок} = \frac{1}{\epsilon_{к.к.а.і.у.}} \quad (5.8)$$

$$t_{ок} = \frac{1}{1,2} = 0,8 \text{ год.}$$

В результаті розрахунку ефект від нової технології контролю якості запасних деталей із використанням автоматизованого вимірювального пристрою складає 1,2(грн/грн)/год а термін окупності не перевищує 5 років, що підтверджує

необхідність та доцільність оптимізації контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВОК

1. Встановлено, що сільгосп товаровиробники поставляються до 45% бракованих запасних частин. Основними їх дефектами є зміни у фізико-механічних властивостях матеріалу, невідповідність геометричним параметрам та порушення цілісності матеріалу. Застосування таких запасних частин в експлуатації сільськогосподарської техніки веде до зниження рівня їхньої готовності та зростання витрат на придбання нових запасних частин. У зв'язку з цим контроль якості сільськогосподарської техніки і поставляються запасних частин є актуальним.

2. Обгрунтовано, що найефективнішим методом контролю геометричних параметрів є триангуляційний, точність якого становить до 0,001 мм. Ефективними методами контролю фізико-механічних параметрами є рентено-флуоресцентний метод, що дозволяє визначити вміст хімічних речовин від C(6) до U(92), точність його вимірювань становить 0,0001%, та тензометричний метод контролю маси запасних частин похибка якого становить $\pm 0,0005$ кг.

3. Розроблено автоматизоване вимірювальне пристрій, що дозволяє контролювати фізико-механічні та геометричні параметри запасних частин сільськогосподарської техніки за умов дилерських центрів і підприємствах технічного сервісу, що враховує зовнішні та внутрішні фактори, що впливають на результати при вимірах.

4. Встановлено, що на точність автоматизованого вимірювального пристрої значний вплив мають потужність випромінювання сканера, відстань від об'єкта контролю до контрольованого засобу вимірювання, а так ж температура зовнішнього середовища. Вплив даних факторів враховано при розробці автоматизованого вимірювального пристрої;

5. В результаті експериментальних досліджень автоматизованим вимірювальним пристроєм у лабораторних умовах, та умовах технічного сервісу, визначили, що робочий діапазон температурних робіт автоматизованим вимірювальним пристроєм становить від -10 до 40°C,

оптимальна потужність випромінювання сканера є 1,5 мВт, час контролю автоматизованим вимірвальним пристроєм запасної деталі залежить від контрольованих параметрів і становить від 60 до 240 секунд, робочий діапазон сканера, при якому ймовірність помилки менше 5 % складе перші 31 %, для застосовуваного сканера становить проміжок від 115 мм до 180 мм.

6. Отримані залежності контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки від різних факторів, що впливають на цей процес, дозволили розробити методику оцінки якості що включає організацію та проведення цього процесу із застосуванням автоматизованих і безконтактних засобів вимірювань, що дозволяє з найменшими витратами оптимально сформувати технологію якості запасних частин та склад вимірвального обладнання.

7. Ефективність технології контролю якості запасних частин з застосуванням автоматизованих засобів вимірювань підвищилася в середньому на 31%.

Термін окупності витрат не перевищив 5 років. Готовність машино-тракторного парку за рахунок зниження рівня браку запасних частин можливо підвищити до 8%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аулін В. В., Гриньків А. В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія технічні науки. 2016. №2 (77). С. 36–41.

2. Аулін В. В., Гриньків А. В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія технічні науки. 2016. №2 (77). С. 36–41.

3. Аулін В. В., Гриньків А. В. Теоретичне обґрунтування моментів контролю технічного стану систем і агрегатів засобів транспорту. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2017. №8. С. 9–20.

4. Аулін В. В., Гриньків А. В., Замота Т. М. Забезпечення та підвищення експлуатаційної надійності транспортних засобів на основі використання методів теорії чутливості. Вісник інженерної академії України. 2015. №3. С. 66–72.

5. Аулін В. В., Лисенко С. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Мартиненко О. Д. Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Харків. 2015. Вип. 158. С. 252–262.

6. Аулін В. В., Лисенко С. В., Кузик О. В., Гриньків А. В., Голуб Д. В. Трибофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки технологіями триботехнічного відновлення: монографія. Кропивницький. 2016. 304 с.

7. Бабанін О. Б. Наукові основи вдосконалення технології контролю, діагностування та матеріально-технічного забезпечення при технічному обслуговуванні локомотивів: Дис... докт. техн. наук: 05.22.07 Рухомий склад

залізниць та тяга поїздів. Харківська державна академія залізничного транспорту. Харків, 2001. 288 с.

8. Варнаков, Д.В. Підвищення параметричної надійності двигунів автотранспортних коштів в системі технічного сервісу / Варнаков Дмитро Валерійович // автореферат дис. ... лікаря технічних наук: 05.20.03 / ХАДІ, Х., 2013 року.

9. Варнаков, В. В. Технічний сервіс машин сільськогосподарського призначення: навч. для студентів вузів / В. В. Варнаков, В. В. Стрільцов, Ст. М. Попов, Ст. Ф. Карпенков; під. ред. н. М. Щербакова, М. н. Єрохіна. - М.: Колос, 2003 – 252 с.

10. Варнаков, В.В. Основи сертифікації підприємств технічного сервісу: навчальний посібник для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів/В.В. Варнаков, О.М. Дідманідзе - К.: Тріада, 2006 - 147 с.

11. Лобода А. В. Розробка організаційної структури забезпечення якості в автосервісі: Дис... канд. техн. наук: 05.13.22. Національний транспортний ун-т. Київ, 2004. 162 с.

12. Ложковський А. Г. Аналіз і синтез систем розподілу інформації в умовах мультисервісного трафіка : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.12.02. Одес. нац. акад. зв'язку імені О.С. Попова. Одеса. 2010. 36 с.

13. Луханін М. І. Моделювання залізничних транспортних коридорів на базі поширених мереж Петрі: Дис. канд. техн. наук: 05.22.20. Українська держ. академія залізничного транспорту. Харків. 2003. 163 с.

14. Мамонова Г. В. Багатоканальні системи обслуговування у схемі усереднення та дифузійної апроксимації : автореф. дис. канд. фіз.-мат. наук: 01.05.04. Київ. нац. ун-т імені Тараса Шевченка. Київ. 2007. 18 с.

15. Мартиненко В. Я. Механіко-технологічні основи підвищення ефективності робочих органів гичкозбиральних машин: Дис... д-ра техн. наук: 05.05.11. ВАТ "Тернопільський комбайновий завод". Тернопіль. 2000. 374 с.

16. Мартинишин Я. М. Організація ремонтно-технічного обслуговування в аграрних підприємствах України : автореф. дис. на здобуття

наук. ступеня д-ра екон. наук : 08.00.04 Економіка та управління підприємствами. Миколаїв, 2009. 37 с.

17. Мигаль В. Д. Вібраційні методи оцінки якості тракторів на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації: Дис... д-р техн. наук: 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2003. 513 с.

18. Молодик М. В. Основні напрями досліджень з підвищення надійності сільськогосподарської техніки при експлуатації, відновленні і ремонті. Вісник аграрної науки. 2010. № 5. С. 110–113.

19. Молодик М. В. Оцінювання надійності машин при експлуатації, технічному обслуговуванні і ремонті. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2008. Вип. 92. С. 381–389.

20. Молодик М. В. Теоретичні передумови оцінки впливу технічного обслуговування і ремонту на надійність машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ, 2010. Вип. 144, ч. 1. С. 75–80.

21. Молодик М. В. Наукові основи системи технічного обслуговування і ремонту машин у сільському господарстві: монографія. Кіровоград: Код, 2009. 180 с.

22. Варнаков Д.В. Методика проведення сертифікації підприємств технічного сервісу / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков // Збірник: Інноваційні технології у гуманітарних науках 6-а Міжнародна конференція. 2012 року. с. 71-

72
23. Вергопрахов В.В. Вплив форми об'єкта та орієнтації його поверхні на точність лазерних триангуляційних вимірювань / В.В. Вергопрахов. // Автометрія. 2011. № 6. - С. 64-68.

24. Гайдар С.М. Планування та аналіз експерименту: підручник. - К.: вид-во «Укрінформпротех», 2015. - 548/с.

25. Гайдар С.М. Захист сільськогосподарської техніки від корозії і зносу із застосуванням нанотехнологій: док. техн. наук: 05.20.03 / Гайдар Сергій

Михайлович. - К., 2011. - 433 с.

26. Гіссін В.І. Управління якістю продукції: навч. допомога / В.І. Гіссін. - Фенікс, 2000. - 256 с.

27. Гоголінський К.В. Засоби та методи контролю геометричних параметрів та механічних властивостей твердих тіл з мікро-і нанометровим просторовою роздільною здатністю: док. ... техн. наук: 05.11.13 / Гоголінський Кирило Валерійович. - Львів, 2015. - 264 с.

28. Голубев, І.Г. Система технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарських машин та механізмів / І.Г. Голубев, В.М. Тататоркін // Видавництво "Академія". - К.: - 2017. с. 384.

29. Голубев, І.Г. Оцінка якості технічного обслуговування тракторів / І.Г. Голубев, А.Ю. Фадєєв, В.А. Макуєв // Техніка та обладнання для села. - 2010. - №7. - С. 40-41.

30. Дані регіональних дилерів про терміни усунення несправностей. - М.: Росагролізінг, 2009 м.

31. Стратегія розвитку сільськогосподарського машинобудування у України до 2020 року. - К., 2011 р.

32. Демкін, В.М. Лазерні методи та засоби вимірювання геометрії поверхонь складної форми: дис. ... докт. техн. наук : 05.11.07 / Демкін Володимир Миколайович.

33. Дорохов, А.С. Контроль геометричних та фізико-механічних параметрів запасних частин сільськогосподарської техніки з використанням автоматизованої вимірювальної установки / О.С. Дорохів, Д.М. Скороходов // Праці ХАДІ. - 2016. - Том 122. - С. 59-62.

34. Дорохов, А.С. Засоби контролю якості сільськогосподарської техніки / О.С. Дорохів, К.А. Червоних, Д.М. Скороходов // Сільський механізатор. - 2015. - № 10. - С. 34-35.

35. Дорохов А.С. Автоматизація контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки на дилерських підприємствах / О.С. Дорохів, Д.М. Скороходов // Доповіді ХАДІ: Збірник статей. Вип. 288. У 4-х год. IV. М.: Вид-

во ХАДІ, 2016. - С. 266-269.

36. Дорохов, А.С. Визначення залишкового ресурсу виробу його розмірів у полі допуску/О.С. Дорохов // Техніка сільському господарстві. - 2011. -

37. №. 3 - С. 22 - 23.

38. Дорохов А.С. Підвищення ефективності вхідного контролю якості запасних частин та сільськогосподарської техніки: дис... док. техн. наук: 05.20.03 / Дорохов Олександр Семенович. - К., 2011. - 457 с.

39. Дорохов А.С. Вдосконалення вхідного контролю якості сільськогосподарської техніки та обґрунтування методів оцінки його ефективності: дис... канд. техн. наук : 05.20.03 / Дорохов Олександр Семенович. - М., 2007. - 221 с.

40. Дорохов А.С. Теоретичне обґрунтування класифікації вхідного контролю якості машинобудівної продукції/О.С. Дорохов, Ю.В.

41. Катаєв, Д.М. Скороходов// Міжнародний техніко-економічний журнал. - 2015. - №2. - С. 49-54.

42. Корнєєв В.М. Модернізація засобів технологічного обладнання для випробування дизельної паливної апаратури: дис... канд. техн. наук: 05.20.03 / Корнєєв Віктор Михайлович. - К, 2004. - 214 с.

43. Бондаренко В. В. Удосконалення технології технічного обслуговування та діагностування електрообладнання пасажирських вагонів: Дис. канд. техн. наук 05.22.07 рухомий склад залізниць та тяга поїздів. Українська державна академія залізничного транспорту. Харків. 2002. 194 с.

44. Боузаїєнне Меккі бен Салем. Удосконалення урахування впливу регіональних факторів на процес технічного обслуговування авіаційної техніки (на прикладі району Середземного моря): дис... канд. техн. наук: 05.22.20. Національний авіаційний ун-т. Київ. 2006. 186 с.

45. Кравченко І.М. Зносостійкі матеріали для відновлення деталей робочих органів будівельних та дорожніх машин / І.М. Кравченка, В.Ю. Гладков, С.В. Карцев, В.П. Тростин. - К.: Будівельні та дорожні машини, 2004. №5. С. 32.

46. Кравченко, І.М. Основи наукових досліджень. Навчальний посібник / І.М. Кравченко, О.В. Коломейченко, В.М. Логачов та ін. – Л.: Лань, 2015. – 304 с.

47. Червоних К.А. Удосконалення технології вхідного контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки в умовах технічного сервісу: дис... канд. техн. наук: 05.20.03 / Почервоніння Костянтин Олександрович. – Х., 2013. – 217 с.

48. Липкович, Е.І. Проблема якості вітчизняної сільськогосподарської техніки/Е.І. Липкович // Трактори та сільгоспмашини. – 2009 – № 11 – С. 3 – 7.

49. Міхлін, В.М. Метод визначення динаміки зношування, зміни параметра елементів машин за результатами їх діагностування / А.А. Соломашкін, В.М. Міхлін // Ремонт, відновлення, модернізація. – 2008. – № 4. – С. 41-45.

50. Бойко А. І. Тенденції розвитку вітчизняного сільгоспмашинобудування і проблем забезпечення надійності машин. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ, НАУ, 2004. Вип. 73. Ч. 2. С. 181-183.

51. Скороходов, Д.М. Удосконалення методів та засобів контролю фізико-механічних та геометричних параметрів запасних частин на підприємствах технічного сервісу/Д.М. Скороходов, А.А. Дорохів // Праці. – 2016. – Том 124. – С. 110-114.

52. Скороходов, Д.М. Пристрій контролю параметрів запасних частин/Д.М. Скороходов// Сільський механізатор. - 2016. - № 9. - С. 36-37.

53. Черноіванів, В. І. Параметри працездатності зернозбиральних комбайнів та пропозиції щодо їх поліпшення / В.І. Черноіванів, А.Е. Північний // Техніка та обладнання для села. – 2005. – № 7. – С. 29-30.

54. Чичигін, Б. А. Розробка методів та засобів лазерного контролю геометрії лопаток газотурбінних двигунів [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13 / Чичигін Борис Анатолійович. - 2007.

55. Шамарін Ю.А. Удосконалення випробувань форсунок при технічному обслуговуванні та ремонті дизелів лісових машин: дис. ... канд. техн. наук.

05.21.01 / Шамарін Юрій Олександрович, 2006. С. 148

56. Deming, WE Out of the Crisis / WE Deming. – Cambridge, 2009.

57. Dorsch, R. Laser triangulation: Fundamental uncertainty in distance measurement / R. Dorsch, G. Hausler, J. Herrmann // Appl. Opt. 2010. Vol 33. P. 1306-1314.

58. Hasunuma, H. On the sheen Gloss / H. Hasunuma, J. Nara // Journal of the Physical Society of Japan. 2011. Vol. 11 / P. 69 -75.

59. Technology. 2018. T. 32. № 8. С. 3807-3815.

60. Wegrzyn, J. Liquefied Natural Gas for Trucks and Buses. SAE Technical Paper Series. 2018. № 2000-01-2210.

61. Zehn Prozent Biokraftstoff für Alle. Verein Deutscher Ingenieure. VDI Nachrichten. 2015. Jg. 59. № 47. 8 p.

62. Hunt D. Farm power and machinery management. Tenth edition. Agricultural Engineering. 2013. Dubli. Vol. 3. P. 1703-1709.

63. Onwualu A. P., Akubuo C. O., Ahaneku I. E. Fundamentals of Engineering for Agriculture. Immaculate Publications Limited. 2. Aku street, Ogui New Layout, Enugu, Nigeria. 2006. 186 p.

64. Ojha T. P., Michael A. M. Principles of Agricultural Engineering. Vol. 1. Jain Brothers. New Delhi (sixth edition). 2012. 210 p.

65. Yohanna J. K., Ifem, J. L. C. Performance evaluation of field efficiency of farm machinery in Nasarawa and plateau state. Proceeding of the Nigerian Institution of Agricultural Engineers. 2013. P. 88-92.

66. Kepner R. A, Bainer R, Barger E. L. Principles of Farm Machinery, AVI Publishing Company Inc. Wester port. 2016. 208 p.

67. Oduma O., Igwe J. E., Ntunde D. I. Performance evaluation of field efficiencies of some tractor drawn implement in Ebonyi State. International Journal of Engineering and Technology. 2015. Vol. 5(4). P. 45-50.

68. Agricultural field machinery selection and utilization for improved farm operations in South-East Nigeria: A review. Available from:

https://www.researchgate.net/publication/335951790_Agricultural_field_machinery_selection_and_utilization_for_improved_farm_operations_in_South-East_Nigeria_A_review [accessed Mar 02 2020].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України