

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра (автоматизації, метрології та енергоефективних технологій)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

«Підготовка атестації проведення контрольних операцій координатно-
проміньовим верстатом»
(тема кваліфікаційної роботи)

Виконав: студент 2 курсу, групи ДЕА-Ін23мг
спеціальності: 175 Інформаційно-
вимірювальні технології

 Олександр КРОЛЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник  Олена БЛИЗНИЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент  Тетяна ОБИДЕННОВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри  Геннадій КАНЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль  Євген КЛЮЧКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК  Євген КЛЮЧКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»

Кафедра автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Спеціальність 175 Інформаційно-вимірвальні технології

Освітньо-професійна програма «Якість, стандартизація та сертифікація»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)

д.т.н., проф. Геннадій КАНЮК

«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу (дипломну роботу/дипломний проєкт)

другого (магістерського) рівня вищої освіти

здобувачу (ш) вищої освіти Олександру КРОЛЕНКО
(п/п, прізвище)

1. Тема «Підготовка атестації проведення контрольних операцій координатно-пронизувальним верстатом»

затверджена наказом по університету № 4801-5/3345 від «12» жовтня 2024 р.

2. Термін здачі закінченої роботи «05» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи/проєкту: Об'єкт дослідження: "1 координатно-пронизувальний верстат AQ5M."

4. Зміст роботи/проєкту (перелік питань, що їх належить розробити): 1 Аналітичний огляд літератури з наявним сучасним засобом вимірювання, 2 Планування та проведення етапів з підготовки до атестації 3 Обробка отриманих результатів 4 Аналіз отриманих результатів та підбиття підсумків, 5 Соціальна відповідальність, Формулювання загальних висновків.

5. Перелік графічного матеріалу (презентаційний матеріал): Презентація, виконана в програмі Microsoft PowerPoint

6. Консультант:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	
1-4	Олена БЛИЗНИЧЕНКО			

7. Дата видачі завдання «02» вересня 2024 р.

Керівник роботи

Завдання прийняв до виконання


(підпис) Олена БЛИЗНИЧЕНКО
(п/п, прізвище)


(підпис) Олександр КРОЛЕНКО
(п/п, прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК
виконання кваліфікаційної роботи
(дипломної роботи/дипломного проєкту)

№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	квартал
1	Аналітичний огляд літератури з наявним сучасним засобом моніторингу	12.10.2024-19.10.2024	
2	Планування та проведення етапів з підготовки до атестації	19.10.2024 – 30.10.2024	
3	Обробка отриманих результатів	30.10.2024 – 14.11.2024	
4	Аналіз отриманих результатів та підбиття підсумків	14.11.2024-22.11.2024	
5	Соціальна відповідальність	22.11.2024 – 30.11.2024	
6	Формулювання загальних висновків	До 04.12.2024	

Здобувач (ка) вищої освіти

Нормоконтроль


 (підпис)


 (підпис)

Олександр КРОЛЕ
 (ім'я, прізвище)

Свєн КЛЮЧКА
 (ім'я, прізвище)

(підпис)

(ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

до магістерської роботи на тему

«Підготовка атестації проведення контрольних операцій координатно-прошивальним верстатом»

Олександра КРОЛЕНКО

Магістерська робота складається з 58 сторінки, 11 рисунків, 13 таблиць, список літератури містить 19 джерел.

Магістерська робота присвячена підготовці атестації проведення контрольних операцій координатно-прошивальним верстатом.

У процесі дослідження було проведено практичні виміри на прикладі напівмуфти на верстаті AQ55L і на УВМ-21. Порівняння результатів вимірювань та аналіз цих результатів.

Реалізація та впровадження результатів роботи – на підставі цього дослідження можна надалі запропонувати атестацію верстата як КВМ.

Область застосування: підприємства машинобудування.

КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНА МАШИНА, УНІВЕРСАЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИЙ МІКРОСКОП (УВМ-21), ПІДГОТОВКА ДО АТЕСТАЦІЇ, ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ, ВО-1 ГОЛІВКА.

ABSTRACT

for the Master's thesis on the topic

"Preparation of attestation of control operations with a coordinate sewing machine"

Oleksandr KROLENKO

The Master's thesis consists of 58 pages, 11 figures, 13 tables, and the reference list contains 19 sources.

The master's thesis is devoted to the preparation of certification of control operations by a coordinate-stitching machine.

In the process of research, practical measurements were carried out on the example of a half-coupling on the AQ55L machine and on the universal measuring microscope (UVM-21). Comparison of measurement results and analysis of these results.

Implementation and implementation of the results of the work - on the basis of this research, it is possible to further propose certification of the machine as a CMM.

Scope: mechanical engineering enterprises.

MONITORING AND MEASURING MACHINE, UNIVERSAL
MEASURING MICROSCOPE (UMM-21), PREPARATION FOR
CERTIFICATION, COMPARATIVE ANALYSIS, VO-1 HEAD.

ЗМІСТ

Позначення та скорочення.....	8
ВСТУП	9
1 КОМПАНІЯ ПРАТ «ЕЛАКС»	12
1.1 Історія підприємства.....	12
1.2 Контроль якості продукції, що випускається.....	15
Висновки по розділу	17
2 ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ	18
2.1 Технічні характеристики верстата AQ55L.....	18
2.2 Опис методики вимірювання на верстаті AQ55L.....	20
2.3 Технічні характеристики УВМ-21.....	21
2.4 Методика вимірювання на УВМ-21	24
2.5 Технічні характеристики головки ВО-1	27
2.6 Методика вимірювання виробу напівмуфти на УВМ-21 за допомогою ВО-1 головки.....	29
Висновки по розділу	31
3 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ	32
3.1 Вимірювання співвідносності на верстаті AQ55L	32
3.2 Обробка результатів вимірювань	34
Висновки по розділу	36
4 СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ	38
4.1 Правові та організаційні питання забезпечення безпеки	39
4.2 Виробнича безпека.....	41

4.2.1 Відхилення показників мікроклімату	42
4.2.2 Психофізіологічні навантаження	43
4.2.3 Недостатня освітленість робочої зони. Відсутність або брак природного світла	44
4.2.4 Впливи пов'язані з електромагнітними полями, неіонізуючими тканини тіла людини.....	47
4.2.5 Підвищене значення напруги в електричному колі, замикання якої може статися через тіло людини	49
4.3 Екологічна безпека.....	50
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	51
Висновки по розділу	55
ВИСНОВОК	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

Позначення та скорочення

КВМ - координатно-вимірювальна машина;

УВМ-21 - універсальний вимірювальний мікроскоп;

ЗВ - засіб вимірювання;

ВО-1 головка - пристосування для вимірювання отворів;

КМД - кінцеві міри довжини;

ІРБМ 0-0,2*0,002 мм - індикатор важільно-зубчастий;

AQ55L - координатно-прошивальний верстат;

ВСТУП

На будь-якому виробництві обов'язковим є метрологічне забезпечення, яке засноване на практичному використанні положень метрології, є складовою частиною системи управління якістю, а також однією з основних умов досягнення необхідної якості виробів, що випускаються.

Метрологія містить у собі методи виконання практично всіх вимірювальних робіт на виробництві, а також їхні правові та теоретичні основи.

Метрологія включає в себе методи виконання практично всіх вимірювальних робіт на виробництві, а також їх правові та теоретичні основи.

Політику і цілі в галузі якості встановлюють для того, щоб слугувати орієнтиром для організації. Вони визначають бажані результати і сприяють використанню організацією ресурсів для досягнення цих результатів. Політика в галузі якості забезпечує основу для розроблення та аналізу цілей у галузі якості. Цілі в галузі якості необхідно узгоджувати з політикою в галузі якості та прихильністю до постійного поліпшення, а результати мають бути вимірними. Досягнення цілей у сфері якості може чинити позитивний вплив на якість продукції, ефективність роботи та фінансові показники і, отже, на задоволеність і впевненість зацікавлених, як виробника так і замовника.

Величезна номенклатура виробів, що випускаються, вимагає максимально універсальних засобів контролю. Одним із таких засобів є координатно-вимірювальна машина (КВМ). AQ55L є координатно-прошивальним верстатом. Особливістю цього верстата є те, що його робочий орган (тримач електрода - шпиндель) переміщується в просторі за трьома координатами за допомогою магнітних приводів. Що своєю

чергою виключає знос цих приводів і вплив на точність позиціонування верстата, а контроль переміщень робочого органу здійснюється оптичними лінійками з точністю 0,1 мкм. Що зі свого боку дає змогу теоретично припустити і практично підтвердити використання цього верстата як КВМ.

Об'єкт дослідження – 1 координатно-прошивальний верстат AQ55L.

Предмет дослідження – операції контролю за допомогою координатно-прошивального верстата

Мета даної роботи - практичне обґрунтування застосування верстата AQ55L як координатно-вимірювальної машини з подальшою можливістю атестації його як координатно-вимірювальної машини. Що зі свого боку дасть змогу розвантажити метрологічний відділ, поклавши обов'язок контролю деталей і виготовлення на верстаті AQ55L на цей верстат і оператора.

Для досягнення вищевказаної мети вирішувалися такі **завдання**:

1. Розробити методику вимірювання виробу напівмуфти на верстаті AQ55L і на універсальному вимірювальному мікроскопі УВМ-21.
2. Розглянути метрологічні характеристики AQ55L порівняно з УВМ-21 на прикладі деталі напівмуфти, провести вимірювання співвісності шпонкового паза і внутрішнього діаметра у виробі напівмуфти на УВМ-21 і на координатно-прошивальному верстаті AQ55L.
3. Проаналізувати вплив похибки вимірювання сфери на вимірювальному щупі верстата AQ55L і вплив похибки вимірювання сфери на голівці ВО-1 (УВМ-21).
4. Провести порівняльний аналіз результатів вимірювань параметра співвісності на верстаті AQ55L і УВМ-21.

Методи дослідження - проведення практичних вимірювань на прикладі напівмуфти на верстаті AQ55L і на УІВМ-21. Порівняння результатів вимірювань та аналіз цих результатів.

Практична значущість роботи - використання верстата як КВМ дасть змогу розвантажити метрологічну службу виробництва, що дасть змогу зменшити час на виготовлення виробів, зменшить транспортні витрати, часові витрати, а також зменшення економічних витрат. Реалізація та впровадження результатів роботи - на підставі цього дослідження можна надалі запропонувати атестацію верстата як КВМ.

1 КОМПАНІЯ ПРАТ «ЕЛАКС»

1.1 Історія підприємства

Протягом 30 років Компанія ПрАТ «ЕЛАКС» є одним з провідних постачальників продукції, послуг і комплексних рішень в області автоматизації та електропостачання промислових підприємств. За ці роки працівники підприємства накопичили унікальний досвід застосування інноваційних технологій та рішень, які забезпечують надійність української промисловості. [1].

Історія компанії ELAX починається з 1994 року. Засновники компанії, які мали вищу технічну освіту та солідний досвід роботи, вважали, що за промисловою автоматизацією - майбутнє, і що найкращий спосіб реалізувати свої плани - заснувати власну компанію.

1 липня Акціонерне товариство «ЕЛАКС» було зареєстровано, і команда приступила до роботи. Компанію очолив Сергій Кольчик. Під його керівництвом були закладені основи майбутнього успіху.

З самого початку фахівці зосередилися на розробці проектів і програмного забезпечення для різних систем автоматизації на базі обладнання SIEMENS. Згодом це обладнання, в основному програмований контролер Simatic S5 і система візуалізації Coros, було освоєно настільки, що виконані проектні та пусконаладжувальні роботи були високо оцінені металургами.

Було підписано угоду про партнерство з компанією SIEMENS. Це рішення дозволило фахівцям харківської компанії розширити сферу діяльності, використовуючи в своїх проектах надійне німецьке обладнання..

Керівництву компанії довелося не лише впоратися з нестабільною політичною та економічною ситуацією, але й негайно розпочати реалізацію нових проектів. Першими об'єктами стали дрововий стан на Макіївському

металургійному комбінаті, безперервні травильні лінії на Карагандинському металургійному комбінаті, доменне виробництво на Маріупольському металургійному комбінаті, коксохімічне виробництво та цехи холодної прокатки.

Компанія була задумана як проєктна, але час та обставини змінили курс компанії...

Замовники потребували підприємства повного виробничого циклу, що охоплювало передпроєктні дослідження, розробку проєктної документації та програмного забезпечення, виготовлення і тестування продукції, пошук ринків збуту, монтаж виробів у замовника, навчання виробничого персоналу, а також сервісне і гарантійне обслуговування.

У листопаді 1999 року компанія започаткувала власне виробництво, що стало стратегічно важливим рішенням. Воно підтвердило свою ефективність, забезпечивши успіх компанії. Концепція "під ключ" успішно втілювалася на підприємствах-гігантах металургійної галузі. Це стало серйозним випробуванням для молодого підприємства та відправною точкою на її великому шляху.

На початку 21 століття компанія зробила важливий крок у своєму розвитку, придбавши нові виробничі площі загальною площею 8000 м². Це дозволило суттєво збільшити виробничі потужності, розширити конструкторський відділ і виробничий цех, а також збільшити площі складських приміщень.

З 2000 року компанія "ЕЛАКС" активно бере участь у спеціалізованих виставках. Презентуючи інноваційні рішення в галузях автоматизації та електропостачання, вона не лише демонструє свої розробки, а й налагоджує нові ділові контакти, здобуваючи партнерів серед провідних компаній світу.

У 2001 році компанія реалізувала свої перші проєкти в цементній галузі, зокрема автоматизувавши технологічну лінію виробництва клінкеру та помелу цементу по замкнутому циклу на ВАТ «Івано-Франківськцемент». Ці успішні проєкти заклали міцну основу для подальшого розвитку та завоювання ринку автоматизації у цементній промисловості.

Однак за значними досягненнями компанія зіткнулася з важким випробуванням — раптовою втратою її засновника та першого директора Сергія Миколайовича Кольчика. Його смерть стала серйозним ударом для всього колективу. Дехто не витримав труднощів і вирішив піти, шукаючи "кращого життя". Проте основна частина команди змогла об'єднатися, подолати складний період і продовжити спільну справу. Це горе лише зміцнило згуртованість та єдність колективу.

Після трагічної втрати засновника компанії Сергія Миколайовича Кольчика, його справу вирішила продовжити Ірина Йосипівна Кольчик. Вона очолила АТ «ЕЛАКС», зберігши основну спрямованість компанії та об'єднавши навколо себе однодумців. Завдяки її зусиллям і підтримці колективу компанія продовжила рости і розвиватися.

До команди приєднувалися молоді спеціалісти, які привносили нові інженерні ідеї та рішення. Водночас ключовими рушіями успіху залишалися досвідчені співробітники — «старожили» компанії: Шуліченко К.Г., Кобзєв В.А., Анопко О.М., Кадомський Н.Г. Їхній професіоналізм дозволив створити та очолити інженерні групи, здатні вирішувати завдання будь-якої складності у галузі проєктування та програмування.

АТ «ЕЛАКС» зробив черговий крок у своєму розвитку, успішно реалізувавши проєкт автоматизації установки утилізації факельного газу на ВАТ «Укртатнафта» та проєкт автоматизації ділянки розливу і пастеризації пива на ВАТ «Роганський пивзавод». Ці досягнення відкрили компанії шлях

до нових горизонтів, заклавши основу для впевненого розвитку в галузях автоматизації нафтопереробної та харчової промисловості.

Спираючись на багаторічний досвід і високі результати роботи своїх спеціалістів, компанія заснувала власний навчальний центр. У ньому проводиться навчання виробничого персоналу з роботи з апаратними та програмними засобами фірми ****SIEMENS****. Після проходження курсу всі учасники отримують сертифікат, який підтверджує їхню кваліфікацію.

Значущим кроком у розвитку стало впровадження системи управління якістю відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 9001:2000. Сертифікацію успішно провела голландська компанія TNO Certification B.V. Отримання сертифіката та його щорічна ресертифікація демонструють прагнення компанії відповідати вимогам партнерів і забезпечувати високий рівень якості продукції та послуг.

1.2 Контроль якості продукції, що випускається

Контроль виконання процесу передбачає його періодичний аудит, що проводиться співробітниками підприємства у складі призначеної комісії. Аналіз та оцінювання відповідності фактичних значень вимірюваних параметрів установленим, а також періодичне оцінювання його результатів процесу визначає усунення виявлених під час перевірки виконання процесу невідповідностей, причин їхнього виникнення, а також поліпшення процесу і надалі запобігання подібним невідповідностям.

Усунення виявлених відхилень від нормативної документації здійснюється шляхом проведення коригувальних і запобіжних дій; усунення причин виявлених невідповідностей - за рахунок здійснення коригувальних

дій. Основними напрямками поліпшення процесу є мінімізація допустимих відхилень від нормативної документації.

Контроль якості продукції за стадіями життєвого циклу продукції включає в себе:

- контроль проектування виробів, що знову виготовляються;
- контроль виробництва та реалізації продукції;
- контроль експлуатації, гарантійне обслуговування, споживання та утилізація.

Кінцевою метою процесів контролю і випробувань готових виробів є відвантаження і постачання продукції замовникам відповідно до плану виробництва.

Під час виготовлення деталей на обробних верстатах або під час слюсарної роботи виконавцю доводиться здійснювати контроль геометричних розмірів. З великої номенклатури засобів вимірювань значна їх частина призначена саме для міжопераційного контролю. Ознайомившись із базовими знаннями метрології, а також із видами засобів вимірювань, їхніми методами, а також метрологічними характеристиками, можна здійснювати контроль конкретної деталі. Контроль і випробування виробів у процесі виробництва здійснює працівник ВТК (відділ технічного контролю), який також бере участь у моніторингу процесу виготовлення продукції: проводить перевірки технологічної дисципліни на робочих місцях, летючий контроль конкретних операцій. Оцінювання в процесі контролю виробів проводиться за методикою.

ВТК є самостійною одиницею підприємства, який здійснює контроль якості та комплектності продукції, що випускається, на всіх стадіях життєвого циклу продукції в суворій відповідності до чинних стандартів і положень. Основними завданнями ВТК є: контроль якості та комплектності виробів, що випускаються підприємством, відповідно до вимог державних стандартів і технічної документації. Наявність приймання конкретної деталі

у виконавця визначає запис у журналі приймання придатних деталей. У разі вимог у робочих кресленнях про необхідність виписки паспорта на пристосування, співробітник ВТК робить відмітку в журналі про виписку паспорта на придатне пристосування, далі воно відправляється в цех за супровідними документами.

Висновки по розділу

У першому розділі магістерської роботи було представлено історію компанії ПрАТ «ЕЛАКС», яка на сьогоднішній день є однією з провідних постачальників продукції, послуг і комплексних рішень в області автоматизації та електропостачання промислових підприємств.

Наведено повну інформацію стосовно контролю якості продукції, що випускається.

2 ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

На верстаті AQ55L і мікроскопі УВМ-21 використовується контактний метод вимірювання. Він полягає в тому, що сфера вимірювального щупа верстата AQ55L і сфера вимірювального наконечника УВМ-21 торкаються вершин шорсткості поверхонь і не торкаються западин. Що своєю чергою зменшує вплив шорсткості поверхні на результати вимірювання і дає хорошу кореляцію результатів вимірювань на верстаті та мікроскопі. Це дає змогу провести якісний аналіз результатів експерименту.

2.1 Технічні характеристики верстата AQ55L

У верстаті використовується термокомпенсація. Робочий стіл і шпиндель верстата виконані з металокераміки, яка має низький коефіцієнт температури розширення, що в свою чергу позитивно впливає на точність виконання вимірювання. Робоча діелектрична рідина у верстаті примусово охолоджується спеціальною системою охолодження, яка виконана у вигляді холодильника, що дає змогу підтримувати температуру робочої рідини в інтервалі від 20° С до 22° С., що дає змогу уникнути теплового розширення станини верстата.

Табл. 1.1 - Специфікація верстата

Найменування	Специфікація
Хід столу по осі x	550 мм
Хід столу по осі y	400мм
Розміри робочого столу	750*550 мм
Максимальна вага електрода	від 0 до 50 кг
Максимальна вага заготовки	1000 кг
Швидкість переміщення	від 20 мм/хв до 6000мм/хв

Найменування	Специфікація
Одиничне переміщення	1 мкм
Точність відображення робочого органу (шпинделя) на дисплеї верстата	0,1 мкм



Рис. 2.1 - Координатно-прошивальний верстат AQ55L



Рис. 2.2- Вид дисплея верстата

2.2 Опис методики вимірювання на верстаті AQ55L

1. Встановити вимірюваний щуп у шпиндель верстата AQ55L.
2. Протерти бязью змочену в спиртовому розчині (C_2H_5OH) робочу поверхню столу верстата AQ55L. Таким самим методом обробити сферу вимірюваного щупа, обробити установчі призми, фланець деталі, яким вона буде встановлюватися на установчі призми. Обробити внутрішній діаметр і шпонковий паз виробу (напівмуфти).
3. Встановити установчі призми на поверхню столу верстата.
4. Установити фланець деталі на установчі призми.
5. Притиснути деталь до установчих призм притисками.
6. Виконати набір КМД рівний дійсному розміру шпонкового паза. Установити набір КМД у шпонковий паз напівмуфти.
7. Підвести вимірюваний щуп до поверхні КМД і виконати вирівнювання площини поверхні КМД і координатної системи верстата, щоб вони були в одній осі.
8. Витягти КМД із паза виробу (напівмуфти).
9. Проводимо перевірку перпендикулярності осі внутрішнього діаметра напівмуфти щодо настановного фланця. У шпиндель верстата за допомогою патрона закріплюємо ІРБМ. Підводимо ніжку індикатора до стінки внутрішнього діаметра виробу по осі X і знаходимо точку повернення. Потім прокочуємо по всій висоті утворюючої діаметра і дивимося на показання індикатора у верхній і нижній точках утворюючої. Показання індикатора мають бути в межах 0,005 мм. Цю саму процедуру проводимо по осі Y, що дасть нам змогу виключити ймовірність неправильного положення виробу на робочій поверхні столу верстата під час закріплення.

10. На висоті 3 мм від верхньої площини напівмуфти провести знаходження центру внутрішнього діаметра напівмуфти (у верстата є свій алгоритм знаходження центру).
11. Торкаючись послідовно однієї, а потім другої стінки шпонкового паза, знайти центр шпонкового паза.
12. Провести розрахунок співвісності центру шпонкового паза і центру внутрішнього отвору напівмуфти за допомогою зчитування координат на дисплеї верстата.

2.3 Технічні характеристики УВМ-21

Універсальний вимірювальний мікроскоп УВМ-21 призначається для вимірювання лінійних і кутових розмірів різноманітних виробів у прямокутних і полярних координатах. Зокрема, на приладі можна проводити вимірювання різьбових виробів, різального інструменту, профільних шаблонів і лекал, кулачків, конусів, мітчиків, різьбонарізних гребінок, а також радіусів заокруглень і відстаней між осями отворів різної форми. Нині на підприємстві успішно ним користуємося[5].

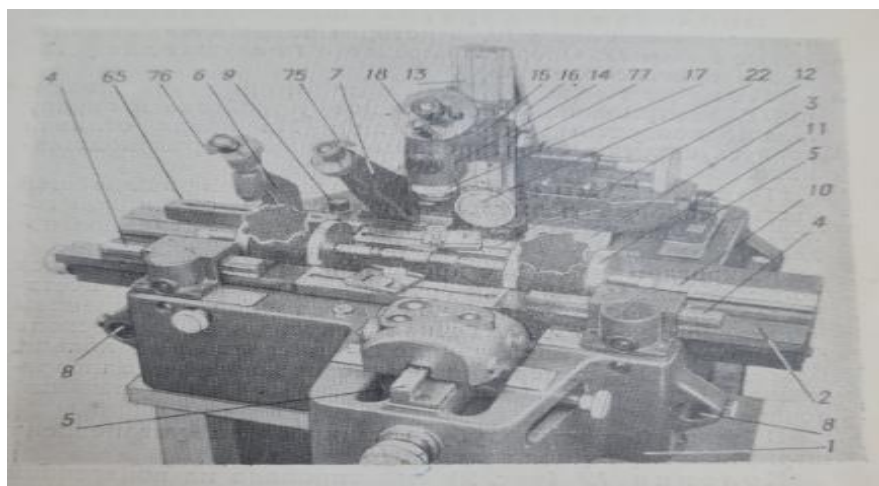


Рис. 2.3 - УВМ-21

Універсальний вимірювальний мікроскоп містить основні частини - станину, подовжню каретку, поперечну каретку, головний мікроскоп, колонку мікроскопа, освітлювальний пристрій і штрихову окулярну головку.

Станина 1 (рис. 2.3) слугує основою приладу і тримає на собі подовжню каретку 2 і поперечну каретку 3, на яку встановлюють вимірювані вироби. Разом із поперечною кареткою переміщаються мікроскоп і освітлювальний пристрій. Напрямні 4 і 5 являють собою твердозагартовані поліровані косинці, за якими переміщаються точні шарикопідшипники кареток. Зі станиною жорстко пов'язані відлікові мікроскопи 6 і 7, кожен з яких забезпечений малим освітлювачем.

Станина має відлиті вушка 8 для циліндричних штанг, призначені для перенесення приладу. У підставі станини позначені три опорні гвинти, що дають змогу встановлювати прилад горизонтально за круглим рівнем 9. Конструкція мікроскопа передбачає розташування контрольованого об'єкта на предметному столі каретки подовжнього переміщення, а головний мікроскоп - на каретці поперечного переміщення. Ці переміщення здійснюються шляхом обертання двох гвинтів мікроподачі. Головний мікроскоп оснащений двома окулярами для контролю лінійних і кутових параметрів відповідно. Для відліку переміщення слугують скляні міліметрові шкали подовжнього і поперечного ходу і відлікові мікроскопи зі спіральними ноніусами. Прилад обладнаний обертовим столиком для здійснення записів результатів вимірювання [6].

Головний мікроскоп 14 є найважливішою частиною приладу і разом зі штриховою окулярною голівкою служить для точного наведення на вимірюваний виріб.

Мікроскоп разом із кронштейном 15 здійснює переміщення по висоті вздовж колонки: грубе переміщення здійснюється обертанням кремальєри 16, точне - обертанням накатаного кільця 17. Точне фокусування мікроскопа

фіксується круговою шкалою, нанесеною на кільці, завдяки чому вимірювання можна проводити одночасно на різних висотах (до 8 мм), але з меншою точністю.

Вимірювальний прилад оснащений засобами автоматизації, завдяки чому значно спрощується процес вимірювань, які найчастіше проводяться. Що проводиться завдяки встановленню квазіабсолютного датчика лінійних переміщень, а також цифрового відлікового пристрою.

Дані представлені в табл. 2.2 і 2.3.

Табл. 2.2 - Технічні характеристики

Межі вимірювання	Розміри, мм
- у поздовжньому напрямку, мм - у поперечному напрямку, мм	0-100
Межі вимірювання кутів, град	360
Ціна найменшої поділки спірального окулярного мікрометра, мм	0,001
Ціна найменшої поділки шкали штрихової окулярної головки, хвилини	1
Габаритні розміри, мм	1145x1060x705

Табл. 2.3 - Точність вимірювань

Проекційний (тіньовий) метод	
Вимірювання довжин на плоскому столі в поздовжньому напрямку, мкм	$\pm(3+L/30+h1L/4000)$
Вимірювання довжин на плоскому столі в поперечному напрямку, мкм	$\pm(3+L/50+h1L/2500)$
Вимірювання діаметрів гладких циліндрів у центрах, мкм	$\pm(6+L/67)$
Вимірювання середніх діаметрів різьблення	$\pm(4+2/\sin(a/2)+L/67)$
Вимірювання кроку різьби, мкм	$\pm(1+2/\cos(a/2)+L/32)$

Метод осевого перерізу (за допомогою ножів)	
Вимірювання довжин на плоскому столі в поздовжньому напрямку, мкм	$\pm(2,7+L/30+h1L/4000)$
Вимірювання довжин на плоскому столі в поперечному напрямку, мкм	$\pm(2,7+L/50+h1L/2500)$
Вимірювання середніх діаметрів різблення	$\pm(1+1,7/\sin(a/2)+L/67)$
Вимірювання кроку різби, мкм	$\pm(1+1,7/\cos(a/2)+L/67)$

2.4 Методика вимірювання на УВМ-21

1. Увімкнути тумблер живлення мікроскопа.
2. Встановити на поздовжню каретку мікроскопа поворотний стіл (рису. 2.4).



Рис. 2.4 - Поворотний стіл УВМ-21

3. Увімкнути штепсель живлення підсвічування окуляра поворотного столу в електричну мережу мікроскопа.
4. Встановити в центр поворотного столу центрошукач (рис. 2.5).



Рис. 2.5 – Центрошукач

5. Провести пошук центру поворотного столу і записати координати центру столу.
6. Встановити на площину поворотного столу установчі призми (рис. 2.6).



Рис. 2.6- Установчі призми

7. Встановити фланець напівмуфти на установчі призми.
8. Провести закріплення напівмуфти і настановних призм за допомогою притисків на поворотному столі.

9. Викатати внутрішній діаметр виробу вручну (поєднавши центр поворотного столу з центром внутрішнього діаметра виробу) і закріпити притиски.
10. Провести набір КМД за дійсним розміром шпонкового паза виробу.
11. Встановити на об'єктив мікроскопа пристосування для закріплення індикатора ІРБМ (рис. 2.7).
12. Встановити набір КМД у шпонковий паз.
13. За допомогою ІРБМ шляхом обертання поворотного столу поєднати площину КМД із поперечною віссю переміщення каретки мікроскопа.
14. Витягти набір КМД.
15. Встановити на об'єктив мікроскопа головку ВО - 1.
16. За допомогою головки ВО - 1 знайти центр внутрішнього діаметра виробу і центр шпонкового паза. Шляхом послідовного торкання усіченої сфери важеля головки, стінок внутрішнього діаметра напівмуфти, і стінок шпонкового паза на висоті 8 мм від верхнього торця напівмуфти.



Рис. 2.7- ІРБМ

Положення сфери важеля зчитуємо за оптичними лінійками поздовжньої і поперечної подач мікроскопа.

Різниця між координатами центру шпонкового паза і центру внутрішнього діаметра дають нам неспіввісність шпонкового паза щодо внутрішнього діаметра на двох висотах.

2.5 Технічні характеристики головки ВО-1

Пристосування головка ВО-1 до універсального вимірювального мікроскопа призначене для внутрішніх лінійних вимірювань контактним методом. Зокрема, пристосування слугує для вимірювання діаметрів отворів, ширини пазів, канавок тощо.

Табл. 2.4 - Основні дані

Межі вимірювання	5 - 195 мм
Найбільша глибина вимірюваних отворів	13 мм
Вимірювальний тиск	15 +- 5 г.
Похибка показань при вимірюванні отворів, де L - вимірювана довжина в мм.	$\square (1,5 + \frac{L}{100})$ мкм

Пристосування складається з корпусу 1 (рис. 2.8), в який вмонтовано важіль, що хитається на горизонтальній осі. Важіль закінчується вимірювальним наконечником 2 з кульовою поверхнею. Наконечник закріплюється на кінці важеля гвинтом 3.

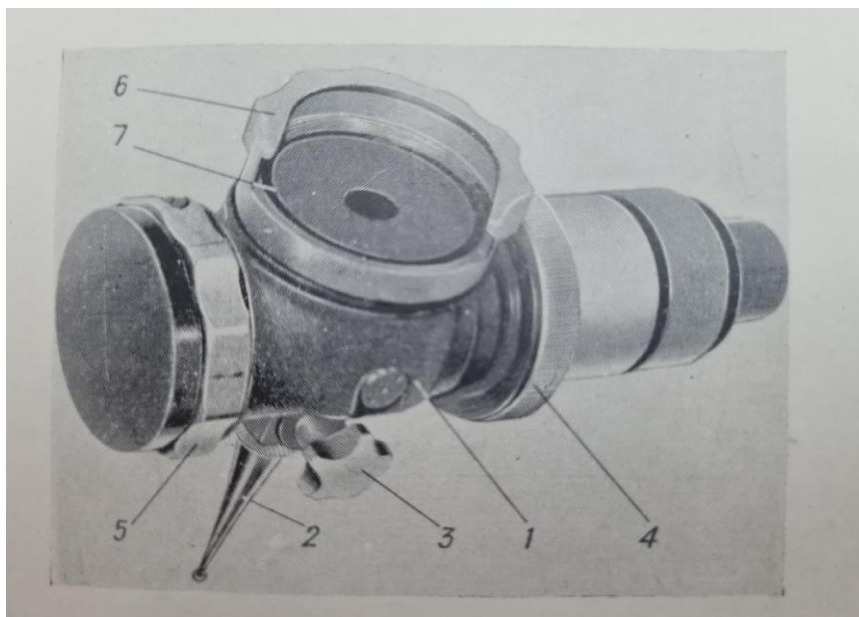


Рис. 2.8- ВО-1 головка

На осі важеля під кутом 45° до оптичної осі головного мікроскопа приладу УВМ-21 встановлено плоске дзеркало, як показано на рис. 2.8. Усередині корпусу розташована також сітка з нанесеними по вертикалі подвійними штрихами (ширина бісектора $0,01$ мм). Встановлення на різкість зображення штрихів бісектора сітки здійснюється обертанням кільця 4 (рис. 2.8 10). Зображення, відбите від дзеркала, проектується об'єктивом головного мікроскопа на його штрихову пластину.

Напрямок вимірювального тиску наконечника вимірюється поворотом на 180° кільця 5 зі стрілкою - показчиком.

Установку пристосування на прилад проводять так: надягають пристосування вирізом 7 на бортик оправы об'єктива зі збільшенням 3^x як показано на рис. 2.8. Вкручують освітлювальний патрон зі шнуром і вилкою в корпус пристосування і вмикають у мережу через трансформатор приладу.

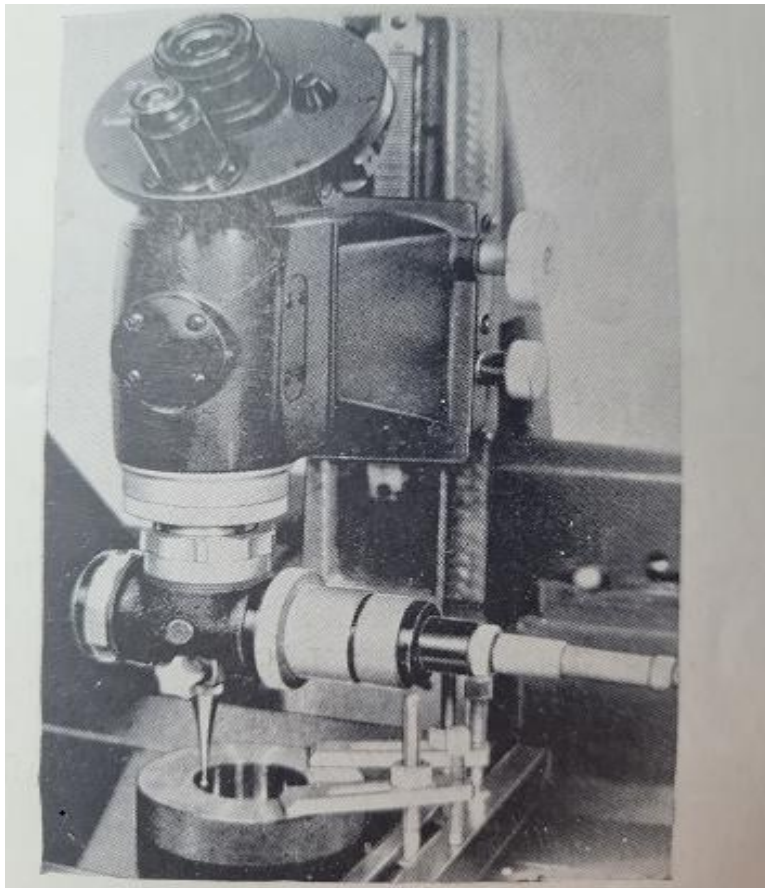


Рис. 2.9 - Встановлення пристосування на мікроскоп

2.6 Методика вимірювання виробу напівмуфти на УВМ-21 за допомогою ВО-1 головки

1. Увімкнути мікроскоп. Встановити ВО-1 головку на УВМ-21.
2. Вимірюваний виріб помістити на плоский столик мікроскопа, (попередньо протерши бяззю зі спиртом) і закріпити на ньому.
3. Переміщаючи кронштейн мікроскопа, ввести наконечник пристосування в отвір виробу і повернути кільце 5 так, щоб наконечник діяв у потрібному напрямі.
5. Обертанням мікрометричного гвинта поздовжньої каретки привести сферичний наконечник у зіткнення з поверхнею отвору, при

цьому в полі зору мікроскопа має спостерігатися зображення подвійних штрихів сітки.

6. Різкість зображення подвійних штрихів установити поворотом кільця 4 (рис. 2.8). Пристосування розгорнути в гайці 6 так, щоб подвійні штрихи сітки були строго паралельні вертикальним пунктирними лініями штрихової головки головного мікроскопа; після цього затягнути гайку і, спостерігаючи в мікроскоп, перевірити положення штрихів.

7. Перед вимірюваннями рекомендується переконатися в тому, що вісь вимірювання отвору перпендикулярна до поверхні плоского столика. Для цього привести вимірюваний наконечник у контакт з твірним отвором і, обертаючи фокусувальне кільце головного мікроскопа, спостерігати за зсувом подвійних штрихів відносно штрихової пунктирної лінії сітки головного мікроскопа; зсув не повинен перевищувати ширини бісектора сітки пристосування.

8. Під час вимірювання діаметра отвору потрібно, щоб контакт наконечника з твірною отвору був у двох діаметрально протилежних точках. Для цього, повільно переміщаючи поперечну каретку в той і інший бік і спостерігаючи в окуляр, знайти точку повернення зображення подвійних штрихів сітки, тобто момент, коли зображення штрихів змінює напрямок руху. У цьому положенні наконечник перебуватиме в діаметральному перерізі отвору.

9. Переміщенням поздовжньої каретки встановити подвійні штрихи сітки пристосування суворо симетрично відносно вертикальної лінії штрихової голівки і за допомогою відлікового мікроскопа зробити перший відлік за поздовжньою шкалою.

10. Поворотом кільця 5 (рис. 2.8) змінити напрямок вимірюваного тиску наконечника і переміщати подовжню каретку доти, доки вимірюваний наконечник не торкнеться протилежного боку отвору.

11. Діючи мікрометричним гвинтом поздовжньої каретки, установити подвійні штрихи сітки так само симетрично відносно пунктирної лінії сітки штрихової окулярної голівки та зробити другий відлік за тією ж шкалою. Різниця обох відліків плюс діаметр сферичного наконечника дасть діаметр вимірюваного отвору:

$$D = A - B + d,$$

де: А - перший відлік за шкалою поздовжнього ходу;

В - другий відлік за шкалою поздовжнього ходу;

d - діаметр сферичного наконечника.

Для підвищення точності вимірювання наводку і відліки повторити не менше трьох разів і визначити середнє значення.

Висновки по розділу

У другому розділі роботи було проведено аналіз характеристик обладнання, необхідного для проведення експерименту, і виконано написання методик проведення вимірювання співвісності на верстаті та мікроскопі.

Також розглянуто метрологічні характеристики AQ55L і UBM-21. Проведено вимірювання співвісності шпонкового паза і внутрішнього діаметра.

3 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1 Вимірювання співвісності на верстаті AQ55L

Для проведення експерименту нам необхідно провести п'ятикратні вимірювання діаметра сфери наконечника від ВО-1 головки і щупа від верстата AQ55L. Щоб надалі проаналізувати їхній вплив на розміри вимірювання співвісності. Ці операції були проведені у двох різних приміщеннях з різною температурою, вологістю та атмосферним тиском. Дані наведено в табл. 3.1 і 3.2. Для виконання вимірювань було використано такі СИ та допоміжні матеріали:

- Мікрометр важільний ГОСТ 4381 - 87 [19].
- Важільна скоба ГОСТ 11098 - 75 [20].
- Кінцеві міри 2 - Н1 ГОСТ 9038 - 83 [21].
- Спирт етиловий ректифікований ГОСТ 5962 - 2013 [22].
- Бязь ГОСТ 29298 - 2005 [23].
- Гігрометр психрометричний ВІТ - 2 ГОСТ 8.279-78 [24].
- Барометр

Табл.3.1 - Результати вимірювання наконечника ВО-1 головки (мм)

ВТК	Температура навколишнього середовища 21° С	Лабораторія	Температура навколишнього середовища 25° С
	Вологість 51%		Вологість 38%
	Атмосферний тиск 760 мм рт. ст.		Атмосферний тиск 760 мм рт.

		ст.
3,362	3,362	
3,3625	3,362	
3,3622	3,362	
3,3620	3,362	
3,3625	3,3625	

Табл. 3.2- Результати вимірювання щупа від верстата AQ55L (мм)

ВТК	Температура навколишнього середовища 21° С	Лабораторія	Температура навколишнього середовища 25° С
	Вологість 51%		Вологість 38%
	Атмосферний тиск 760 мм рт. ст.		Атмосферний тиск 760 мм рт. ст.
4,998		4,999	
4,9975		4,999	
4,998		5,000	
4,998		5,000	
4,998		4,999	

Для проведення експерименту нам необхідно провести десятикратні вимірювання співвідношення шпонкового паза і внутрішнього діаметра напівмуфти на УВМ-21 і на верстаті AQ55L. Дані наведено в табл.. 3.3.

Умови проведення вимірювань:

- температура 22° С
- вологість 51 %

– атмосферний тиск 760 мм рт ст.

Освітленість приміщення, що використовується для проведення вимірювань, відповідає ДСТУСП 52.13330.2016 Природне і штучне освітлення. Актуалізована редакція СНіП 23-05-95.

Табл. 3.3 - Результати вимірювання співвісності шпонкового паза відносно внутрішнього діаметра напівмуфти на верстаті AQ55L і УВМ-21

Співвісність за кресленням Т/2 0,06	
AQ55L	УВМ - 21
0,0332	0,035
0,0257	0,027
0,0381	0,034
0,0348	0,038
0,0193	0,013
0,0261	0,028
0,0324	0,031
0,0215	0,022
0,0346	0,029
0,0278	0,032

3.2 Обробка результатів вимірювань

Далі проведемо обробку результатів багаторазових спостережень відповідно до методики ГОСТ 8.207.

Етапи обробки результатів вимірювань. Розрахункові формули та результати величин наведено в табл. 3.4.

Табл. 3.4 - Покрокове опрацювання результатів вимірювань

Довірчі межі випадкової похибки оцінки вимірюваної величини	$\varepsilon = \tau \cdot S_x$ (1)	$\tau = 2,04;$ $\varepsilon = 0,31$
Довірчі межі невиключеної систематичної похибки (НСП): довірчі межі НСП	$\Theta_{\Sigma} = \pm \sum_{i=1}^m \Theta_i $ (2)	$\Theta_{\Sigma} = 1,2$
Довірчі межі похибки оцінки вимірюваної величини знаходять шляхом побудови композиції розподілів випадкових похибок і НСП, що розглядаються як випадкові величини.	$\Delta = K S'_{\Sigma}$ (3), де K - коефіцієнт, що залежить від співвідношення випадкової складової похибки і НСП $K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_{\bar{x}} + S'_{\Theta}}$ (4)	$\Delta = 1,27$ K=1,798
Обчислення СКО НСП	$S'_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}$ (5)	0,69
Оформлення запису оцінок вимірюваних величин, що вимірюються	$\bar{x} \pm \Delta$ (6)	(15,7862±1,27)
Сумарне середнє квадратичне відхилення (СКО) оцінки вимірюваної величини	$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_{\bar{x}}^2}$ (7)	$S_{\Sigma} = 0,71$

Етапи обробки результатів вимірювань, розрахункові формули та результати розрахунку оцінок невизначеності вимірюваної величини наведено в табл.3.5.

Табл. 3.5 - Покрокове опрацювання результатів вимірювань

Етапи обробки результатів вимірювань	Розрахункова формула	Результат (обробки) розрахунку
Розрахунок стандартної невизначеності арифметичного значення результатів вимірювань за типом А	$u_A(\bar{\sigma}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$	$u_A = 0,1514$
Розрахунок стандартних невизначеностей за типом В:	$u_B(x_i) = \frac{\theta_i}{\sqrt{3}}$	$U_B = 0,6936$
Розрахунок сумарної стандартної невизначеності	$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)}$	приймаємо коефіцієнти чутливості рівними $C1=C2=C3=1$. оскільки вимірювання прямі; $u_c = 0,7099$
розрахунок значення розширеної невизначеності	$U = k \cdot u_c(y)$	$U = 1,4198$
оформлення запису оцінок вимірюваних величин	$\bar{\sigma} = (\bar{\sigma} \pm U)$	$(15,7862 \pm 1,42)$

Висновки по розділу

Таким чином, у цьому розділі було проведено обробку результатів вимірювань співвісності шпонкового паза на верстаті AQ55L і на УВМ-21 за допомогою голівки ВО-1. Обробку здійснювали в програмі, складеній у середовищі LabVIEW. Для цього було задано діапазони верхньої і нижньої меж, у які мали входити фактичні значення співвісності шпонкового паза. Розрахунки в програмі виконувалися за формулами з табл. 3.5. Також зроблено висновки про те, що задані параметри вкладаються в допуск. Це і

було доведено проведеними розрахунками. Отже, можна стверджувати, що координатно-прошивальний верстат AQ55L за точністю можна порівняти з УВМ-21.

У цьому експерименті УВМ-21 був контрольно-вимірювальним приладом. Ґрунтуючись на результатах вимірювань фактичних розмірів сфер на вимірювальному щупі верстата AQ55L і наконечника ВО-1 голівки, доходимо висновку, що розмір цих сфер вкладається в допуск 0,001 мкм, а ця величина складає 2,5% від виміряної величини неспіввісності шпонкового паза відносно внутрішнього діаметра напівмуфти.

4 СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ

У роботі проведено дослідження можливості атестації верстата не проведення контрольних операцій. Дане дослідження проводиться в рамках виробництва в компанії ПрАТ «ЕЛАКС» Практичне обґрунтування застосування верстата AQ55L як КВМ з подальшою можливістю атестації його як КВМ. Це дасть змогу розвантажити метрологічний відділ, поклавши обов'язок контролю деталей і виготовлення на верстаті AQ55L на цей верстат і оператора.

Мета роботи - розглянути метрологічні характеристики AQ55L порівняно з УВМ-21 на прикладі деталі напівмуфта.

Використання верстата як КВМ дасть змогу розвантажити метрологічну службу виробництва, що дасть змогу скоротити час на виготовлення виробів, зменшити транспортні та часові витрати, а також економічні витрати.

Реалізація та впровадження результатів роботи - на підставі цього дослідження можна надалі запропонувати атестацію верстата як КВМ.

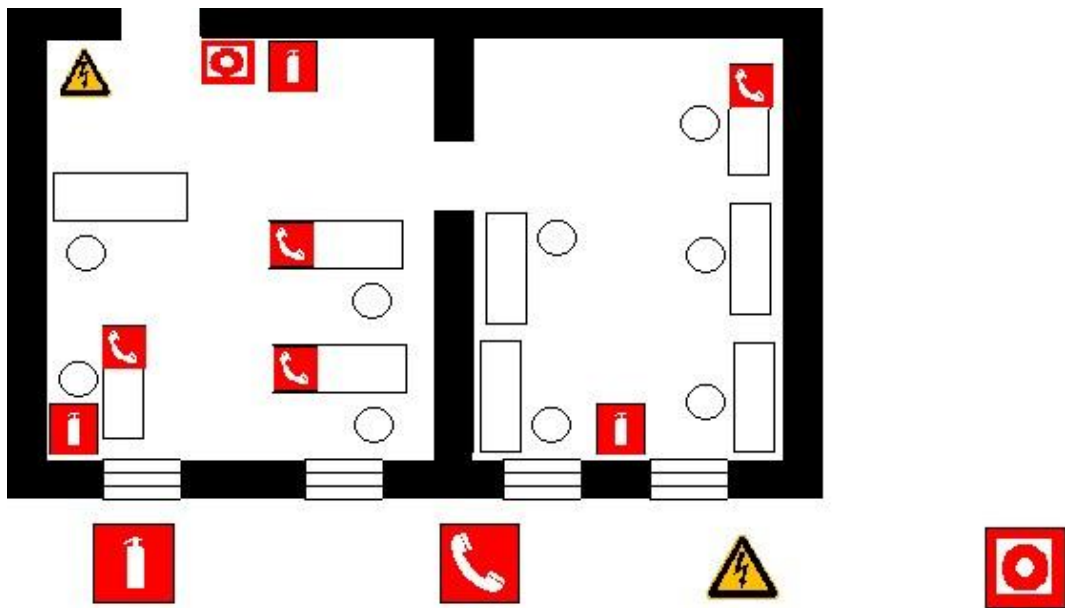
Дослідження проводилися на території закритого підприємства. Обробку отриманої інформації з приладу та її візуалізацію проводили на комп'ютері, що складається з системного блока і монітора, тому виконувані роботи зводяться до взаємодії з персональним комп'ютером.

Приміщення оснащене обладнанням:

- персональні комп'ютери (ПК);
- принтери та сканери;
- телефони;
- меблі (столи, стільці, шафи);

- розподільний щиток;
- освітлювальні прилади; вогнегасники.

Схему приміщення наведено на рис. 4.1, де прямокутниками позначено столи, а колами позначено стільці. Приміщення належить до класу приміщень без підвищеної небезпеки, оскільки відсутні умови, що створюють підвищену або особливо підвищену небезпеку.



Рису. 4.1- План приміщення

4.1 Правові та організаційні питання забезпечення безпеки

Велике значення в роботі має організація робочих місць співробітників і створення сприятливих умов праці.

Оптимальний режим праці та відпочинку - це одна з важливих умов якісної працездатності співробітників. У разі недотримання режиму праці та відпочинку знижується працездатність співробітників, з'являються головні болі, втома, хворобливі відчуття в очах, дратівливість, психоемоційне напруження [10].

Робоче місце представляє собою комп'ютерний стіл із персональним комп'ютером і верстат. Робота виконується сидячи, за невеликої фізичної напруги.

Згідно з [7] конструкція робочого місця і взаємне розташування всіх його елементів має відповідати антропометричним, фізичним і психологічним вимогам.

Головними елементами робочого місця є робочий стіл і стілець, при цьому робота проводиться в положенні сидячи. Отже, для унеможливлення виникнення захворювань, пов'язаних із малою рухливістю співробітника, необхідно мати можливість вільної зміни поз.

При організації робочого місця в приміщенні реалізуються такі правила:

- висота столу становить 720 мм, відповідно до норм [7] - висота столу становить 720 мм, 725 мм;
- робочий стілець не має регулювання висоти і поворотів, кут нахилу спинки стандартний і так само не має можливості регулювання, не має підлокітників;
- клавіатура розташовується на відстані від 150-200 мм від краю столу, що відповідає нормам [8].

Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше ніж 600 мм, шириною - не менше 500 мм, глибиною на рівні колін - не менше 450 мм і на рівні витягнутих ніг - не менше 650 мм.

Поверхня сидіння, спинки та інших елементів стільця (крісла) має бути напівм'якою, з нековзним покриттям, що не електризується, і повітропроникним покриттям, що забезпечує легке очищення від забруднень.

4.2 Виробнича безпека

Нині в процесі експлуатації підприємств виробничої сфери виникає проблема забезпечення безпеки виробничого персоналу та населення. Можливі небезпечні та шкідливі фактори наведено в табл. 4.1

Табл. 4.1 - Можливі небезпечні та шкідливі фактори

Фактори (ГОСТ 12.0.003-2015)	Етапи робіт			Нормативні документи
	Розробк	Виготов	лення експлуата	
1.Відхилення показників мікроклімату		+	+	СП 52.13330.2016 Природне та штучне освітлення. Актуалізована редакція СНиП 23-05-95 СанПіН 2.2.4.548-96 Гігієнічні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень ТОІ Р-45-084-01 Типова інструкція з охорони праці під час роботи на персональному комп'ютері ГОСТ 22269-76. Система "Людина-машина". Робоче місце оператора. Взаємне розташування елементів робочого місця. Загальні ергономічні вимоги ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. "Електростатичні поля. Допустимі рівні на робочих місцях та вимоги до проведення контролю". ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартів безпеки праці (ССБТ). Електробезпека.
2.Психофізіологічні навантаження		+	+	
3.Недостатня освітленість робочої зони Відсутність або нестача природного світла	+	+	+	
4.Впливи пов'язані з електромагнітними полями, що неіонізують тканини тіла людини	+	+		
5.Підвищене значення напруги в електричному колі, замикання якого може статися через тіло людини	+	+		

				Захисне заземлення. Занулення
--	--	--	--	----------------------------------

Розглянемо детально дії перелічених шкідливих факторів на організм людини.

4.2.1 Відхилення показників мікроклімату

Мікроклімат виробничого приміщення чинить великий вплив на організм людини, а також на організм людини, на її здоров'я і самопочуття, працездатність і продуктивність праці.

Метеорологічні умови у виробничих приміщеннях, або їхній мікроклімат, залежать від теплофізичних особливостей технологічного процесу, клімату, пори року, умов вентиляції та опалення.

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що оточує людину, який визначається поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря, а також температури навколишніх поверхонь, що діють на організм людини [13].

Несприятливий рівень мікроклімату може сприяти виникненню у людини певних наслідків, наприклад:

- порушення терморегуляції, внаслідок якого можливе підвищення температури, рясне потовиділення, слабкість.
- порушення водно-сольового балансу, може призвести до слабкості, головного болю, судомної хвороби.

Оптимальні та допустимі показники мікроклімату лабораторних приміщень згідно з [13] і [9] наведені в табл. 4.2 і 4.3.

Табл. 4.2 - Оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приміщень

Період року	Температура, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Теплий	від 23 до 25	від 40 до 60	0,1
Холодний	від 22 до 24	від 40 до 60	0,1

Табл. 4.3 - Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приміщень

Період року	Температура, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Теплий	від 22 до 28	55 (за 28° C)	0,1-0,2
Холодний	від 21 до 25	75	Не більше 0,1

У профілактичних цілях від впливу несприятливого мікроклімату мають бути проведені захисні заходи, наприклад, системи місцевого кондиціонування повітря, застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), регламент часу роботи.

Мікроклімат приміщення, в якому проводилася робота, відповідає допустимим нормам, наприклад, середня температура повітря у зимову пору року становить від 20 до 22° C, у літню від 22 до 24° C.

4.2.2 Психофізіологічні навантаження

Для того щоб мінімізувати психофізіологічні навантаження на співробітника, слід приділити увагу вимогам організації робочого місця. Конструкція робочого столу повинна забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (у цьому разі комп'ютера та експериментальної установки), з урахуванням його кількості та конструктивних особливостей, характеру виконуваної роботи. [9].

Для зменшення психофізіологічних навантажень на співробітника так само доцільно дотримуватися вимог до режиму праці та відпочинку.

В зокрема дотримання даних вимог дасть змогу мінімізувати нервово-психічні, нервово-емоційні перевантаження, а також стомлення очей, підвищене навантаження на зір.

Згідно з [14] рекомендується організовувати перерви (10 - 15) хвилин через кожні (45-60) хвилин роботи. При цьому тривалість безперервної роботи з комп'ютером не повинна перевищувати 2 годин.

Під час перерв слід виконувати комплекс вправ для зняття стомлення зорового аналізатора, напруження в хребті, а також загального емоційного напруження.

4.2.3 Недостатня освітленість робочої зони. Відсутність або брак природного світла

Освітлення робочих місць є одним із важливих чинників, що впливає на створення сприятливих і безпечних умов праці, які, своєю чергою, впливають на настрій, самопочуття і результативність діяльності працівника. Понад 90% інформації під час роботи людина отримує засобами зору, і недостатня освітленість ускладнюватиме діяльність робітника і навантажуватиме його понад допустиму норму, спричинятиме зменшення гостроти зору, стомлення організму і негативно позначатиметься на його психологічному стані.

На практиці використовують два види освітлення: природне і штучне. Природне бічне і штучне робоче, а також комбіноване, яке складається з місцевого освітлення робочих місць і загального освітлення приміщення.

Згідно з вимогами [14] і [15] необхідно під час проведення випробувань дотримуватися певних правил:

- застосовувати комбіновану освітленість;
- природне світло переважно має падати зліва;
- освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого документа має бути від 300 до 500 лк;

- освітленість поверхні екрана не повинна бути більше 300 лк;
- як джерела світла при штучному освітленні слід застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ і компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ);
- для забезпечення нормованих значень освітленості в приміщеннях для використання персональних електронно-обчислювальних машин слід проводити чищення стекол віконних рам і світильників не рідше ніж двічі на рік і проводити своєчасну заміну перегорілих ламп.

В приміщенні, де проводилася робота, освітленість комбінована, природне світло падає зліва, дотримано всіх норм освітленості, чищення вікон проводиться 2 рази на рік.

Розміри досліджуваного приміщення: довжина приміщення $A = 9$ м, ширина приміщення $B = 7$ м, висота стелі в приміщенні $H = 3,5$ м. У приміщення використовуються світлодіодні світильники із дзеркальними решітками.

Оскільки приміщення зі світлою стелею і стінами, прийемо коефіцієнти відбиття стін $p_c = 30 \%$ і стелі $p_n = 70 \%$. Коефіцієнт k для приміщень, освітлюваних світлодіодними світильниками, за умови чищення світильників не рідше ніж двічі на рік, береться рівним від 1,4 до 1,5.

Коефіцієнт запасу $k = 1,5$; поправочний коефіцієнт $z = 1,1$.

За формулою (4.1) визначимо розрахункову висоту підвісу світильників над робочою поверхнею (h).

$$H = H - h_p - h_c, \quad (4.1)$$

де H - висота стелі в приміщенні, м, $H = 3,5$ м;

h_p - відстань від підлоги до робочої поверхні столу, м,

$h_p=0,8$ м; h_c - відстань від стелі до світильника, м, $h_c = 0,1$ м.

Отже, $h = 2,6$ м. Коефіцієнт використання може бути визначений за

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (4.2)$$

де A - довжина приміщення, м, $A = 9$ м; B - ширина приміщення, м, $B = 7$.

$$i = \frac{9 \cdot 7}{3.5 \cdot (9 + 7)} = \frac{63}{56} = 1.125$$

За таблицею коефіцієнтів використання світлового потоку для відповідних значень i , ρ_c і ρ_n приймемо $\eta = 46\%$.

Світловий потік, що створюється кожною з ламп, розраховується за формулою

$$\frac{E \cdot S \cdot z \cdot k}{n \cdot \eta} \quad (4.3)$$

де Φ - світловий потік однієї лампи,

$F = 1700$ лк;

E - мінімальна освітленість, лк,

$E = 250$ лк;

S - площа приміщення. m^2 ,

$S = 63 m^2$; z - поправочний коефіцієнт,

$z = 1,1$; k - коефіцієнт запасу,

$k = 1,5$; η - коефіцієнт використання освітлювачів,

$\eta = 46\%$ n - число світильників у приміщенні.

Розрахуємо кількість лампочок у приміщенні, висловивши відношення з формули (4.4)

$$n = \frac{250 \cdot 63 \cdot 1 \cdot 1,15}{1700 \cdot 0,46} = 33 \quad (28)$$

Таким чином, використовувані світлодіодні світильники в кількості 16 шт., потужністю 12 Вт, які споживають струм 0,34 А при живленні від мережі 220 В, достатні для забезпечення мінімальної необхідної освітленості в аналізованому приміщенні.

Для забезпечення стабільної освітленості необхідно проводити чищення стекол віконних рам і світильників не рідше ніж двічі на рік. Також необхідно своєчасно проводити заміну перегорілих ламп.

4.2.4 Впливи пов'язані з електромагнітними полями, неіонізуючими тканини тіла людини

Вплив електромагнітного та електростатичного полів може призвести до появи головного болю і дисфункції низки органів. Електромагнітні випромінювання погіршують роботу судин головного мозку, що спричиняє ослаблення пам'яті, гостроти зору, так само спостерігаються хвороби серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, шкірні захворювання.

Тимчасові допустимі рівні електромагнітного поля, що створюються комп'ютером на робочому місці, наведено в таблиці 4.4 згідно з [16].

Табл.4.4- Тимчасові допустимі рівні ЕМП, створюваних комп'ютером на робочих місцях

Найменування параметрів	Тимчасовий
-------------------------	------------

		допустимий рівень
Напруженість електричного поля	у діапазоні частот від 5 Гц до 2 кГц	25 В/м
	у діапазоні частот від 2 кГц до 400 кГц	2,5 В/м
Найменування параметрів		Тимчасовий допустимий рівень
Щільність магнітного потоку	у діапазоні частот від 5 Гц до 2 кГц	250 нТл
	у діапазоні частот від 2 кГц до 400 кГц	25 нТл
Напруженість електростатичного поля		15 кВ/м

Для захисту від електромагнітних випромінювань необхідно забезпечити:

- раціональне розміщення випромінювальних і опромінювальних об'єктів, що виключає або послаблює вплив випромінювання на персонал;
- обмеження місця і часу перебування співробітників у електромагнітному полі;
- захист відстанню;
- використання поглинаючих або відбиваючих екранів;
- використання спеціальних захисних окулярів;
- лікувально-профілактичні заходи.

Відповідно до [8] за видом трудової діяльності цей вид робіт у приміщенні належить до групи Д, це означає, що варто скоротити час роботи за комп'ютером, робити перерви за 8-ми годинної зміни. Також застосовувати монітори зі зниженим рівнем випромінювання та захисні екрани.

4.2.5 Підвищене значення напруги в електричному колі, замикання якої може статися через тіло людини

Електробезпека являє собою систему організаційних і технічних заходів та засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електромагнітного поля, електричного струму та статистичної електрики.

На робочому місці лаборанта металевими є корпуси системного блока комп'ютера, цифрового осцилографа, мультиметра та генератора. Однак у конструкції приладів передбачено елемент для заземлення і дріт із заземлювальною жилою для приєднання до джерела живлення. Без заземлення величина електромагнітного поля в кілька разів перевищує допустимий безпечний рівень для здоров'я людини, встановлений у [17].

Таким чином, обладнання виконано за класом 1, відповідно до правил улаштування електроустановок (ПУЕ).

На підставі ГОСТ 12.1.038-82 "Система стандартів безпеки праці (ССБТ). Електробезпека. Гранично допустимі значення напруг дотику і струмів" [12]. Ступінь небезпечного впливу на людину електричного струму залежить від роду і величини напруги і струму, сили струму, частоти електричного струму і шляху проходження через тіло людини, а також тривалості впливу та умов зовнішнього середовища. [12].

Захисне заземлення або занулення повинно забезпечувати захист людей від ураження електричним струмом у разі дотику до металевих неструмоведучих частин, що можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції.

Як заземлювальні пристрої електроустановок насамперед мають бути використані природні заземлювачі.

Як заземлювальні та нульові захисні провідники слід використовувати спеціально призначені для цієї мети провідники, а також металеві будівельні, виробничі та електромонтажні конструкції. Як нульові захисні провідники

насамперед повинні використовуватися нульові робочі провідники. Для переносних однофазних приймачів електричної енергії, світильників при введенні в них відкритих незахищених проводів, приймачів електричної енергії постійного струму зазначеної норми як заземлювальні та нульові захисні провідники слід використовувати тільки призначені для цієї мети провідники.

Приміщення за небезпекою ураження електричним струмом можна зарахувати до 1 класу, тобто це приміщення без підвищеної небезпеки (сухе, безпилоне, з нормальною температурою повітря, ізолюваною підлогою і малим числом заземлених приладів).

З метою забезпечення електробезпеки виділяють такі вимоги згідно з [12]:

- використання безпечної напруги 12 і 36 В (для отримання використовують понижувальні трансформатори, які включають у стандартну мережу з напругою 220 або 380 В);
- контроль ізоляції електричних проводів;
- пристрій захисного заземлення і занулення;
- дотримання організаційних заходів забезпечення електробезпеки.

Так само обов'язковою умовою є проходження всіма співробітниками первинного, позачергового і повторного інструктажу з електробезпеки.

4.3 Екологічна безпека

Комп'ютер, який використовується в роботі, не спричиняє негативних впливів на навколишнє середовище, тому створення санітарно-захисної зони та вжиття заходів щодо захисту атмосфери, гідросфери, літосфери не є необхідними.

Комп'ютер у своєму складі містить токсичні речовини електронних відходів, як-от бромвмісні сповільнювачі горіння, полівінілхлориди, ртуть, які в процесі експлуатації не спричиняють негативних наслідків, проте згодом доводиться утилізувати персональний комп'ютер як твердий відхід.

При завершенні терміну служби ПК, його можна класифікувати, як відхід електронної промисловості.

Під час утилізації відбувається розбір комп'ютерів на такі компоненти: блоки живлення, процесори, електронні плати, кабелі. Утилізація як електронно-обчислювальних машин, так і іншої оргтехніки містить у собі роботи з: навантаження, транспортування, розвантаження, демонтажу та вилучення різних матеріалів із списаних технічних засобів, а також здавання на матеріали спеціалізованим організаціям для подальшої переробки. Основними матеріалами, які витягуються з технічних засобів, є: чорний метал (алюміній, мідь), пластик, плати, що містять дорогоцінні метали, скло. Переробка таких відходів здійснюється згідно з [11].

4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Одна з можливих надзвичайних ситуацій - пожежа, тому пожежна безпека передбачає забезпечення безпеки людей і збереження матеріальних цінностей підприємства на всіх стадіях його життєвого циклу. Основними системами пожежної безпеки є системи запобігання пожежі та протипожежного захисту, включаючи організаційно-технічні заходи.

Причинами виникнення пожежі може бути коротке замикання, іскріння та електричні дуги, перевантаження за струмом, статична електрика, а також недбале необережне поводження з вогнем, наприклад, залишені без нагляду нагрівальні прилади.

Для усунення причин виникнення пожеж у приміщенні лабораторії повинні проводитися такі заходи:

1. призначення відповідального за пожежну безпеку приміщень;
2. проведення обов'язкового первинного інструктажу з пожежної безпеки;
3. видання наказів з питань посилення пожежної безпеки;
4. використання тільки справного обладнання;
5. куріння в строго відведеному місці;
6. утримання шляхів і проходів для евакуації людей у вільному стані.

Для виключення виникнення пожежі необхідно вчасно виявляти й усувати несправності, проводити плановий огляд.

Використання в приміщенні відкритих електронагрівальних приладів може призвести до пожежі, тому що в приміщенні перебувають паперові документи і довідкова література у вигляді книг, посібників, а папір - легкозаймистий предмет.

З метою профілактики пожежі пропонується не використовувати відкриті обігрівальні прилади в приміщенні лабораторії. З метою зменшення ймовірності виникнення пожежі внаслідок короткого замикання необхідно, щоб електропроводка була прихованою.

Ще одним фактором виникнення пожежі може стати куріння в приміщенні. Тому куріння в приміщенні категорично заборонено.

У разі виникнення такої НС, як пожежа, необхідно вжити заходів з евакуації персоналу з кабінету відповідно до плану евакуації, зображеного на малюнку 18. За відсутності прямих загроз здоров'ю і життю здійснити спробу гасіння загоряння, що виникло, вогнегасником. У разі втрати контролю над пожежею необхідно евакуюватися слідом за іншими співробітниками за планом евакуації і чекати на приїзд фахівців пожежної охорони. У разі виникнення пожежі має спрацювати система пожежогасіння, видавши попереджувальні сигнали і передавши на пункт пожежної станції сигнал про

НС, у разі, якщо з якихось причин система не спрацювала, необхідно самостійно викликати пожежну службу за телефоном 101, повідомити місце виникнення НС і очікувати на приїзд фахівців пожежної охорони.

Будівля виробничого корпусу, в якому розташовується приміщення, відповідає вимогам пожежної безпеки. У будівлі встановлено систему охоронно-пожежної сигналізації, наявні порошкові вогнегасники та план евакуації, а також встановлено план евакуації із зазначенням напрямків до запасного (евакуаційного) виходу.



Рис. 4.2 - План евакуації

Обов'язкових вимог пожежної безпеки, яких необхідно дотримуватися, встановлено ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожежна безпека.

Цей стандарт установлює загальні вимоги пожежної безпеки до об'єктів захисту різного призначення на всіх стадіях їхнього життєвого циклу. дослідження, розроблення нормативних документів, конструювання,

проектування, виготовлення, будівництво, виконання послуг (робіт), випробування, закупівля продукції за імпортом, продаж продукції (зокрема на експорт), зберігання, транспортування, установа, монтаж, налагодження, технічне обслуговування, ремонт (реконструкція), експлуатація (застосування) та утилізація. Для об'єктів, що не відповідають чинним нормам, стандарт встановлює вимоги до розроблення проєктів компенсуючих засобів і систем забезпечення пожежної безпеки на стадіях будівництва, реконструкції та експлуатації об'єктів.

Щоб уникнути виникнення пожежі:

- необхідно проводити регулярні перевірки пожежної сигналізації, первинних засобів пожежогасіння;
- забороняється залишати після закінчення робочого часу не знеструмлені обладнання в приміщеннях, у яких відсутній черговий персонал, за винятком чергового освітлення, систем протипожежного захисту;
- забороняється розміщувати меблі, обладнання та інші предмети на підходах до пожежних кранів внутрішнього протипожежного водопроводу і первинних засобів пожежогасіння, біля дверей евакуаційних виходів, люків на балконах і лоджіях, у переходах між секціями і виходами на зовнішні евакуаційні сходи;
- забороняється проводити прибирання приміщення швидкозаймистими засобами;
- необхідно проведення інструктажу працівників щодо дій під час пожежі;
- необхідне створення плану евакуації та розміщення його примірників у доступних місцях.

Для унеможливлення виникнення пожежі з цих причин необхідно вчасно виявляти й усувати несправності, проводити плановий огляд і своєчасно усувати всі несправності та несправні електроприлади та не використання несправні електроприлади.

В випадок виникнення пожежі на робочому місці, де використовується ПЕОМ, необхідно відключити електромережу в приміщенні (в разі виникнення пожежі через несправність електропроводки). Гасіння пожежі допускається сухим піском або вуглекислотним вогнегасником.

Висновки по розділу

У четвертому розділі було розглянуто санітарно-технічні норми, техніку безпеки, роботу в надзвичайних ситуаціях, а також організаційні питання забезпечення безпеки робочої зони. Було виявлено можливі джерела виникнення шкідливих і небезпечних чинників, а також запропоновано комплекс заходів, за допомогою яких відбувається мінімізація негативного впливу чинників, що виникають під час роботи з комп'ютером, експериментальною установкою. Завдяки проведенню цих заходів можна підвищити продуктивність праці та поліпшити умови роботи.

ВИСНОВОК

1. Було розроблено методику вимірювання для верстата AQ55L і УВМ-21, а також було випробувано на виробі напівмуфту. Результати вимірювань підтверджують правильність написання методики.
2. Було проведено вимірювання співвісності шпонкового паза і внутрішнього діаметра. Проаналізовано результати цих вимірювань.
3. Проведено експеримент із заміру співвісності шпонкового паза і внутрішнього діаметра напівмуфти.
4. Спроектовано та проведено експеримент у програмному середовищі LabVIEW з визначення викидів із заданого допуску.
5. Проаналізували вплив похибки вимірюваної сфери на ВО - 1 голівці та щупі верстата AQ55L.

Виконавши аналіз проведеного експерименту, робимо висновок, що різниця значень між вимірюваннями на координатно-прошивальному верстаті AQ55L і універсальному вимірювальному мікроскопі (УВМ-21) укладаються в допуск 0,002 мкм. Це дає нам змогу вважати вимірювання, проведені на верстаті, тотожно рівними вимірюванням на мікроскопі. Ґрунтуючись на цьому висновку можна рекомендувати використовувати координатно-прошивальний верстат AQ55L як координатно-вимірювальну машину (КВМ). Але оскільки лінійні переміщення мікроскопа і лінійні переміщення верстата відрізняються в 5 разів, то для подальшої підготовки до атестації верстата потрібні масштабніші метрологічні дослідження із залученням метрологічних засобів вимірювання, які мають схожі параметри за лінійними переміщеннями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://elaks.ua/>
2. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. – Geneva: ISO, 2015.
3. Воронін, С. П., Тищенко, О. Г. Методи контролю якості продукції в сучасних виробничих системах. – Харків: Технополіс, 2020. – 248 с.
4. Іванов, О. П., Петров, І. В. Контроль і управління якістю продукції. – Київ: Вища школа, 2018. – 320 с.
5. Juran, J. M., Gryna, F. M. Quality Control Handbook. – New York: McGraw-Hill, 2020. – 1280 p.
6. ГОСТ Р 54002-2010. Системи менеджменту якості. Основні положення.
7. Мельник, І. І., Стеценко, В. М. Основи конструкції верстатів. – Київ: Вища школа, 2019. – 280 с.
8. ISO 230-1:2012. Test code for machine tools – Part 1: Geometrical accuracy of machines operating under no-load or finishing conditions. – Geneva: ISO, 2012.
9. Ляшенко, М. І., Коваленко, О. П. Проектування та експлуатація верстатів. – Харків: Технополіс, 2021. – 350 с.
10. DIN 8580:2019. Production processes – Classification and designations of manufacturing processes. – Berlin: Deutsches Institut für Normung, 2019.
11. Власенко, О. А. Сучасні технології в обробці на верстатах. – Дніпропетровськ: Техніка, 2020. – 312 с.
12. ISO 14955-1:2020. Environmental evaluation of machine tools – Part 1: General criteria for the selection of measuring methods. – Geneva: ISO, 2020.
13. Тищенко, В. О. Програмування та автоматизація обробки на верстатах з ЧПК. – Київ: Наукова думка, 2018. – 260 с.
14. CNC Milling Handbook. Hermann, W., & Jones, P. – New York: McGraw-Hill, 2021. – 450 p.

15. Михайленко, В. І. Основи технології верстатів і автоматичних ліній. – Львів: Львівська політехніка, 2019. – 200 с.
16. ISO 10791-1:2019. Machine tools – Test conditions for machining centres – Part 1: Geometric accuracy and repeatability of positioning. – Geneva: ISO, 2019.
17. Сергієнко, І. А. Модернізація верстатів і автоматизованих систем обробки. // Механізм і машина. – 2020. – №4. – С. 11-19.
18. IEC 60034-1:2010. Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance. – Geneva: IEC, 2020.