

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний інститут, Машинобудівний факультет

(повне найменування інституту, назва факультету)

Металорізальні верстати та інструмент

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему *Розробка верстата для прецизійної обробки конусів та дослідження впливу елементів технологічної системи на точність обробки.*

Виконав: студент 6 курсу, групи М-213м
спеціальності (напряму підготовки)

133 Гашурове машинобудування
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Коломацький О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Фролов М.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Циганов В.В.

(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра Металорізальних верстатів та інструментів
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність 133 Галузь машинобудування
 (код і назва)
 Напрямок підготовки _____
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МВта 4
М. В. Фролов
 "17" 12 2018 року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Колошаєвському Олексію Валерійовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка верстата для прецизійної обробки конусів та дослідження впливу елементів технологічної системи на точність обробки.
 керівник проекту (роботи) Фролов Михайло Володимирович, доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "07" 11 2018 року № 339

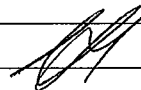
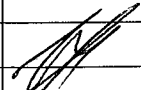
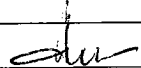
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 14.12.18.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) креслення токарного верстату; партія твердосплавних пластинок у кількості 35 штук.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналітичний огляд; Аналіз конструкції різців з механічним кріпленням пластин; дослідження впливу способу кріплення і бар'єрних багаторамних підстилок на точність; математична оцінка отриманих результатів досліджень; вхоро на практиці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Токарно-гвинторізний верстат для прецизійної обробки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	приймав виконане завдання
1-7	Фролов М.В.		
8	Шешерко В.Т.	10.10.18	12.12.18
Нормокомент- роць	Гуцико А.В.	17.12.18	

7. Дата видачі завдання 01.10.2018р.

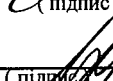
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Аналітичний огляд	1.10. - 20.10.18.	
2.	Аналіз конструкції різень з механіг. кріпленням твердостійких пластич.	12.10. - 22.10.18.	
3.	Напрямки металорізальних верстатів	22.10. - 01.11.18.	
4.	Проведення експерименту.	01.11. - 25.11.18.	
5.	Математична оцінка отриманих результатів.	06.11. - 15.11.18.	
6.	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.	15.11. - 28.11.18.	
7.	Оформлення пояснювальної записки та креслень.	25.11. - 10.12.18.	

Студент


(підпис)Коломацький Д.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)Фролов М.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: _106_ с, _47_ рис., _4_ табл., _10_ літературних джерел.

Мета роботи: розробити верстат для прецизійної обробки конусів та дослідити вплив елементів технологічної системи на точність обробки.

У роботі було виконано:

- проведений аналіз літературних джерел з впливу елементів технологічної системи на точність обробки матеріалів з обґрунтуванням необхідності проведення досліджень запланованої роботи;
- проведений аналіз конструкції різців з механічним кріпленням твердосплавних пластин;
- розглянуті напрямні металорізальних верстатів;
- розглянуті шпиндельні вузли металорізальних верстатів;
- проведена оцінка впливу способу кріплення і базування багатогранних пластинок на точність;
- проведена математична оцінка отриманих результатів.

Методи дослідження: теоретичний аналіз, комп'ютерне моделювання, аналітичний і графоаналітичний метод, графічний метод.

ДИСПЕРЦІЯ, ПЛАСТИНИ, РІЗЕЦЬ, ШПИНДЕЛЬ, КОЕФІЦІЄНТ
ВАРІАЦІЇ, ВЕРСТАТ, ВУЗОЛ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ, АНАЛІЗ
РОЗПОДІЛЕННЯ, ПРЕЦИЗІЙНА ОБРОБКА.

ЗМІСТ

	Вступ.....	6
1	Прецизійна обробка деталей. Аналітичний огляд.....	8
1.1	Прецизійне точіння.....	8
1.2	Прецизійне обладнання.....	9
1.3	Фактори і елементи технологічної системи, що впливають на точність обробки.....	12
2	Аналіз конструкції різців з механічним кріпленням твердосплавних пластин.....	15
2.1	Типи кріплення пластин.....	19
3	Напрявні металорізальних верстатів.....	24
3.1	Огляд лінійних напрямних.....	24
4	Шпиндельні вузли металорізальних верстатів.....	46
4.1	Вплив елементів технологічної системи на точність обробки.....	51
4.2	Похибка установки заготовки.....	51
4.3	Похибка налаштування технологічної системи.....	52
4.4	Жорсткість технологічної системи.....	53
4.5	Розмірний знос ріжучого інструменту.....	54
4.6	Температурні деформації верстата.....	56
4.7	Елементи верстата та його розробка для прецизійної обробки конусів.....	59
4.8	Вибір модуля лінійного переміщення.....	62
4.9	Вибір шпинделю верстата.....	63
4.10	Швидкозмінний різцетримач картриджного типу SWH.....	64
5	Дослідження впливу способу кріплення і базування багатогранних пластинок на точність.....	67
6	Опис проведення експерименту.....	70
7	Математична оцінка отриманих результатів.....	75
7.1	Дисперсія та середнє квадратичне відхилення.....	75

7.2	Теоретичні закони розподілення та їх властивості. Центри розподілення.....	76
7.3	Побудова варіаційного ряду.....	77
7.4	Коефіцієнт варіації.....	81
7.5	Довірчий інтервал, довірна ймовірність та рівень значущості.....	83
8	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	91
8.1	Аналіз потенційних небезпек.....	91
8.2	Заходи забезпечення безпеки.....	92
8.3	Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	94
8.4	Заходи з пожежної безпеки.....	100
8.5	Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	102
	Висновки.....	105
	Список використаних джерел.....	106

ВСТУП

Металорізальні інструменти з механічним кріпленням змінних багатогранних пластин (СМП), що з'явилися в світовому машинобудуванні в кінці 50-х років ХХ-го століття, протягом відносно короткого проміжку часу завоювали собі провідне становище в інструментальній промисловості внаслідок наступних переваг в порівнянні з знапаяними: підвищення стійкості і продуктивності праці, скорочення втрат інструментальних матеріалів, взаємозамінності СМП, спрощення інструментального господарства, можливості використання одного корпусу для закріплення пластин з різних інструментальних матеріалів і простоти заміни ріжучої вершини інструменту після затуплення.

Разом з тим, практика застосування цього класу інструментів показала, що вони часто мають меншу жорсткістю конструкцій, мають неоптимальну геометрію допоміжних лез і вимагають більш високого рівня культури праці і виробництва. Тому знання і врахування зазначених особливостей при конструюванні, виготовленні та експлуатації інструментів з СМП сприятимуть розширенню сфери їх застосування з різців (до 90% номенклатури) і фрез (близько 50%) на осьові, протяжні і інші інструменти.

Пропонована робота містить опис основних закономірностей процесу різання чорних металів різцями збірними з механічним кріпленням твердосплавних СМП, серед яких розглянуті особливості зношування ріжучої частини, вплив елементів режиму різання і геометрії леза на стійкість, силу різання і економічну ефективність процесу. Наведено методики апроксимації отриманих експериментальних залежностей і розгорнуті емпіричні формули для визначення стійкості, швидкості і сили різання при обробці сталей і чавунів збірними різцями з СМП.

Мета роботи: розробити верстат для прецизійної обробки конусів та

дослідити вплив елементів технологічної системи на точність обробки.

Задачі:

- провести аналіз літературних джерел з впливу елементів технологічної системи на точність обробки матеріалів;
- провести аналіз конструкції різців з механічним кріпленням твердосплавних пластин;
- розглянути напрямні металорізальних верстатів;
- розглянути шпиндельні вузли металорізальних верстатів;
- дослідити впливу способу кріплення і базування багатогранних пластинок на точність;
- провести математичну оцінку отриманих результатів.

1 ПРЕЦИЗИЙНА ОБРОБКА ДЕТАЛЕЙ. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Прецизійне точіння

Прецизійна токарна обробка (тонке обточування і розточування, алмазна обробка) характеризується високими швидкостями різання (100-1000 м / хв і більше), малими подачами (0,01-0,15 мм / об) і глибинами різання (0,05 -0,3 мм) при високій виброустойчивости технологічної системи.

Деталі зі сталі, в процесі обробки яких мають місце ударні навантаження (при наявності пазів, які перетинають отворів і ін.), А також деталі зі сталі і високоміцного чавуну високої твердості обробляють при більш низьких скоростях різання (до 50 м / хв). У деяких випадках при обробці деталей зі сталі і високоміцного чавуну підвищеної твердості, при наявності обладнання високої жорсткості, потужності і відповідної частоти обертання шпинделя доцільно застосовувати різці, армовані СТМ, швидкості різання можуть бути збільшені до 150 м / хв і більше.

Прецизійне точіння забезпечує отримання поверхонь правильної геометричної форми, з точним просторовим розташуванням осей і параметр шорсткості поверхні $R_a = 0,63 - 0,063$ мкм, в той же час цей метод високопродуктивний.

При розточуванні деталей з мідних сплавів різцями, армованими алмазами або композиційними матеріалами, з використанням шпиндельних головок з високоточними підшипниками можна отримати параметр шорсткості поверхні $R_a = 0,032 - 0,020$ мкм, при розточування деталей з алюмінієвих і бронзових сплавів $R_a = 0,063 - 0,04$ мкм.

При використанні стандартних шпиндельних головок і тих же умовах можна забезпечити параметр шорсткості поверхні $R_a = 0,50 - 0,16$ мкм.

Внаслідок малих перетинів стружки сили різання і нагрівання деталі під час обробки незначні. Це виключає утворення великої деформованого поверхневого шару і дозволяє обмежуватися малими силами при закріпленні

деталі для обробки. Точність одержуваних розмірів 8 -9-го квалітету, а при певних умовах 5 -7-го квалітету.

На обробно-розточувальних верстатах зазвичай витримують допуск 5-15 мкм на діаметрі 100 мм, відхилення від круглості і конусообразность - в межах 3-10 мкм. Більш високу точність отримують при обробці деталей з кольорових сплавів, при обробці деталей зі сталі і чавуну точність нижче, так як в більшій мірі позначається вплив зносу різця в процесі роботи. Точність обробки при розточування залежить від відношення довжини до діаметру оброблюваної поверхні. При обробці на обробно-расточних верстатах отвори, у яких відношення довжини до діаметру менше 2, прийнято вважати короткими, рівне 2 - 4 - середніми, більше 4 - довгими. Прецизійне точіння часто застосовують перед хонингованням, суперфінішуванням, притиранням. У точних циліндричних коліс після токарного оброблення на вертикальних багатошпиндельних напівавтоматах одночасно росточують отвори і підрізають торці з допуском 0,015-0,02 мм на діаметр і 0,05 мм на лінійні розміри, хонингуються отвори і суперфінішують торці. Прецизійні роботи мають велику ступінь важливості для отримання виробів з високою точністю поверхонь.

1.2 Прецизійне обладнання

Металоріжучий верстат - це верстат для високоточної (прецизійної) обробки деталей. Сучасний металорізальний верстат можна розглядати як якусь систему з трьох складових: вимірювальної, обчислювальної, виконавчої. Жодна з них недосконала, кожна вносить похибки в точність виготовлення.

Точність вимірювальної частини залежить від показань застосовуваних датчиків. Точність вимірювання підвищується із застосуванням більш досконалих датчиків - вимірювальних пристроїв, сьогодні подібні пристрої здатні відстежувати розміри до декількох нанометрів. Прецизійні верстати з ЧПУ містять обчислювальні процесори з високою швидкістю і вирішальні багато завдань із заданою точністю. У режимі реального часу прораховуються

величезні масиви даних з будь-якої розрядністю чисел. Завдяки досягненням електроніки, обчислювальна система має найбільшу точність. Виконавча точність безпосередньо залежить від вузлів і агрегатів верстата. Чим вище будуть параметри складових обладнання, тим менша складеться остаточна похибка.



Рисунок 1.1 – Токарний верстат BENZINGER

Обробка металу з високою (прецизійної) точністю вимагає особливого підходу для виготовлення верстатного обладнання. Все прецизійні верстати діляться на класи за ступенем граничної точності, з якою вони здатні обробляти деталі:

- Верстати класу А (особливо висока точність);
- Клас В (обладнання високої точності);
- Клас С (верстати особливої точності);
- Верстати клас П (підвищена точність обробки).

Точні забезпечує обробку деталей ідеальної геометричної форми, особливо точним просторовим розташуванням осей обертання. Верстати дозволяють отримати шорсткість поверхні до одинадцятого класу чистоти. Параметри виготовлення, при певних умовах, досягають значень характерних для першого класу чистоти.

Для досягнення таких показників необхідно застосування верстатних вузлів і агрегатів, виготовлених згідно з відповідними стандартами, мають мінімальні похибки при їх виробництві. Особливе значення надається використанням підшипників. На прецизійних верстатах по металу використовуються гідродинамічні і аеростатичні підшипники високого класу виготовлення. При роботі металообробного обладнання відбувається велике виділення тепла, що впливає як на вузли верстата, так і на заготовки. При цьому і ті, й інші відчувають механічні деформації, що призводять до зниження точності виготовлення. У високоточних верстатах реалізована функція активного відведення тепла, що перешкоджає геометричним відхиленням елементів верстата і деталей. Зниження рівня небажаних вібрацій також сприяє точності виготовлення. Двигуни, редуктори містять рухомі частини, які мають люфти, поверхні ковзання з часом зазнають знос - все це безпосередньо впливає на якість обробки. Таке поняття, як точність позиціонування системи «верстат - деталь», безпосередньо залежить від виконавчої точності. Вартість обладнання значно вище в порівнянні зі звичайними верстатами. Це є наслідком застосування новітніх наукоємних технологій при виготовленні верстатів. Як приклад можна вказати використання аеростатичних напрямних, де супорт з робочим інструментом ковзає на відстані в кілька мікрон від поверхні. Тобто фактично знаходиться в «повітрі».

Деякі моделі прецизійних токарних верстатів здатні обробляти деталі з точністю до 0,0002 мм, при частоті обертання шпинделя 15000 об / хв.

Сучасний прецизійний шліфувальний верстат - це автоматизований комплекс, що дозволяє обробляти деталі з точністю до 0,01 мм. Прецизійні шліфувальні верстати здатні обробляти внутрішні і зовнішні поверхні деталі за одну установку. Прецизійний свердлильний верстат володіє жорсткою конструкцією, обладнаний цифровою індикацією, що відображає параметри свердління.

Загальним для всіх типів прецизійних верстатів є використання в приводах фрикційних передач. При цьому підвищується якість виготовлення,

спрощуються кінематичні ланцюги. Більш високий ККД знижує собівартість робіт.

1.3 Фактори і елементи технологічної системи, що впливають на точність обробки

Системою називається сукупність функціонально пов'язаних між собою елементів до яких відносяться інструмент, напрямні, шпіндельний вузол. Система може бути розділена на підсистеми різної складності. Сукупність значень властивостей системи в певний момент часу називається станом системи. Згідно з визначенням ГОСТу, технологічна система - це "сукупність функціонально пов'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва та виконавців для виконання в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів чи операцій».

Найважливішими властивостями будь-якої технологічної системи є стабільність і надійність функціонування; гнучкість і здатність до адаптації, висока інтенсивність, малостадійність і малоопераційних, маловідходних і безвідходних. Здатність до адаптації є найважливішою властивістю системи. Під адаптацією розуміється така реакція на зміну внутрішнього або зовнішнього середовища, яка протидіє зниженню ефективності функціонування системи. Важливою властивістю системи є її надійність. Надійність системи - це не тільки надійність обладнання і технологічних процесів, а й оптимальність її структури, заснована на малостадійності, малоопераційних безперебійності, мінімізації витрат на випуск достатньої кількості продукції високої якості. Малостадійність і малоопераційних технологічної системи дають можливість різко підвищити продуктивність праці і скоротити потребу в виробничих площах. Для функціонування виробничої системи велике значення мають принципи її організації: безперервність, ритмічність, замкнутість. Безперервність і ритмічність забезпечують найкращі умови функціонування.

Принцип замкнутості багаторазових циклів сприяє створенню високоефективних безвідходних технологічних систем.

Види технологічних систем та зв'язки в них.

Система, як правило, складається великого числа елементів, пов'язаних між собою і навколишнім середовищем і діючих як єдине ціле. Наприклад, верстати, апарати, механізми, агрегати пов'язані між собою транспортними потоками сировини, матеріалів, енергії і т.п. Класифікація технологічних систем здійснюється за такими ознаками:

- ієрархічним рівнем (операція, технологічний процес, виробничий підрозділ, підприємство);

- рівнем автоматизації (механізовані системи, автоматизовані та автоматичні);

- рівнем спеціалізації (спеціальна технологічна система, тобто система, призначена для виготовлення чи ремонту виробу одного найменування і типорозміру; спеціалізована - призначена для виготовлення чи ремонту групи виробів; універсальна система, що забезпечує виготовлення виробів з різними конструктивними і технологічними ознаками);

- типу технологічних зв'язків. Продукція паралельної технологічної системи дорівнює сумі продукції всіх складових її елементів. Характерною особливістю технологічних систем з послідовною зв'язком є те, що випуск продукції такої системи визначається її лімітуючим ланкою. Результат праці одних складових складної систем може бути предметом праці, знаряддям або засобом праці для інших складових, а може і не бути використаний у виробництві якимись складовими

В даний час широке застосування отримали збірні інструменти з СМП при всіх видах механічної обробки різанням. За даними каталогів ріжучих інструментів зарубіжних фірм майже повністю відсутня інструмент з напайними тврдосплавними пластинами. За даними ВНДІ інструмента досвід впровадження вітчизняних різців з СМП показав переваги в порівнянні з напайним інструментом - це підвищення стійкості пластин на 25- 30%,

зменшення витрат твердого сплаву в 2 рази, зменшення сумарних витрат на виготовлення інструменту в 3-4 рази, підвищення продуктивності праці на 20-25% . Переваги збірної інструменту з СМП Особливо ефективно використання збірної ріжучого інструменту на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ), що дозволяє виробляти бесподналадочную обробку. Існує велика кількість практичних рекомендацій щодо застосування збірної інструмента в інструментальних каталогах і довідниках. Однак універсальної методики визначення конструктивних параметрів СМП не існує.

2 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ РІЗЦІВ З МЕХАНІЧНИМ КРІПЛЕННЯМ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ПЛАСТИН

Ріжуча здатність різців залежить, перш за все, від матеріалу ріжучої частини. Однак ефективне використання ріжучих властивостей сучасних інструментальних матеріалів можливо лише при правильному виборі конструкції інструменту і якісному його виготовленні.

В даний час різці, оснащені пластинами твердого сплаву, по суті витіснили різці з швидкорізальної сталі і знайшли широке застосування в машинобудуванні. За конструкцією різець є простим інструментом. Він являє собою пластину твердого сплаву, закріплену на призматичному корпусі - державке. Форма пластини твердого сплаву може бути різною. У промисловості знаходять застосування різці з призматичними (рис. 2.1 а), багатограними (рис.2.1 б) і круглими (рис. 2.1 в) пластинами. Твердосплавні пластини маркуються за єдиною системою ISO (додаток А).



а

б

в

а) призматична; б) багатогранна; в) кругла

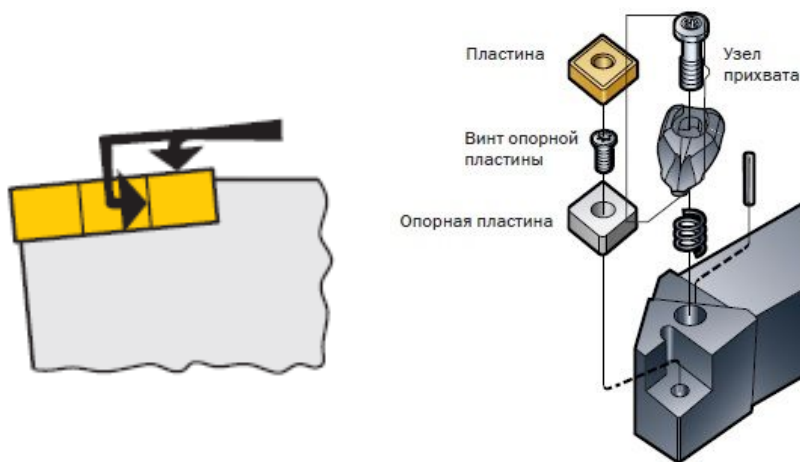
Рисунок 2.1 – Форма твердосплавних пластин

Корпуси різців виготовляються зі сталі 45 або сталі 40Х. Закріплення пластини на корпусі здійснюється одним із двох способів: пайкою або механічним кріпленням.

Пайка проводиться за допомогою припоїв з латуні або червоної міді. Сталі і тверді сплави мають різні значення коефіцієнта температурного

розширення. При охолодженні після пайки поверхневі шари металу корпусу різця стискаються швидше, ніж шари твердого сплаву, що володіє меншим коефіцієнтом температурного розширення. В результаті в паяних шарі виникають дотичні напруження. При зношуванні різального леза різця його працездатність відновлюють повторними переточуваннями, під час яких розміри пластини зменшуються. Тому міцність пластини з кожної переточуваннями падає, і дотичні напруження можуть викликати її розтріскування або навіть руйнування. При нагріванні пластини і корпусу в процесі різання ці напруги зменшуються, проте після завершення різання і охолодження різця вони знову відновлюють своє значення. Різці з припаяними пластинами твердого сплаву в основному застосовують для обробки заготовок з великими подачами, коли на лезах різця дію великі сили різання.

Для роботи на середніх і полегшених режимах різання широко застосовують токарні різці з механічним кріпленням пластин до корпусу. Механічні кріплення надійно утримують пластину в спеціальному гнізді, не викликаючи небезпечних для крихкого твердого сплаву внутрішніх напружень. Для різних умов обробки розроблено велику кількість варіантів кріплення, основні з яких представлені рис. 2.2.



а) притиск зверху;

б) підтиск за отвір

Рисунок 2.2 – Схеми кріплення пластин

Притиск зверху і підтиск за отверстієпредназначен для закріплення односторонніх пластин без задніх кутів. Жорсткість і надійність кріплення -

основні переваги даного способу. Ця схема кріплення забезпечує одночасне додаток сил, спрямованих всередину гнізда і сил, що притискують пластину. При цьому гарантується надійність кріплення і повторюваність розмірів при заміні пластин.

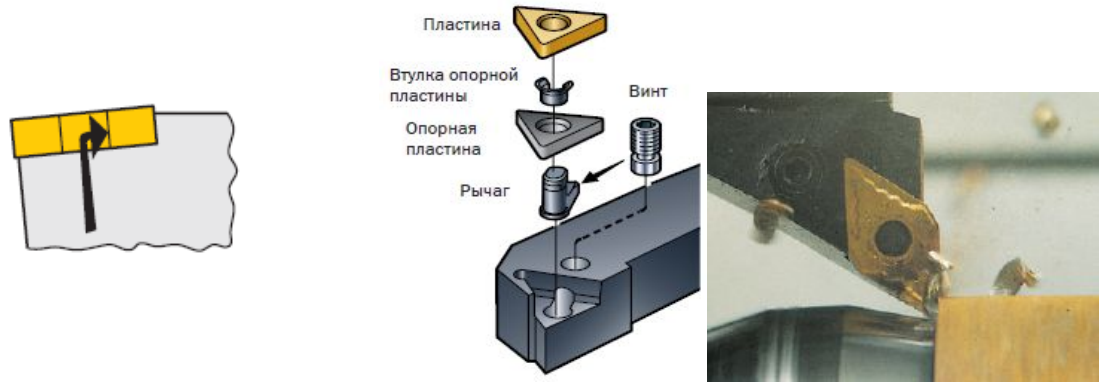


Рисунок 2.3 - Притиск важелем за отвір

Притиск важелем за отвір використовується для закріплення односторонніх і двосторонніх пластин без задніх кутів.

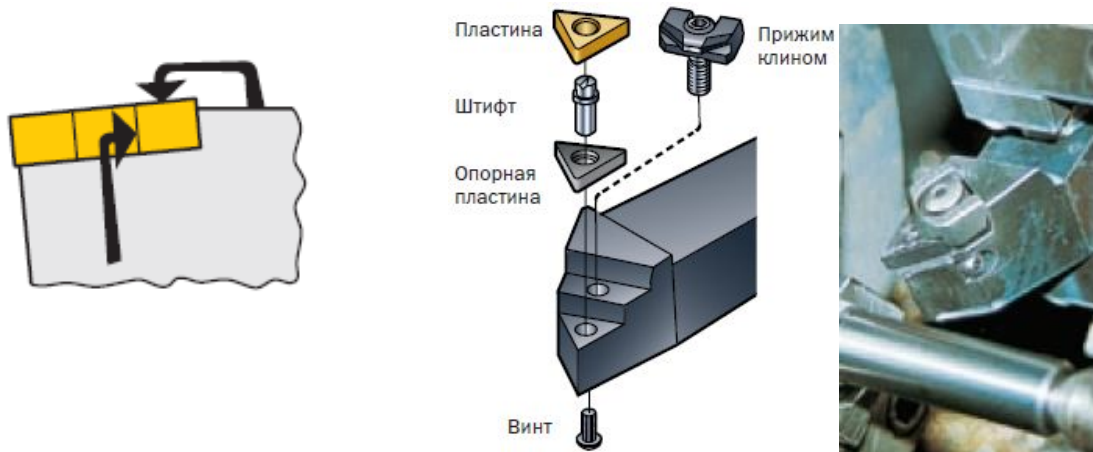


Рисунок 2.4 – Притиск клин-прихватом зверху

Притиск клин-прихватом (рис.2.4) зверху забезпечує надійне закріплення пластини. Застосовується для закріплення тригранних пластин.

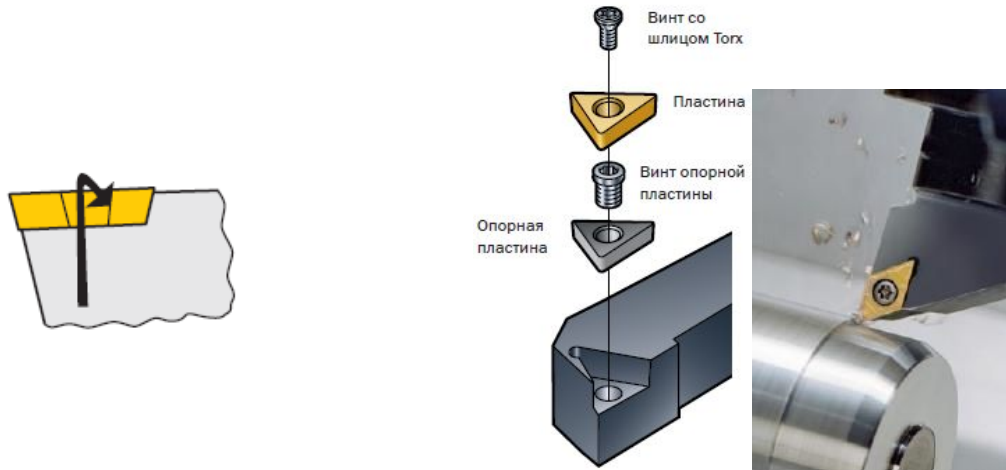
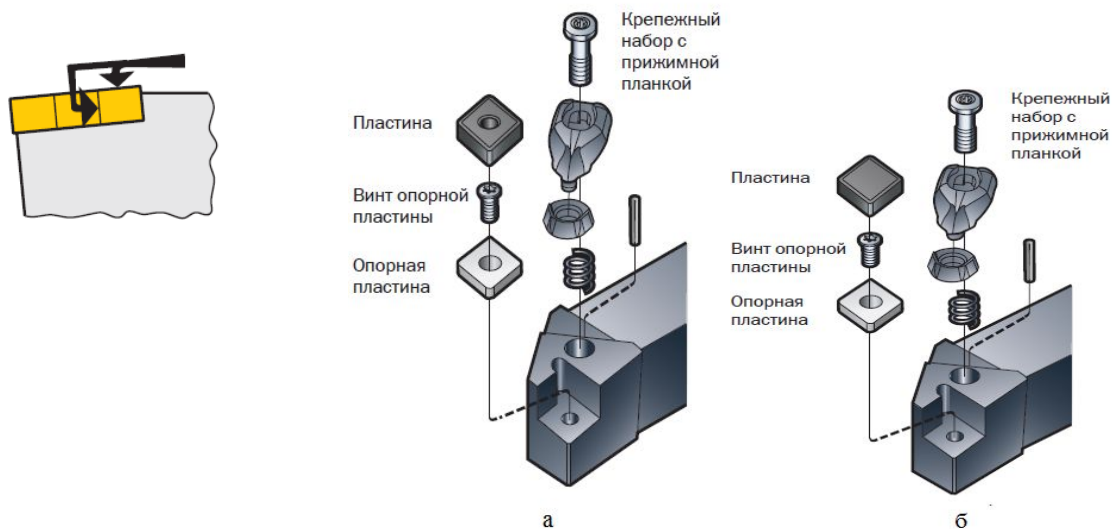


Рисунок 2.5 - Закріплення пластин гвинтом

Закріплення пластин гвинтом (рис. 2.5) застосовується переважно в малогабаритних інструментах. Дана схема кріплення перевершує по жорсткості, надійності, компактності і наявності простору для вільного сходу стружки старі системи з кріпленням пластин притиском зверху.



а - для пластин с отверстием; б - для пластин без отверстия

Рисунок 2.6 - Система кріплення підвищеної жорсткості

Кріплення підвищеної жорсткості використовують для кріплення пластин з особливо крихких матеріалів, таких як металокераміка і кубічний нітрид бору. Пластини можуть мати різну конструкцію. За формою неперетачиваємої пластина є багатогранник, число граней якого дорівнює числу зрежувальних лезів. Пластина, призначена для одностороннього використання, має леза

тільки з одного боку. Інша її сторона служить опорою. Пластина, призначена для двостороннього використання, має леза з обох сторін, і їх число дорівнює $2z$. Активна довжина кожного леза багатогранної пластини дорівнює ширині зрізаного слоя. В більшості сучасних конструкцій металорізальних інструментів з механічним кріпленням твердосплавних пластин ріжучий пластина спирається на корпус або державка інструменту через проміжну опорну пластину.

Опорна пластина має подвійне призначення. По-перше, вона охороняє корпус або державка інструменту від пошкодження в разі поломки ріжучої пластини. Це особливо важливо для складних дорогих корпусів багатолезових інструментів, наприклад фрез. По-друге, опорна пластина, яку виготовляють з високотвердих теплостійких матеріалів, служить надійною твердою опорою ріжучої пластини. В іншому випадку, якщо встановити ріжучу пластину безпосередньо в гніздо корпусу, під дією сили різання порівняно м'яка опорна поверхня гнізда буде поступово скорочуватися і в пластині з'являться изгибающие напруги, що викликають її поломку або викрашіваніе. Вnější ознаки зносу механічно закріплених і припаяних пластин аналогічні. Після зносу одного з лез багатогранна пластина відкріплюється від корпусу різця і повертається так, щоб в робочому положенні виявилось її наступне лезо. Потім пластина знову закріплюється. Таким чином, замість переточки багатогранну пластину можна повторно використовувати z раз, а пластину двостороннього використання - $2z$ раз.

2.1 Типи кріплення пластин

Різальна частина різця будь-якої конструкції обмежена передньою і задніми (головною і допоміжною) поверхнями, в добутку перетину яких утворюються головна і допоміжна різальні кромки.

Передню поверхню в суцільних і збірних різцях у залежності від умов обробки, призначення і марки інструментального матеріалу виконують у виді площини, уступу, виїмки, ламаної поверхні, що забезпечує кращі умови для

ламання і завивання стружки і сприяє безпеці робітника. Формоутворення передніх і задніх поверхонь цих різців виконується заточуванням шліфувальними кругами.

У збірних різців з механічним кріпленням багатогранних пластинок форму передньої поверхні одержують пресуванням при виготовленні пластинок. Конструкція вузла кріплення багатогранних пластинок в більшості випадків визначає працездатність різців.

Інструменти, в яких використовуються БНП без центрального отвору, являють собою корпус з гніздом для установки і базування пластини та притиск. Зазвичай застосовуються двуплічний притиск і затискні гвинти з головкою. Розглянемо кілька найбільш поширених конструкцій кріплення пластин без отворів.

На рис.3.а, наведена конструкція з механічним кріпленням БНП двуплечим притиском 5 за допомогою гвинта 6. Притиск одним плечем впирається у гніздо 7 корпусу 1 інструменту, іншим плечем притискає ріжучу пластину 3 разом зі стружко ломом 4. Пластина може спиратися на твердосплавну опорну пластину 2 або безпосередньо на опорну площину гнізда корпусу. Таке кріплення універсальне і забезпечує високі міцність і надійність.

Конструкція кріплення ріжучих пластин з консольним Г- подібним притиском (рис.2.7, б) більш компактна. Притиск 5 базується по отвору корпусу інструменту своєю циліндричною частиною, а у кутовому положенні фіксується виступом, що знаходяться в пазу корпусу 1. Кріпильний гвинт 6 диференційний, що створює зручність при заміні або повороті пластини, так як при розтисканні притиск відходить від пластини. Недоліком такої конструкції є невелика сила затиску (при відповідному компактному виконанні), тому таку конструкцію рекомендують для легких робіт.

Основні конструкції різців з механічним кріпленням пластин з циліндричним отвором, наведені на рис.3 в, г та д. Конструкція кріплення заснована на розклинюванні ріжучої пластинки 3, що має отвір, між скосом

корпуса 1 і бочкоподібною головкою штифта 8 під дією гвинта 6 і клинної планки 9. Бочкоподібна форма головки штифта забезпечує точковий контакт головки з пластинкою і знижує вимоги до точності виготовлення як штифта, так і отвора в опорній поверхні гнізда корпусу. Ріжуча пластинка в даній конструкції спирається на твердосплавну опорну пластинку 2 (рис.2.7, в).

Одна з найпоширеніших конструкцій представлена на рис.2.7, г. Тут ріжучий пластинка 3 притискається до упорної поверхні корпусу 1 інструменту головкою кутового важеля 10 під дією гвинта 6, на корпусі інструменту встановлена опорна пластина 2. Незважаючи на деяку складність, інструменти з подібною інструкцією вузла кріплення застосовуються на ряді вітчизняних підприємств, а також деякими зарубіжними фірмами (за стандартом ISO).

Широке застосування знайшли інструменти з механізмом кріплення, показаним на рис. 2.7, д. У якості затискного елемента використовується цапфа 11, встановлена в корпусі 1 під кутом до опорної площини гнізда під пластинку 2. У цапфі є уступ, в який впирається гвинт 6. При обертанні гвинта цапфа переміщається вниз і своєю затискною головкою притягує ріжучу пластину до бічних і опорних поверхонь гнізда у корпусі.

Для кріплення пластинок з конічним отвором в основному використовують притиск гвинтом. У такій конструкції (рис.3,е) ріжуча пластина 3 притискається до стінок гнізда корпусу 1 інструменту за допомогою гвинта 6, вкрученого в різбову втулку 12. Ця втулка в свою чергу притискає до корпусу опорну пластинку 2. Головка гвинта і отвір ріжучої пластини виконані конусними, а вісь гвинта трохи зміщена в бік опорних стінок гнізда. В результаті при закручуванні гвинта ріжучий пластинка притискається одночасно до опорних стінок і основи гнізда корпусу інструменту.

До недоліків кріплення ріжучих пластин гвинтом слід віднести необхідність повністю вигвинчувати його з корпусу і потім знову загвинчувати при заміні пластини.

Кріплення ріжучих пластин з центральним циліндричним отвором може здійснюватися з одночасним притиском через отвір до упорної і опорної поверхонь (рис. 2.7).

У конструкції, представленої на рис.3, є, притиск 5 входить в гніздо корпусу 1 інструменту і притискається за допомогою гвинта 6 одночасно до стінок гнізда і бічної площини ріжучої пластини 3. В результаті ріжуча пластина притискається до штифта 8, на якому крім ріжучої, встановлена опорна пластина 2; штифт 8 фіксується в корпусі гвинтом 13. Основним з недоліків цієї схеми кріплення є часте ушкодження пластин при затиску.

Більш складний механізм кріплення показаний на рис.3, ж. Ріжуча пластина 3 притискається одночасно до штифта 8 і до опорної пластини 2, що забезпечує високі точність і надійність затиску. Притиск 5 виконаний у вигляді клина з отвором під гвинт 6. Своїми крайками притиск 5 контактує з верхньою і бічною поверхнями ріжучої пластини і спирається на похилу поверхню корпусу 1 інструменту. Завдяки похилій поверхні корпусу, пружині 14 і кутовому зазору при затягуванні гвинта притиск зміщується і тисне на пластину зверху. Число поломок таких інструментів скорочується в 2 рази, а продуктивність збільшується в 1,2 рази в порівнянні з інструментами, описаними вище.

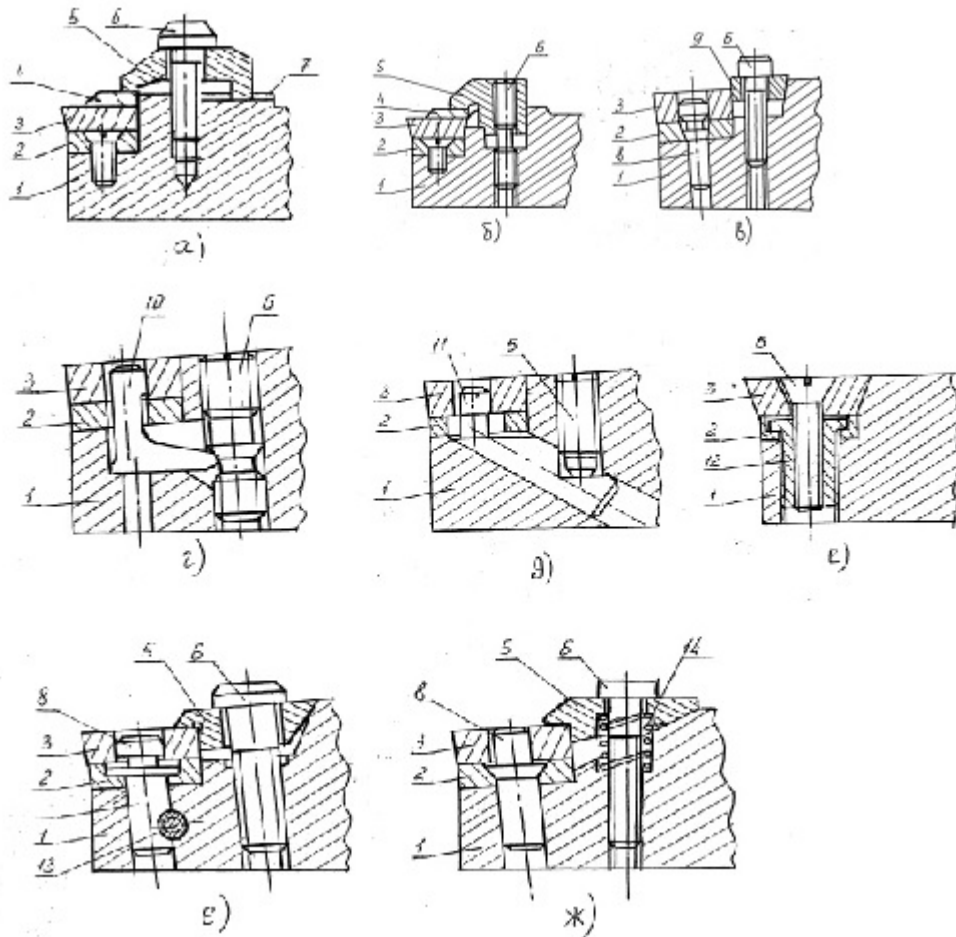


Рисунок 2.7 – Схеми вузлів кріплення багатограних пластинок
 а) двуплічним притиском; б) Г-подібним притиском; в) клиновою
 планкою; г) кутовим важілем; д) косою тягою; е) гвинтом; е) та ж)
 прихватомзверху.

Позначення: 1 – корпус; 2 – опорна плпстина; 3 – ріжуча пластина; 4 – стружколом; 5 – притиск; 6 – гвинт; 7 – гніздо; 8 – штифт; 9 – клинова планка;
 10 – кутовий важіль; 11 – цапфа; 12 – втулка; 13 – гвинт; 14 –пружина.

3 НАПРЯМНІ МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

3.1 Огляд лінійних напрямних

Напрямні, по яких переміщуються рухомі вузли верстатів, машин, механізмів, вимірювальних приладів, роботів та інших пристроїв, є одним з основних елементів конструкції, і в значній мірі визначають їх можливості і технічний рівень.

У металорізальних верстатах застосовуються два основних типи напрямних:

- Напрямні ковзання з різними режимами тертя (граничного, змішаного, гідродинамічного, гідростатичного, аеростатичного);

- Напрямні кочення з різними типами тіл кочення (в основному, звичайно, кульки і ролики), видами кінематики (без повернення тіл кочення, з поверненням тіл кочення) і конструктивними формами, які будуть детальніше розглянуті нижче. У деяких верстатах застосовуються комбіновані напрямні, у яких за одними гранях використовується ковзання, а по іншим - кочення. Найбільш розпространені напрямляючі ковзання зі змішаним характером тертя, при якому шар мастила не забезпечує повного поділу трутья нерухомого та рухомого елементів напрямляючої, яке має місце в гідродинамічних, гідростатичних і аеростатичних напрямних. напрямні ковзання мають змішаний характер тертя, при якому шар мастила не забезпечує повного поділу трутья нерухомого та рухомого елементів напрямляючої, яке має місце в гідродинамічних, гідростатичних і аеростатичних напрямних. Основними перевагами напрямних ковзання зі змішаним характером тертя є простота і компактність конструкції, висока здатність навантаження і жорсткість, демпфірування, невисока вартість. Однак в сучасних умовах тип напрямних зі змішаним тертям має суттєві недоліки, основними з яких є велике тертя, що обмежує швидкість переміщення вузлів, великий знос напрямляючих,

а також стрибкуватість руху при рушанні з місця і на малих швидкостях, що не дозволяє здійснювати точне позиціонування вузлів.

Застосування накладок з полімерних матеріалів (наповнений фторопласт, торсайт, тефлон і ін.) І спеціальних "антіскачкових" мастил (наприклад, серії дз і І-ГН-Е) дозволяє в значній мірі, але далеко не повністю, усунути зазначені недоліки звичайних напрямних ковзання. Гідродинамічні і гідростатичні напрямні мають не велике тертя, високу демпфуючу здатність, забезпечують високу плавність ходу і малі зусилля переміщення, практично неізнашіваети. Однак їх жорсткість не настільки висока, як у напрямних змішаного тертя, при високих швидкостях переміщення вони генерують надлишкове тепло, що викликає нагрівання мастила і всього кінематичного вузла, вимагають складної навісний гідроапаратури і, в цілому, значно дорожче інших типів направляючих, що обмежує область їх застосування (головним чином, це особливо важкі і унікальні верстати). Аеростатическіє напрямні мають особливо мале тертя, забезпечують високу точність переміщень, мають високу довговічність, однак так само їм еют обмежену здатність навантаження і схильні до випадкових відмов, що звужує сферу їх застосування (координатно-вимірювальні машини, верстати для обробки друкованих плат, алмазно-токарні верстати і деякі інші типи верстатів з малими навантаженнями на напрямні).

Напрямні кочення, мають малий тертям (коефіцієнт тертя становить 0,003 ... 0,005), забезпечують високу плавність переміщень, допускають високі швидкості і прискорення переміщень. У відповідному виконанні (див. Нижче) вони забезпечують високу навантажувальну здатність, жорсткість та довговічність системи, точність посадкових переміщень. Їх основними недоліками є порівняно низька демпфірування, підвищена чутливість до забруднення, а також висока вартість, яка в багатьох випадках є істотним чинником, що обмежує їх використання. Комбіновані направляючі дозволяють використовувати переваги напрямних і ковзання, і кочення, в той же час вони мають і їх недоліками. Часто такі напрямні на основних навантажених гранях мають тертя ковзання, що забезпечує хороші показники демпфірування

коливань, і тертя кочення (з преднатягом) на бічних гранях для усунення переорієнтації вузлів при реверсах. Однак така конструкція направляючих обмежує швидкість і прискорення переміщення вузлів в високошвидкісних верстатах. Комбінований тип має порівняно меншу сферу застосування, ніж перші два типи напрямних. Напрямні кочення є основним типом направляючих в найбільш прогресивних сучасних високошвидкісних верстатах, їх конструкція (на відміну від напрямних ковзання) безперервно удосконалюється. Новітні виконання таких напрямних будуть докладніше розглянуті в даній роботі. Напрямні кочення почали застосовуватися замість направляючих ковзання в середині минулого століття на координатно-розточувальних, шліфувальних, заточувальних та деяких інших прецизійних верстатах, де були потрібні точні малі (з дискретністю до 0,001 мм) установчі переміщення вузлів. Такі переміщення на напрямних ковзання дуже важко виконувалися або взагалі були нездійсненні через т. Н. "Стрибків". Основною конструктивною формою напрямних кочення на перших верстатах була комбінація (пара) V-подібною і плоскою напрямних. За ним переміщувалися ролики, розміщені в лінійному сепараторі. При цьому ролики спиралися безпосередньо на оброблені поверхні чавунних корпусних деталей. Зовнішній вигляд однієї з таких напрямних наведено на При швидкостях переміщень вузлів в межах 2...3 м / хв і порівняно невеликих навантаженнях такі напрямні задовольняли вимогам, що пред'являються до таких верстатів в ті роки. Поряд з роликовими на координатно-розточувальних верстатах почали застосовуватися і кулькові напрямні кочення (верстати фірми "Кольб").

Порівняно невисока несуча здатність перших конструкцій напрямних кочення, їх низька демпфуюча здатність, з одного боку, відсутність необхідності в надточному позиціонуванні і в швидких переміщеннях вузлів, з іншого боку, і, крім того, значно більш висока вартість з'явилися причинами відмови від застосування напрямних кочення на фрезерних, горизонтально-розточувальних і багатьох інших типах верстатів тих років. В останні роки, особливо з появою верстатів з числовим програмним управлінням, зросли

вимоги до швидкостей переміщень вузлів і до точності їх позиціонування в поєднанні з підвищеними силовими навантаженнями. Розширився ряд технологічних операцій і типів обробки на верстатах всіх типів. Підвищилися вимоги до продуктивності обладнання. Все це призвело до появи багатоцільових верстатів з ЧПУ, обробних центрів, які до теперішнього часу стали основним типом обробного верстатного обладнання. Швидкості лінійних переміщень вузлів у більшості обробних центрів зросли спочатку до 10...15 м / хв, потім до 20...30 м / хв, і в даний час у багатьох серійних моделях знаходяться на рівні 40 ... 60 м / хв, а у окремих верстатів досягають 90...100 м / хв і вище. Прискорення при розгоні-гальмуванні вузлів, які раніше не перевищували 0,1...0,5 м / с², зросли спочатку до 2 ... 3 м / с², а потім у ряду моделей досягли 8...10 м / с² і вище (в окремих випадках - до 20 м / с² і більше).

Точність позиціонування вузлів зросла до 5 мкм і вище при дискретності переміщень до 0,1 мкм, причому така точність забезпечується навіть при високошвидкісній контурної і об'ємної обробки деталей зі знакозмінною навантаженням на вузли. Високі вимоги до технічного рівня верстатів зажадали вдосконалення традиційних і розробки нових компоновок верстатів (типу "boxinbox", "gantry" і ін.). З'явилися нові високодинамічні цифрові приводи із застосуванням вдосконалених шліфованих шарико пар і лінійних моторів, нові оптоелектронні вимірювальні системи і нові рішення для багатьох інших вузлів і пристроїв верстатів (шпиндельних вузлів, мотор-редукторів, інструментальних магазинів і пристроїв автоматичної зміни інструментів і ін.) Відповідно, безперервно підвищувалися вимоги і до тих, що направляють верстатів, в значно мірою забезпечують швидкісні, точності, навантажувальні та інші найважливіші характеристики. Напрявні ковзання удосконалювалися головним чином за рахунок використання нанесення покриттів з синтетичних матеріалів (фторопласт, торсайт, тефлон), що дозволили усунути "скачки" при старт-стопного режимах, знизити втрати на тертя і значно збільшити швидкість переміщення вузлів при збереженні високої демпфіруючої здатності, завдяки чому на деяких сучасних обробних центрах продовжують використовувати

такий тип напрямних. Однак у таких напрямних коефіцієнт тертя залишається істотно вище, ніж у напрямних кочення. Він обмежує можливість застосування особливо високих швидкостей переміщень і попереднього натягу, необхідного для забезпечення високої жорсткості і високої точності при реверсах і знакозмінних навантаженнях. Обмежене застосування мають і гідродинамічні, гідростатичні і аеростатичні напрямні ковзання через недоліки і обмежень, про які говорилося раніше. Таким чином, основним типом направляючих на більшості сучасних найбільш продуктивних високошвидкісних обробних центрів є нові типи напрямних кочення Початкова конструкція направляючих кочення, що застосовувалися на координатно-розточувальних, шліфувальних і інших обробних верстатах, зазнала з часом ряд удосконалень: з'явилися накладки з загартованої сталі на поверхні базових деталей з чавуну, підпружинені ролики на зворотних планках на рухомих вузлах для створення переднатяга, напрямляючі з лінійним сепаратором поступилися місцем напрямних кочення із застосуванням роликів (або кулькових) блоків - лінійних опор кочення (так звані "танкетки"). Корпус "танкетки" кріпиться до рухомого вузла верстата. Ролики спираються на робочу доріжку корпусу і на напрямляючу нерухомого вузла верстата. "Танкетки" зазвичай встановлюються по кінцях рухомого вузла (а при необхідності - і в його середній частині) і здійснюють зворотно-поступальний рух. Їх використання дозволило значно підвищити швидкість переміщення вузлів (до 15...25 м / хв), забезпечити за рахунок попереднього натягу відсутність зазору в системі напрямних. Практика використання роликів опор на верстатах важкого верстатобудування підтвердила їх особливо високу навантажувальну здатність (наприклад, здатність навантаження компактної "танкетки" моделі RUS 26102 фірми INA з габаритними розмірами $L \times V \times H = 102 \times 40 \times 26$ мм дорівнює 95 кН). Системи роликів напрямних забезпечують можливість підвищення швидкостей швидких переміщень узловдо 15...20 м / с з дискретністю переміщень до 0,001 мм. Однак точність верстатів на роликів напрямних виявилася обмежена класом "П", і подальше підвищення точності верстатів (як і швидкостей

швидких переміщень вузлів) стало можливим лише із застосуванням більш досконалих напрямних кочення. Подальше впровадження напрямних з "танкетками" виявило серйозні технологічні труднощі, основними з яких були наступні. Допустимі навантаження на одне тіло кочення по чавуну приблизно в 30 (для кульок) і в 20 разів (для роликів), менше ніж за загартованої сталі. Відповідно, для забезпечення високої здатності навантаження і можливості створення необхідного попереднього натягу тіла кочення повинні переміщатися не по поверхні станини, а по сталевим загартованим (HRC 58...62) поверхнях спеціальних накладок або планок. Направляючі планки (зазвичай прямокутного перетину) для нерухомого вузла повинні бути точно (з допуском 10...20 мкм) оброблені по всій довжині по верхнім і бічним площинах для забезпечення точності переміщень і збереження преднатяга на всьому шляху рухомого вузла. Комплект "танкеток" повинен бути відрегульований проставками або клинами для створення потрібного преднатяга і точно виставлений, так як навіть незначні перекося можуть привести до заклинювання в системі напрямних. Виготовлення та монтаж на нерухомому вузлі верстата (станині, стійці та ін.) високоточних шліфованих і загартованих накладок, регулювання "танкеток" пов'язані з великими часовими витратами і вимагають залучення висококваліфікованих фахівців. Подальшим удосконаленням напрямних кочення стала поява їх нового класу - рейкових направляючих каченія.Прінципальним поліпшенням у таких напрямних в порівнянні з описаними вище системами роликівих напрямних з "танкетками" є переміщення тіл кочення не безпосереднє по поверхнях нерухомого вузла верстата, а по точно обробленим рейках, що встановлюються на нерухомому вузлі. При цьому тіла кочення (кульки) розміщені в блоці кочення (каретці), яка поставляється в комплекті з рейкою і з потрібним замовнику заздалегідь виконаним попередніми натягом.Рельси (зазвичай два, рідше - більше), встановлюються на нерухомому вузлі верстата, причому точної обробки вимагають тільки дві верхні площини блоку напрямних станини. Площина станини, на якій монтується рейка, виконується з наполегливою бурти

(можливе виконання і без бурту). Один рейок виставляється першим і є базовим, другий встановлюється "на паралельність" базовому або по наполегливій буртом, після чого закріплюється. Таким чином, усуваються основні технологічні труднощі, про які говорилося вище при розгляді систем направляючих з використанням "танкеток". На каретки (зазвичай одна або дві на одній рейці, рідше - більше) кріпляться рухливі вузли верстата. Рейкові напрямні кочення в даний час є кращим типом направляючих для найбільш продуктивних високошвидкісних обробних центрів із ЧПК, інших типів верстатів особливо високої точності, високошвидкісних роботизованих систем, інших машин і приладів.

Принципова конструкція кулькових напрямних з двох сторін має поздовжні паралельні опорні доріжки для тіл кочення. Форма і кількість доріжок визначаються типом тіл кочення і експлуатаційними характеристиками системи. На рейці змонтована рухома каретка, що має внутрішні поздовжні опорні поверхні (їх кількість і форма відповідають опорним доріжкам рейки) і поздовжні канали повернення тіл кочення. По торцях каретки закріплені торцеві плити, або кришки, що забезпечують замкнутий переміщення тіл кочення (кульок в разі розгляду кулькових напрямних кочення) з опорних доріжок каретки в канали повернення і назад. В каретці так само змонтовані обмежувачі, що оберігають тіла кочення від випадання при аварійному зміщенні каретки з рейки. Рейок і каретка мають опорні поверхні, відповідно, і, для установки на нерухомий і рухомий вузли верстата, і монтажні отвори і для їх закріплення.

Найбільшого поширення в промисловості і в першу чергу, в точному машинобудуванні та в верстатобудуванні отримали кулькові рейкові напрямні кочення, у яких радіус кривизни доріжок близький до радіусу кульок.

Поверхня контакту кульок при додатку навантаження в цьому випадку виходить не менше поверхні контакту роликів в системі роликів напрямних (особливо при наявності таких похибок монтажу, як непаралельність, різновисотних, вивернутися). В результаті здатність навантаження у

відповідних виконань кулькових направляючих при тих же розмірах може бути і вище, ніж у роликівих напрямних. Так, наприклад, японська компанія ТНК, яка виготовляє як кулькові, так і обмежена кількість роликівих напрямних, призводить таке зіставлення здатності навантаження (величини C і C_0 - в пункті 3.2) кулькових напрямних 25-го типорозміру з подовженою кареткою SNR25LC, імеючих $C = 57$ кН і $C_0 = 101$ кН, з роликівими напрямними того ж типорозміру SRG25LC, що мають $c = 34,2$ кН і $C_0 = 75$ кН.

Крім того, у кулькових направляючих навіть при певних монтажних погрішності не може відбутися блокування (заїдання) каретки, що часто трапляється у роликівих напрямних при таких же і навіть менших погрішності через перекосу роликів.

При додатку навантаження і при преднатягом у кругового контуру, межі контактної зони, яка визначається діаметрами d_1 і d_2 , близькі до діаметру кульок. Їх окружні швидкості по відношенню до осі обертання кульки мало відрізняються один від одного, внаслідок чого диференціальне прослизання поверхні кульки щодо доріжки досить мало. Це забезпечує плавне і легке рух каретки. При такій же навантаженні при готичному контурі кордону контактних зон мають велику різницю відстаней від осі обертання кульки, внаслідок чого різко збільшується диференціальне прослизання, що призводить до збільшення тертя, опору руху каретки і зменшення довговічності системи.

Через монтажних перекосів рейки і каретки при дії бічного навантаження при круговому контурі положення точок контакту А і В трохи зміщується, що не приводить до порушення плавності переміщення і зменшення довговічності. При готичному контурі в цих умовах контактні зони змінюються істотно, що призводить до збільшення тертя, зусилля опору руху і зменшення довговічності. Внаслідок сказаного в контурі типу "стрельчатая арка" зростають вимоги до точності монтажу рейки і каретки.

У круговому контурі при контакті кульки з доріжками рейки і каретки в двох точках під дією навантаження кулька деформується плавно і без суттєвого викривлення своєї форми. У контурі типу "стрельчатая арка" контакт кульки

відбувається в чотирьох точках, під дією навантаження його форма спотворюється сильніше, "шарообразность" втрачається. Це призводить до того, що вільне кочення ускладнюється, а сили опору руху каретки зростають. Крім того, для збільшення преднатяга в контурі типу "стрельчатая арка" потрібно значно більше зусилля, ніж в круговому контурі, це може істотно впливати на зниження несучої здатності і довговічності напрямних. В силу викладених обставин та деяких інших, які є їхнім наслідком, кругової контур контактних доріжок рейки і каретки з киснем кульки в двох точках в даний час отримав переважне поширення. Модельний ряд рейкових направляючих кочення різних виробників містить десятки і навіть сотні типорозмірів. Вибір серії і потрібного типорозміру рейкових направляючих і кареток проводиться за аналогією з вибором підшипників кочення - на підставі інженерних розрахунків. При цьому необхідно враховувати розміри і тип верстата (машини, механізму), характер застосування, особливості технологічного циклу, температурний режим та інші параметри, що визначають технічні вимоги до систем рейкових направляючих. Протягом багатьох років використовувалися направляючі THK, Rexroth, INA, Thomson, Schneeberger, NSK і ін., Наприклад, в складі серійно випускається і експериментальних моделей верстатів Івановського заводу важкого верстатобудування (традиційно INA і Rexroth),.

SBC виробляє циліндричні, роликові V-подібні і кулькові рейкові напрямні кочення і каретки до них, а так само додаткове обладнання та компоненти. На цій елементній базі виготовляються лінійні модулі і готові системи лінійних переміщень. Продукція компанії SBC має сучасний технічний рівень, представлена в кожній категорії декількома окремими серіями з десятками типорозмірів для різних застосувань і, внаслідок більш прийнятною вартістю і термінів поставки, може виявитися більш кращою для вітчизняних споживачів в порівнянні з продукцією інших фірм, перерахованих вище. Оскільки РНК і кулькові напрямні як один з їх підвидів, дорожче перерахованих вище інших типів направляючих, вони в даний час застосовуються, в основному, в машинах високого технічного рівня. Так в

сегменті металорізальних верстатів РНК застосовуються переважно в обробних центрах, стосовно яких і будуть сформульовані кількісні показники техвимоги.

Напрявні повинні сприймати діючі на них навантаження без порушення працездатності протягом певного сумарного шляху руху каретки, який може бути перерахований в ресурс працездатності за часом. Ознакою порушення працездатності є поява сталостного порушення (питтинга) на тілах кочення або доріжках рейки (каретки).

При експлуатації верстата на його рухомі частини (вузли) діють сили і моменти, які передаються і направляючими. У загальному випадку на напрямні діють:

1.вертикальні і горизонтальні сили, перпендикулярні напрямку переміщення каретки (сили, що діють вздовж напрямку переміщення каретки, сприймаються приводом переміщення вузла або затискними пристроями);

2.моменти, що діють навколо трьох основних координатних осей.

Параметрами напрямних, що характеризують їх здатність сприймати навантаження, є базові статична (C_0) і динамічна (C) силові навантаження, допустимий статичний момент M_0 і статичний запас міцності f_s .

Базова статичне навантаження C_0 - це навантаження постійної величини і напрямки, при якій сумарні залишкові деформації поверхонь доріжки і тіла кочення в місці контакту, де виникає максимальне напруження, рівні $0,0001$ діаметра тіла кочення. (Термін "базові" відповідає термінології ГОСТ 18855 на аналогічні навантаження підшипників кочення.) Таким чином, величина C_0 - це максимально можлива статичне навантаження.

Базова динамічне навантаження C - це навантаження постійної величини і напрямки, при якій з імовірністю 90% працездатність кулькових направляючих збережеться після пробігу не менше ніж 50 км, а роликів напрямних - не менше 100 км. Допустимий статичний момент M_0 - це момент постійної величини і напрямки, при якому сума деформацій тіл кочення і поверхонь доріжок в місцях контакту, де виникають максимальні напруги (на тілах кочення по кінцях каретки), становить $0,0001$ діаметра тіл кочення. Величини

C , C_0 і M_0 для кожного типорозміру напрямних і в залежності від напрямку дії навантаження наводяться в фірмових каталогах. Оскільки при експлуатації направляючих на них впливають не постійні за величиною і напрямком навантаження, і можливі поштовхи, удари і вібрації, компанії-виробники РНК рекомендують обмежувати граничні величини діючих навантажень P і моментів M у порівнянні з їх базовими величинами C_0 і M_0 ; величина обмеження характеризується статичним запасом міцності f_s , який має вираз: Рекомендовані величини f_s залежать від умов експлуатації і також наводяться в фірмових каталогах продукції. Наприклад, для кулькових направляючих виробництва ТНК і SBC ці величини f_s лежать в межах 1...5. Величина f_c , іменована фактором контакту, залежить від числа кареток, які розташовані на одній рейці і на яких змонтований рухомий вузол; при одній каретці $f_c = 1$, при декількох каретках величина f_c менше одиниці. Наприклад, для кулькових направляючих ТНК і SBC при числі кареток від 2 до 5 значення f_c лежить, відповідно, в межах 0,81...0,61.

Якщо діюча навантаження P відома і відома величина C конкретного типорозміру РНК, то безвідносно до ряду конкретних факторів (див. нижче) можна визначити так звану номінальну довговічність L_n направляючої, вимірювану величиною шляху руху каретки до появи питтинга.

$$L_n = (C / P)^3 \cdot 50 - \text{для кулькових}$$

$$L_n = (C / P)^{10/3} - \text{для роликів РНК}$$

Конкретними факторами, що впливають на реальну довговічність, є твердість доріжок рейки (фактор f_n), згаданий вище фактор контакту f_c і навантажувальний фактор f_w , що враховує характер діючих сил (є чи ні удари, ривки, вібрації) і швидкісні умови роботи направляючих (швидкість і прискорення рухів каретки). У фірмових каталогах наводяться відомості про величини цих факторів. Наприклад, для кулькових направляючих ТНК і SBC величина $f_n = 1$ при твердості HRC = 60, а при HRC = 50 величина $f_n = 0,52$; межі величин f_c були приведені раніше. Значення фактора f_w лежить в межах від 1...1,5 (робота без ударів і вібрацій при швидкостях руху каретки менше 15

м/хв і прискорення менше 5 м/с^2) до 2...3,5 (при наявності ударів і вібрацій, швидкостях вище 60 м/хв і прискорення $10...20 \text{ м/с}^2$). Оскільки верстати працюють зазвичай при температурі нижче 1000C , температурні умови роботи на довговічність напрямних не впливають.

На реальну довговічність РНК впливають також спосіб їх захисту від забруднень і якість мастила. При використанні рекомендованих фірмою-виробником (в залежності від типу РНК і умов експлуатації) способів захисту напрямних, мастильних матеріалів і методів мастила розрахунок додаткових факторів впливу на довговічність не передбачено. При експлуатації РНК у складі верстатів навантаження P регулярно змінюється за величиною і напрямком, в зв'язку з чим при розрахунку реальної довговічності слід використовувати еквівалентну динамічне навантаження P_e , методи обчислення якої наводяться в каталогах компаній - виробників. Довговічність РНК в годинах експлуатації L_h обчислюється за формулою:

РНК є проміжним елементом між нерухомою частиною (до неї зазвичай і кріпиться рейок) і рухомою частиною (зазвичай кріпиться на каретці) верстата. Вузол верстата при цьому спирається на дві або більше РНК. Забезпечення з необхідною точністю прямолінійності і сталості кутового положення рухомої частини верстата (далі вузла верстата) - найважливіша функція РНК.

Прямолінійність переміщення вузла верстата забезпечує геометричну точність (площинність, прямолінійність осей отворів і т. п.) Оброблюваної деталі. Сталість кутового положення забезпечує точність взаємного положення оброблюваних поверхонь (наприклад, паралельність осей отворів) і точність позиціонування у всьому робочому обсязі верстата (регулярно "спливає" через дії принципу Аббе).

Для забезпечення необхідних характеристик, що визначають в кінцевому підсумку клас верстата, точність повинні мати обидві (або більше) РНК, точно повинні бути оброблені поверхні верстата, на які монтуються РНК і точно повинен бути проведений монтаж РНК (їх взаємне розташування). Точність

власне РНК характеризується наступними параметрами .Допуском на висоту H і різниця висот. H в комплекті кареток, змонтованих на одній рейці.

Допуском на розмір W_2 і різниця цього розміру ΔW в комплекті кареток, змонтованих на одній рейці.

Допуском ΔC на паралельність площини A рейки траєкторії переміщення поверхні Z каретки на всій довжині її ходу.

Допуском ΔD на паралельність площини B рейки траєкторії переміщення поверхні D каретки на всій довжині її ходу.

Величини допусків визначаються класом точності РНК і вказуються в каталогах фірм - виробників для кожного типорозміру напрямних.

Контроль прямолінійності переміщення каретки в вертикальній і горизонтальній площинах може проводитися або стрілочним вимірювальним приладом по еталонній лінійці, встановленої паралельно до рейки, або з використанням автоколлиматора.. Для нормальної роботи РНК поверхні для їх монтажу на нерухомої і рухомої частини верстата повинні бути оброблені з належною точністю. У каталогах фірм-виробників РНК зазвичай вказуються допустимі похибки монтажних поверхонь по різновисотних (відхилення цих поверхонь в одній площині від нормалі) для двох рейок і чотирьох кареток (або більшої їх кількості). Вказуються також допустимі відхилення рейок по паралельності, детально розглядаються різні можливі методи забезпечення правильного взаємного розташування рейок і кареток при їх монтажі. Допустимі монтажні похибки залежать від типорозміру РНК, відстані між рейками і величини попереднього натягу в направляючої.

Необхідні величини жорсткості РНК визначаються типом верстата, його розмірами, умовами експлуатації, точністю і іншими параметрами, і є одним з найважливіших критеріїв при виборі типорозміру і варіанти виконання РНК. Жорсткість конкретної РНК залежить від величини попереднього натягу, який забезпечується при виготовленні направляючої і, як правило, може мати кілька значень. Із зростанням преднатяга жорсткість системи (напрямна і каретка) зростає спочатку інтенсивно, а потім сповільнюється. РНК не повинні

обмежувати можливості високопродуктивного різання, навіть незважаючи на порівняно невисоку демпфуючу здатність

Номенклатура кулькових напрямних не дуже велика, в основному, обмежена найбільш вживаними типорозмірами, що, втім, відповідає запитам багатьох споживачів. Компанія освоює виробництво і нових видів продукції. Коротка інформація про основні серіях кулькових напрямних SBC в розглянутому нами класі напрямних наводиться нижче.

Більш ніж піввіковий процес удосконалення конструкції напрямних кочення на прецизійних обробних верстатах привів до появи нового класу - рейкових направляючих кочення (РНК), які в даний час стали основним типом направляючих в машинобудуванні. Системи рейкових направляючих стали стандартним компонентом складного технологічного обладнання - машин, верстатів, обробних центрів із ЧПК і т.д., а області їх застосування перекривають практично всі галузі промисловості - від машинобудування та металообробки до харчової та поліграфічної промисловості.

Рейкові, V-подібні роликові й циліндричні лінійні напрямні використовуються в автоматизованих складальних і обробних системах, входять до складу медичного та точного лабораторного обладнання, наукових приладів і установок. Для модернізації обладнання сьогодні все частіше застосовуються рейкові напрямні кочення, при цьому радикально змінюються швидкісні і точності характеристики машин і механізмів. Лінійні підшипники - це спеціальні опорні елементи, що забезпечують поступальний переміщення. Бувають лінійні напрямні кочення і ковзання. При виборі потрібно брати до уваги температуру, змазування, вібрацію, монтаж, а не тільки ступінь навантаження, прискорення, швидкість та хід.

До переваг належать:

- Легкий безлюфтовий рух;
- Точність позиціонування;
- Жорсткість у всіх напрямках;
- Чудові властивості швидкості.



Рисунок 3.1 – Напрямна типу HSR

Каретка компенсує негативний вплив неточностей монтажу. Розміри від 8 до 150. Застосування: обробні центри, XYZ-осі верстатів для чорнової обробки, ріжучі осі у точильних верстатів, п'ятикоординатне обробні портальні центри, EDM верстати.

З конструктивної точки зору все лінійні напрямні можна розділити на ті, які використовують сили ковзання і сили кочення. Обидві ці технології на практиці втілені в наступних видах напрямних для ЧПУ верстата:

1. Круглі напрямні. Це більш проста конструкція, але забезпечує менші навантаження. В процесі роботи і підвищення навантаження сильно підвищується нагрів в результаті тертя, внаслідок чого зменшується ресурс всієї опорно-направляючої групи. Підшипники круглих направляючих традиційно не мають власної системи внутрішньої мастила. Для забезпечення стабільної роботи використання таких виробів на фрезерних верстатах високої потужності недоцільно. Круглі напрямні для ЧПУ систем краще встановлювати в місцях не надто активних переміщень або на верстатах «малої» категорії, змащуючи механізми вручну.

2. Рейкові або прямокутні направляючі конструктивно більш досконалі. При наявності власного пильовика, що захищає підшипники, ніпелі, сальники, а також можливості підключення системи подачі мастильних матеріалів, такі напрямні більш надійні і універсальні. При роботі спостерігаються менші втрати на тертя і відсутність великих похибок. Правда, вартість таких напрямних вище.

Рейковий тип напрямних вважається кращим, так як здатний справлятися з підвищеними навантаженнями швидкісних промислових автоматичних

верстатів. Принцип роботи фрезерного верстата з такими напрямними наступний: напрямні кріпляться на станину, а на каретки, в які укладені кульки або ролики для забезпечення кочення, закріплюються рухливі частини верстата. Рух уздовж столу по осі Y створює портал з кареткою шпинделя. Для перпендикулярного руху по осі X задіюється каретка шпинделя, яка пересувається по порталі. Коли необхідно рух по осі Z, пересувається сам шпиндель по траєкторії дії напрямних. Таким чином забезпечується висока точність і швидкість фрезерування в абсолютно будь-якому напрямку.

В циліндричних напрямних для ЧПУ верстатів використовується спеціальна опора - рейки з округлою виїмкою, що повторює розміри вала. Це попереджає прогин спрямовуючої під впливом власної ваги і навантаження під час роботи механізму. Самі рейки впритул кріпляться на станині, забезпечуючи жорсткість. Вал щільно прилягає до опори і під час руху рухається строго в обмеженою області. Недивлячись на поліпшену конструкцію, циліндричні вали на опорі мають схожі з полірованими валами недоліки. У втулок може спостерігатися досить високий люфт і швидкий знос, хоча загальна вантажопідйомність такої направляючої значно вище. Складність лише виникає при виборі підходящої каретки. Вся суть в тому, що лінійні підшипники на поліровані вали повністю огинають вал по всьому контуру, що неможливо на циліндричних рейках, де каретки примикають тільки в певному діапазоні, так як вал повинен спиратися на рейці. В результаті занадто важкий шпиндель може знизити точність верстата. При таких умовах звичайний вал діє точніше. Тому вибір каретки при оснащенні верстата циліндричними напрямними на рейках дуже важливий.

Конструкція з використанням профілю і рейок дозволяє домогтися найвищої точності фрезерування, що визначає сферу їх застосування. За аналогією з циліндричними, профільні напрямні для ЧПУ фрезерних верстатів кріпляться на нерухому частину. Поверхня рейки попередньо обробляється і ретельно шліфується, щоб уникнути найменших корозії і виїмок. За рахунок наявності бічних виїмок у вигляді обойми для кульок каретка переміщається

уздовж балки. На відміну від круглого вала площу зіткнення не точкове, а у вигляді лінії. Це створює певні переваги:

- Зменшується сила тертя;
- Підвищується зносостійкість рейки;
- Збільшується точність роботи верстата;
- Підвищується вантажопідйомність і здатність витримувати навантаження;
- Забезпечується мінімальний люфт або його повна відсутність.

Якщо напрямні для ЧПУ верстата встановлюються для роботи при високих навантаженнях, можлива додаткова подача мастила на блок кульок і фізико-хімічна обробка деталей. Для профільних напрямних для ЧПУ верстатів характерна установка захисту від забруднення зовнішнього середовища у вигляді пиляків і захисного корпусу. Це є необхідним заходом, оскільки пляма контакту кульок з поверхнею рейки має бути чистим і рівним, від цього залежить тривалість і якість роботи механізму.

З огляду на конструктивні особливості і технічні характеристики лінійних направляючих для ЧПУ верстата, можна зробити висновок, що використовувати їх слід для різних цілей:

Для вирішення складних завдань по обробці високоміцних металів і натурального каменю з планованою площею робочого поля більше 0,7 м кв. єдиним вірним варіантом буде вибрати профільні рейкові напрямні.

Конструкція профільних рейкових напрямних

Профільні рейкові напрямні (рис.3.2) складаються з каретки і направляючої рейки. Каретка містить кілька частин. У ній є один або кілька контурів циркуляції елементів кочення, що складаються із зони навантаження і зони повернення. В зоні навантаження елементи кочення передають навантаження з каретки на рейок і навпаки. У зоні повернення елементи кочення не піддаються навантаженню, а направляються вздовж по контуру з подальшим поверненням в зону навантаження. Завдяки такій рециркуляції кульок можливо нескінченне лінійне переміщення.

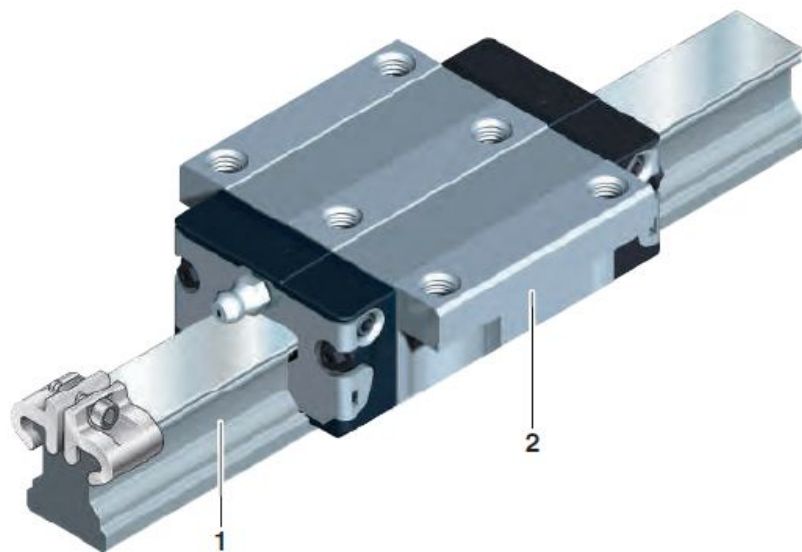


Рисунок 3.2. – Профільна рейкова напрямна (приклад: кулькова рейкова напрямна) 1 Направляюча рейка; 2 Каретка.

Основним компонентом каретки є корпус з загартованими доріжками кочення. Елементи кочення виготовляються, як правило, з антифрикційної підшипникової сталі і мають контакт кочення з кареткою і рейкою. У торцевих кришках є рециркуляційні елементи, які направляють елементи кочення із зони навантаження в зону повернення і навпаки. У торцевих кришках є також ущільнення. повний ущільнювальний комплект складається з торцевої знімаючої бруд манжети і бічних ущільнень, що забезпечують всебічний захист каретки від попадання в неї бруду або пилу щоб забезпечити повну функціональність направляючої, каретки змащуються через мастильні отвори в

торцевих кришках. Як і каретка, напрямна рейка має загартовані доріжки кочення.

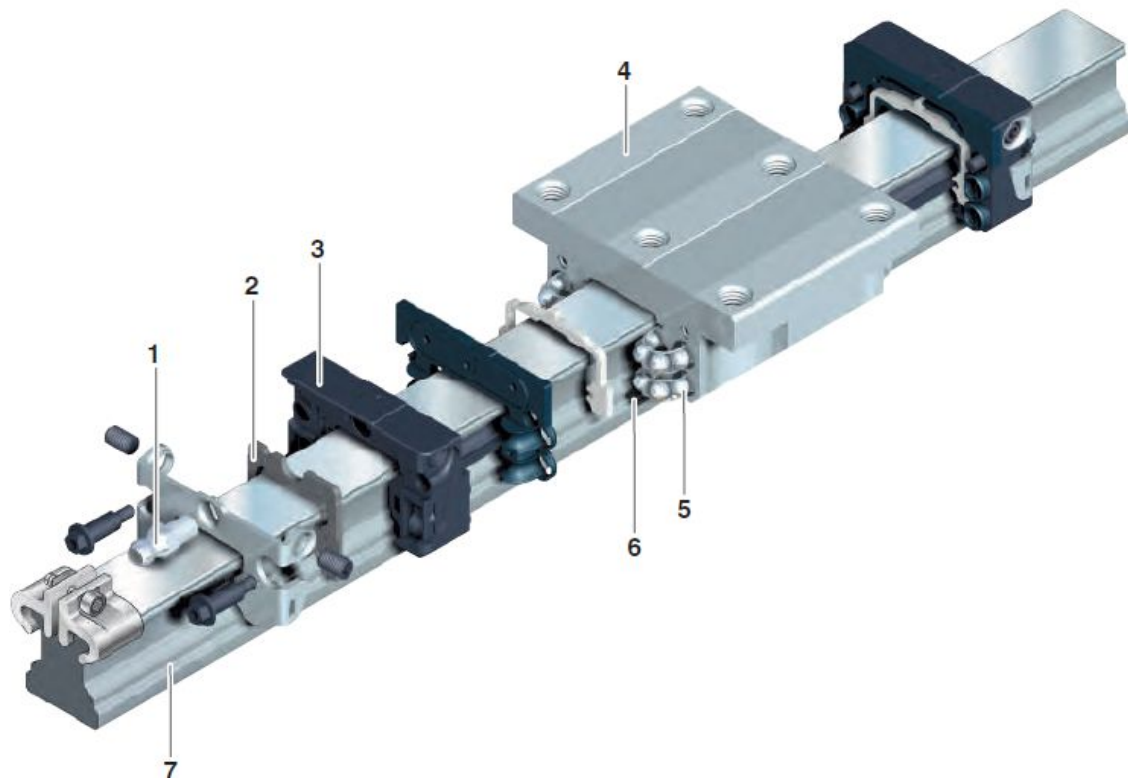


Рисунок 3.3 – Конструкція кульковою рейкової направляючої останнього покоління

- 1 Змащувальний отвір (шприц-маслянка); 2 Торцева манжета; 3 Торцева кришка; 4 Корпус каретки; 5 Елемент кочення; 6 Бічне ущільнення;
7 Направляюча рейка

Виходячи зі своїх конструктивних особливостей, лінійні напрямні мають різні базові поверхні і краї для центрування і підгонки до суміжних конструкціям. Підстави кареток і напрямних рейок виконують функцію сполучених поверхонь для установки на конструкцію. Вони мають також різьбові отвори для кріпильних болтів.

Бічні поверхні служать для передачі зусиль в поперечному напрямку і центрування компонентів під час установки. Вони називаються базовими крайками. Напрямна рейка має дві базові кромки, які можуть використовуватися незалежно один від одного. каретки зазвичай мають одну

базову крайку, яка повинна враховуватися під час монтажу при цьому деякі типи кареток мають дві або більше базових крайок.

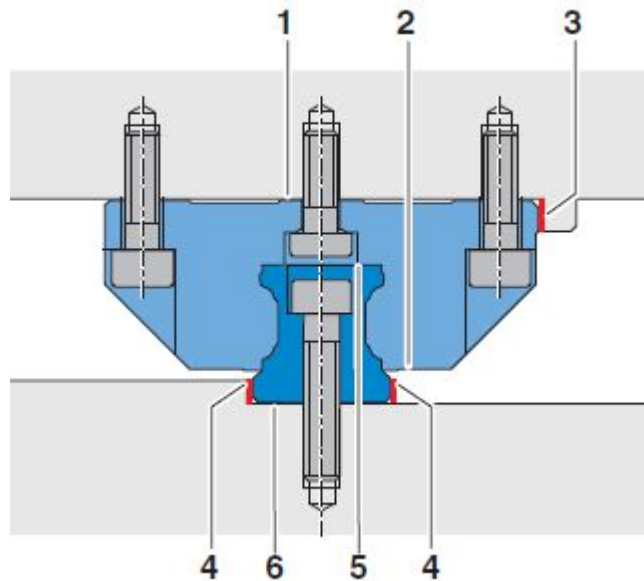


Рисунок 3.4 – Базові поверхні і крайки

1 Підстава каретки; 2 Верхня частина каретки; 3 Базова кромка на каретці; 4 Дві базові кромки на рейці; 5 Верхня площина направляючої рейки; 6 Підстава направляючої рейки.

Система координат

У профільних рейкових напрямних переміщення каретки визначається системою координат, показаної на малюнку. Ця система координат має 6 ступенів свободи. X-вісь - це напрямок переміщення. У всіх інших напрямках переміщення можливо тільки як пружна деформація направляючої під навантаженням

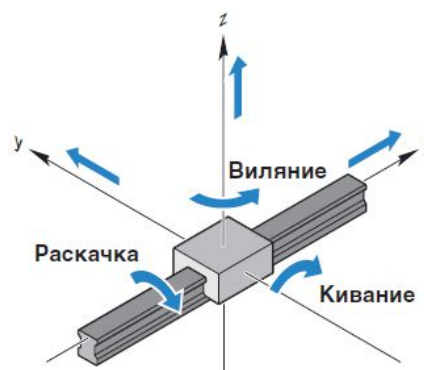


Рисунок 3.5 – Напрямки осьових і обертальних переміщень

Лінійні ступеня свободи (уздовж осей):

Напрямок переміщення (X-вісь)

Поперечне переміщення (Y-вісь)

Переміщення відриву (Z-вісь)

Переміщення притиснення (Z-вісь, негативне напрямком)

Обертальні ступені свободи:

Розгойдування (обертання навколо X-осі)

Кивання (обертання навколо Y-осі)

Виляння (обертання навколо Z-осі)

Системи лінійних переміщень

Системи лінійних переміщень являють собою готові до установки пристрої, що складаються з приводів і напрямних. Це допомагає користувачеві швидше розрахуватися і їх складання для відповідних областей застосування. Користувачеві не потрібно визначати параметри окремих вузлів, так як системи лінійних переміщень встановлюються як завершення пристрою. Перші системи лінійних переміщень, виготовлені колишньої компанією "Deutsche Star", склалися з лінійних втулок і валів, шарико або пневматичного приводу. Ці пересувні столи пропонувалися так само, як двокоординатні столи X-Y.

На рис.3.6 столу з кульковою направляючої ТКК показана типова структурна конструкція приводного пристрою, що складається з шарико приводу і рейкових направляючих

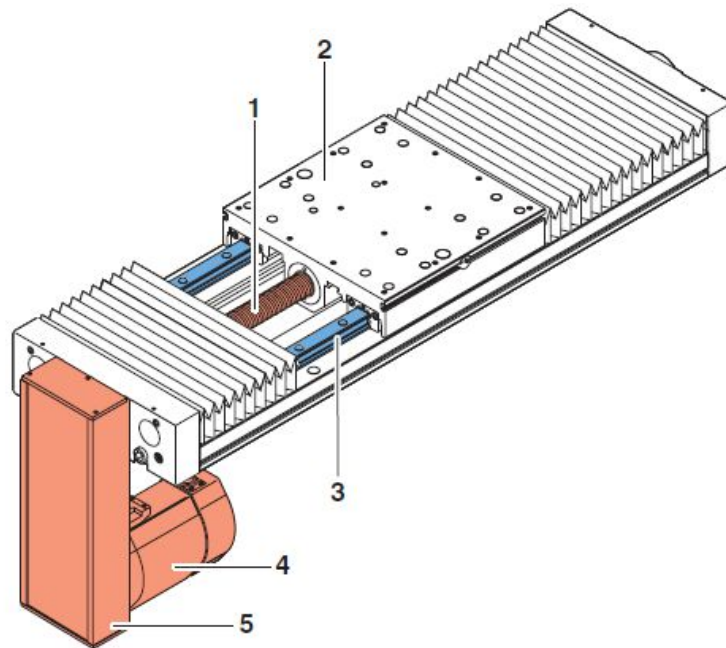


Рисунок 3.6 – Стіл з кульковою рейковою направляючою ТКК, що складається з шарико приводу і рейкових направляючих

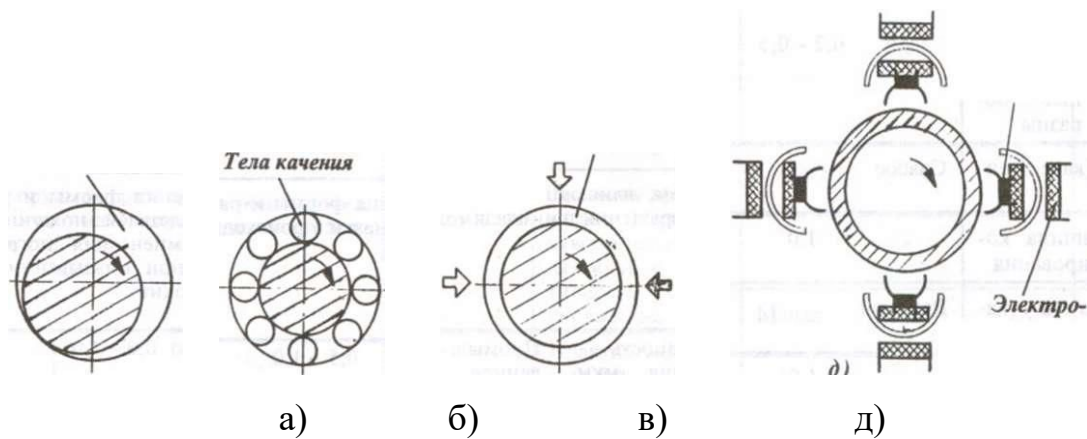
1 Шарико винтовий привід; 2 Стіл; 3 Направляючий рейок; 4 Двигун; 5 Редуктор (тут: бічний привід з зубчатим ременем)

Технологія системи

Профільні рейкові напрямні застосовують у тих областях виробництва, в яких потрібні особливо висока точність, мале технічне обслуговування, низькі знос і тертя, а також високоточне позиціонування.

4 ШПИНДЕЛЬНІ ВУЗЛИ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Шпиндельні вузли (ШВ) призначені для обертання заготовок (токарні верстати, бабки виробу шліфувальних верстатів і ін.) Або інструменту (фрезерні верстати, свердлильні верстати та ін.) В процесі механічної обробки. Види опор шпинделів. В шпиндельних вузлах металорізальних верстатів в якості опор шпинделів застосовують такі види підшипників (рис.4.1.): а) підшипники кочення; б, в) підшипники ковзання з рідким мастилом (б) - гідродинамічні, в - гідростатичні); г) підшипники з газової мастилом; д) активні магнітні підшипники.



а) - підшипник кочення; б) - гідродинамічний підшипник ковзання; в) - гідростатичний підшипник ковзання; г) - підшипник з газової мастилом;
д) - активний магнітний підшипник

Рисунок 4.1 – Основні види опор шпинделів

Підшипники з рідкої і газової мастилом займають міцне місце в тих верстатах, до яких пред'являються екстремальні вимоги по точності, швидкохідності або несучої здатності. Активні магнітні підшипники (найбільш швидкохідні) знаходяться на початковій стадії промислового розвитку. Переважним видом опор шпинделів є підшипники кочення (ПК): за різними оцінками 90 - 95% шпиндельних вузлів верстатів випускають з ПК.

Підшипники використовуються в якості опор планшайб карусельних і зубооброблювальних верстатів, і підшипники для поворотних столів

"оброблювальних центрів" надалі не розглядаються. Критерії працездатності ШУ. Основними показниками працездатності шпиндельних вузлів є:

$$P = d n_{\max} - 10^{-5} \text{ мм} \cdot \text{хв}^{-1},$$

де d , мм - діаметр шийки шпинделя в передній опорі; n_{\max} , хв^{-1} - найбільша частота обертання шпинделя); жорсткість; точність; ресурс.

Конструктивні схеми ШУ. Можливі численні (десятки) поєднань ПК різних типів при установці в ШУ. Однак практичне застосування знаходять лише 12 типових схем розміщення. Узагальнені характеристики можуть істотно змінюватися в залежності від конкретних особливостей умов роботи і конструкції ШУ (змазування, тепловідвід, вплив приводу і механізмів затиску оброблюваних деталей і інструменту і т.п.). Точність ШУ характеризують: радіальне (ΔR) і осьовий або торцеве (ΔA) биття шпинделя; зміщення миттєвої осі поворота шпинделя, зване "похибкою обертання", $\Delta 1$. Радіальне биття шпинделя ΔR виникає внаслідок взаємних ексцентриситетів шийок шпинделів, отворів і доріжок кочення ПК; осьове (торцеве) биття - внаслідок взаємних биття торців. Допустиму величину биття регламентують стандарти і технічні умови на верстати в цілому. Тому вибір класу точності ПК, що встановлюються в ШУ, в першому наближенні, можна проводити відповідно до класу точності верстатів, здійснюючи подальшу перевірку за загальновідомими формулами векторного підсумовування биття. Ефективним засобом зменшення радіального биття є збірка з орієнтацією ексцентриситетів кілець ПК і шийок шпинделів; з цією метою виробники ПК роблять позначки на кільцях ПК в місцях найбільшого биття.

Похибка Δ обертання шпинделя - це векторна сума всіх частотних складових процесу зміщення осі шпинделя, частота яких відрізняється від частоти обертання. Вона безпосередньо впливає на відхилення від круглості оброблюваних деталей і опосередковано на параметри шорсткості оброблюваної поверхні і інші відхилення форми і взаємного розташування оброблюваних поверхонь.

Похибка Δ виникає в процесі пружного взаємодії доріжок і тіл кочення при обертанні ПК шпинделя. Необхідно розглядати послідовні положення осі шпинделя при його повороті з урахуванням похибок форми робочих поверхонь деталей ПК і зовнішнього навантаження, тобто квазістатичний процес.

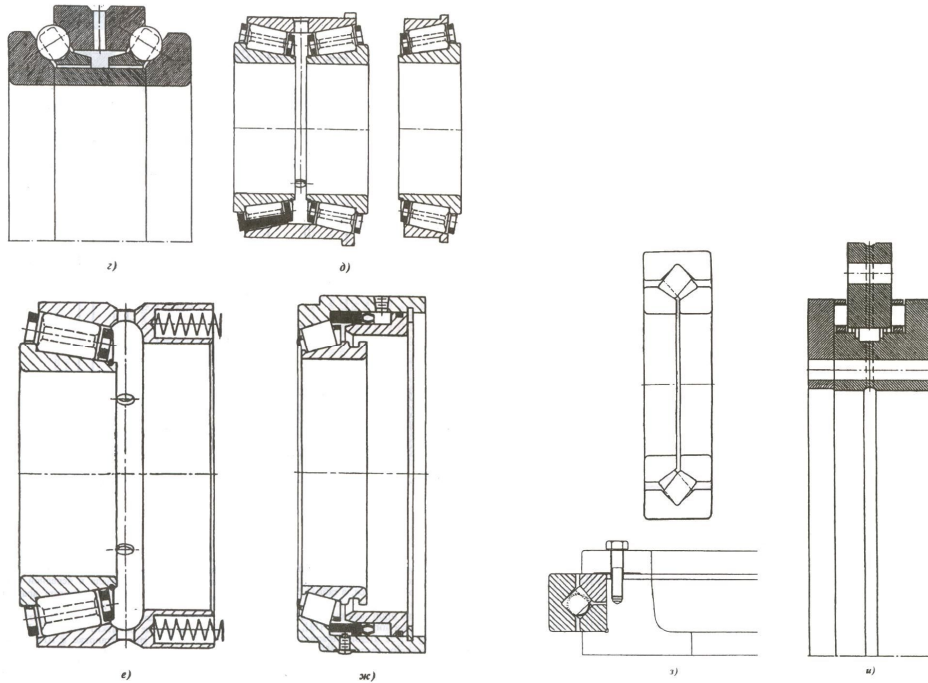


Рисунок 4.2 – Конструктивні схеми підшипників

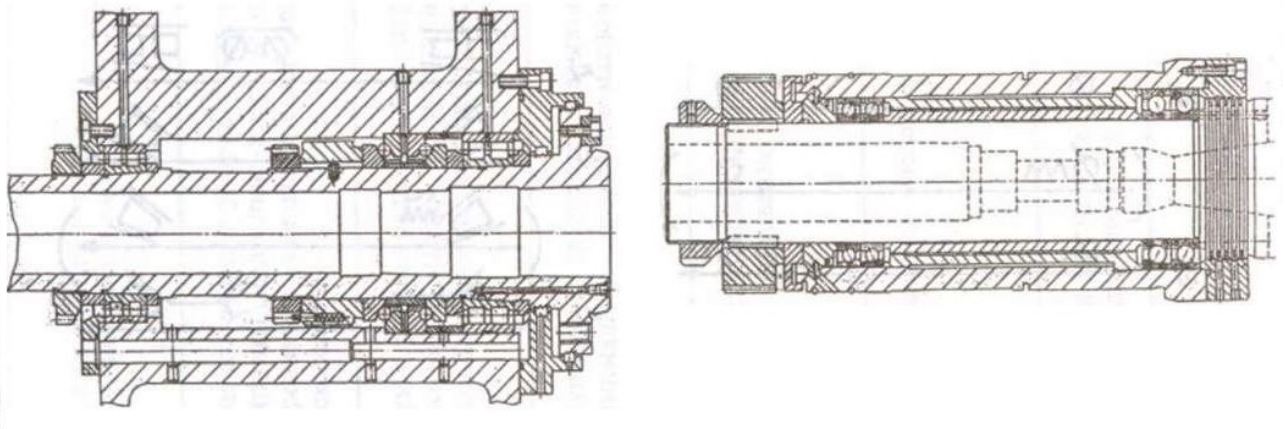


Рисунок 4.3 – Вузол шпінделя токарного верстата

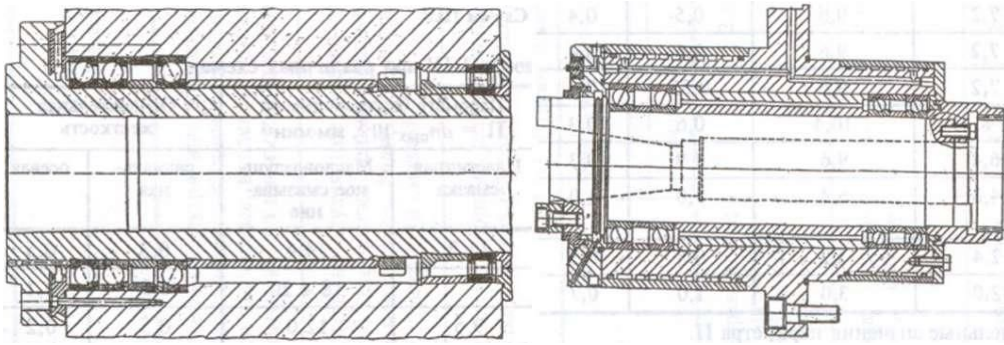


Рисунок 4.4 – Вузол шпінделя високошвидкісного верстата типу токарного верстата «обробний центр

При однокоординатної записи биття шпінделя за допомогою контактного або безконтактного датчиків, сигнали яких розкладаються в ряд Фур'є, або чисельними методами, або за допомогою вузькосмугового спектрального аналізатора.

Для підвищення точності обертання шпинделів верстатів класу точності А і С необхідно виготовлення ПК за додатковими технічними умовами (умовно - клас точності 1), або відбір серед ПК класу точності 2, здійснюваного на основі спектральної оцінки віброактивності ПК.

Похибка Δ обертання шпінделя і вимушені коливання на власній частоті шпінделя важко помітні, якщо коливання не мають різко вираженого резонансного характеру. Практично всі типи ШУ, крім електрошпинделів, працюють в докритичній області обертання. Динаміка ШУ помітно поліпшується при виготовленні шпинделів з нових неметалічних матеріалів.

Вимоги до деталей, зв'язаних з ПК. Вибір посадок ПК. При недостатньо точному виготовленні деталей, пов'язаних з ПК, після установки ПК в ШУ їх первісна точність може бути втрачена внаслідок деформації щодо маложестких кілець підшипників. ГОСТ 3325-85 регламентує вимоги до точності деталей, пов'язаних з ПК і, в цілому, вони є прийнятними для ШУ, за винятком допусків на торцеве биття заплічок .. Для деталей ШУ особливо точних верстатів, у яких похибка форми відхилення від круглості оброблюваних деталей не повинна перевищувати 1 мкм і в які встановлюють ПК, спеціально виготовлені (умовно

- клас точності 1) або відібрані (з ПК класу точності 2 та Т). Вибір посадок ПК також регламентує ГОСТ 3325-85. Для прецизійних ШУ реко-мендуються певні обмеження для особливо швидкохідних і особливо точних ШУ обробку сполучених деталей ведуть відповідно до фактичних відхиленнями кілець ПК, керуючись даними .Радіальна і осева жорсткість ШУ є ставлення радіальної F_{Ri} осевой F_A сил до виникаючих під дією цих сил радіальної δR_i осьової δA деформаціям (відповідно) .Радіальна деформація ШУ відбувається як вигин пружною балки на пружних опорах; осева податливість ШУ практично повністю визначається піддатливістю ПК. Розрахунок жорсткості ШУ виконують за допомогою ЕОМ. На радіальну жорсткість ШУ визначальний вплив надають діаметр d , відстань між опорами довжина консолі a . Якщо відношення загальної довжини шпинделя $(l + a)$ до його діаметру в передній опорі не менше 3 і не більше 6, то межопорну відстань можна вибирати з чисто конструктивних міркувань. Жорсткість ШУ в цілому великою мірою визначає його конструктивна схема.

Вимоги до бистроходності ШУ безпосередньо впливають з технічного завдання на верстат. Визначальними факторами є діаметр шпинделя, тип ПК, система змащування. Зменшенню діаметра шпинделя і відповідно підвищенню швидкохідності перешкоджають вимоги до жорсткості і технологічні вимоги до верстата (розміри патрона, діаметр прутка і т.п.). Найбільшу допустиму частоту обертання надають в каталогах виробників . У високоскоростних ШУ застосовують, як правило, ПК серій діаметрів 1 і 9. В останні роки з метою підвищення швидкохідності ШУ розпочато виробництво радіально-наполегливих шарікопідшипників з керамічними кульками, у яких завдяки меншій масі кульок сніжа-ється негативний вплив відцентрових сил і гіроскопического вертіння кульок. Крім ПК швидкохідність ШУ обмежують пов'язані з ШУ механізми (затискні пристрої для деталей і інструментов, ремені, з'єднувальні муфти тощо.). Перешкодою для забезпечення необхідної швидкохідності ШУ може з'явитися тепловиділення в ПК. Відповідними розрахунковими методами можна приблизно оцінити теплову потужність опор

шпинделя і очікувану температуру опор, яка не повинна перевищувати допустиму, регламентовану технічним завданням на верстат.

4.1 Вплив елементів технологічної системи на точність обробки

При обробці заготовок на різних технологічних системах діє велика кількість факторів, пов'язаних з конструкцією системи, її станом і самим процесом обробки. Спільне вплив цих факторів визначає виникає похибка обробки. З метою підвищення точності обробки необхідно управляти діючими факторами при виконанні технологічного процесу. Похибка обробки є результатом зміщення одного або декількох елементів технологічної системи під впливом тих чи інших факторів.

Технологічну систему характеризують такі основні похибки:

- установки заготовок у пристосуванні з урахуванням коливання розмірів баз, контактних деформацій настановних баз заготівлі та пристосування, точності виготовлення і зносу пристосування
- коливання пружних деформацій технологічної системи під впливом нестабільних навантажень, що діють в системі змінної жорсткості.
- налагодження технологічної системи на яке витримується розмір.
- зносу ріжучого інструменту
- зносу верстата
- коливання пружних і контактних деформацій елементів технологічної системи внаслідок їх нагрівання при різанні, тертя рухомих елементів системи, зміни температури в цеху.

4.2 Похибка установки заготовки

Похибка установки заготовки є істотним чинником, який впливає на точність обробки. Під похибкою установки розуміють відхилення фактично досягнутого положення заготовки або деталі при установці від необхідного.

Похибка установки складається з похибок базування, закріплення і пристосування.

Під похибкою базування розуміють відхилення фактично досягнутого положення заготовки або деталі при базуванні від необхідного. Похибка виникає при розбіжності технологічної та вимірювальної баз, при певних формах поверхонь заготовок і настановних елементів пристосування.

Похибка базування визначається для конкретно виконуваного розміру при такій схемі установки. Вона може визначатися різницею граничних відстаней вимірювальної бази заготовки і встановленого на розмір інструменту. Похибка базування визначається на основі геометричних зв'язків поверхонь деталі або аналізу розмірних ланцюгів, що в ряді випадків дає більш просте рішення задачі.

4.3 Похибка налаштування технологічної системи

Похибка налаштування включає в себе похибка регулювання $\Delta_{\text{рег}}$ положення інструменту або відповідних вузлів верстата щодо встановленого інструменту і похибка вимірювання пробних заготовок, за якими проводиться настройка верстата. Похибка положення інструменту визначається точністю застосовуваних засобів регулювання положення інструменту (лімбов, упорів, індикаторів і так далі) або граничною похибкою вимірювального інструмента, використовуваного для регулювання різального інструменту. Похибка вимірювання приймається рівної граничною похибки застосовуваного вимірювального інструмента. Похибка налаштування визначається:

$$\Delta_{\text{н}} = 1,2 \sqrt{\Delta_{\text{рег}}^2 + \Delta_{\text{изм}}^2}$$

Під час налаштування верстатів по пробним деталям з використанням універсального вимірювального інструмента необхідно враховувати зсув центру групування групових середніх пробних партій заготовок, яке визначається:

$$\Delta_{\text{смещ}} = \pm \frac{S}{\sqrt{n}}$$

де S - середнє квадратичне відхилення, яке характеризує точність обробки.

n - кількість пробних заготовок в партії від 5 до 10 штук.

4.4 Жорсткість технологічної системи

Однією з основних причин, що викликають зміну положення різальних крайок інструменту і технологічних баз заготовки в просторі щодо їх заданого положення, є коливання сили різання (особливо при чорновій обробці), що викликає появу похибки обробки або похибки динамічного настроювання системи. Значення сили різання визначається фізико-механічними властивостями матеріалу оброблюваних заготовок, зносом і затупленням ріжучого інструменту і іншими причинами. Зміна сили різання за значенням і напрямку викликає поява в системі пружних переміщень, зумовлених жорсткістю системи.

Значення сили різання визначається фізико-механічними властивостями матеріалу оброблюваних заготовок, зносом і затупленням ріжучого інструменту і іншими причинами. Зміна сили різання за значенням і напрямку викликає поява в системі пружних переміщень, зумовлених жорсткістю системи.

Під жорсткістю будь-якого вузла або технологічної системи розуміється їх здатність протидіяти виникає переміщенню під дією прикладеної сили.

Жорсткість j (кН/м) визначається відношенням вертикальної складової сили різання, спрямованої по нормалі до оброблюваної поверхні, до переміщення в цьому напрямку y :

$$j = \frac{P_y}{y}$$

Жорсткість є однією з фізичних характеристик технологічної системи і є позитивною величиною. Жорсткість в значній мірі визначає динамічні

властивості системи. Жорсткість є змінною величиною, яка від інших характеристик, що визначають її стан, наприклад, конструкції верстата і його стану, матеріалу деталей, похибок форми поверхонь деталей, температури і залежить від неї в'язкості мастила, кількості мастила в стиках і інші.

Таким чином, жорсткість технологічної системи повинна розглядатися з урахуванням перерахованих вище факторів. При визначенні жорсткості по окремим її компонентам, при розрахунках точності обробки, пов'язаних з пружними переміщеннями елементів системи використовується величина, зворотна жорсткості - податливість ω (м / кН) технологічної системи

$$\omega = \frac{1}{j}$$

При розрахунках точності одиниця виміру податливості це мікрометри на кілограм (мкм/кг):

$$\omega = 1000 / j$$

Пружне переміщення ланок системи або сумарне переміщення визначається як:

$$y_{\Sigma} = y_1 + y_2 + \dots + y_n$$

Сумарна податливість системи визначається:

$$\omega_{\Sigma} = \omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n$$

Сумарна жорсткість системи буде дорівнювати:

$$\frac{1}{j_{\Sigma}} = \frac{1}{j_1} + \frac{1}{j_2} + \dots + \frac{1}{j_n}$$

4.5 Розмірний знос ріжучого інструменту

При обробці заготовок внаслідок дії різних факторів (сил тертя і різання, температури, матеріалу заготовки та інструменту і інше) відбувається знос

інструменту, що викликає зміна розміру оброблюваної заготовки. Такий знос носить назву розмірного і спрямований по нормалі до оброблюваної поверхні.

Перебіг зносу в часі характеризується кривою зносу, що складається з трьох ділянок або періодів (рис.4.5).

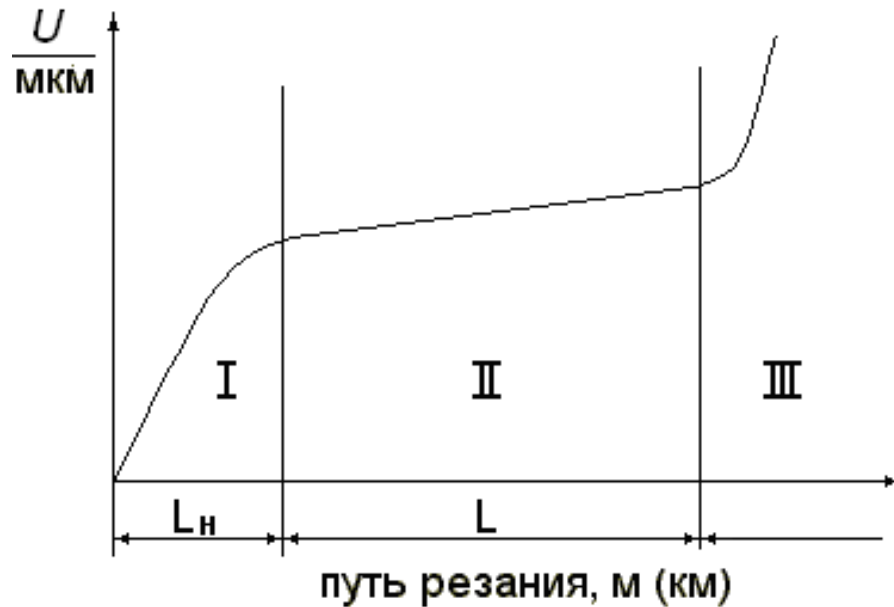


Рисунок 4.5 – Перебіг зносу в часі

Ділянка I - період початкового зносу інструменту, що характеризується підвищеним зносом і представляє собою період підробітки інструменту. Тривалість цього періоду становить 500-2000 м (L_n). Розмір 500 метрів відповідає добре доведений різцю, а 2000 - відповідає незаточеного різцю.

Ділянка II - період нормального зносу. Шлях різання на цій ділянці становить $l \approx 30000$ м (30 км). Наприклад, при обробці сталі різцем T15K6, період нормального зносу складає 40-50 км.

Ділянка III- період катастрофічного зносу. Нормальний знос U (мкм) ріжучого інструменту визначається за формулою:

$$U = \frac{U_0 L}{1000}$$

де U_0 - питома або відносний знос, мкм / км. Значення цього зносу залежить від матеріалу ріжучого інструменту і заготовки, режимів різання, жорсткості системи. Значення U_0 приймається за довідниками.

4.6 Температурні деформації верстата

Основними джерелами теплоутворення в верстаті є теплота, що виділяється при терті рухомих частин верстата, теплота електро - гідроприводу, теплота, що видаляється із зони різання охолоджувальною рідиною, теплота від зовнішніх джерел.

Під дією теплоти, що виділяється відбуваються зміни як розмірів і форми деталей, так і їх взаємного розташування, що викликає похибка обробки.

Як приклад розглянемо вплив температурних деформацій на зміну положення станини верстата, що викликає зміщення і поворот шпинделя (рис. 4.6). Різниця в перепаді температур стінок станини в 2-5 ° С викликає поява деформації оброблюваної деталі порядку $\Delta D = 0,02-0,05$ мм.

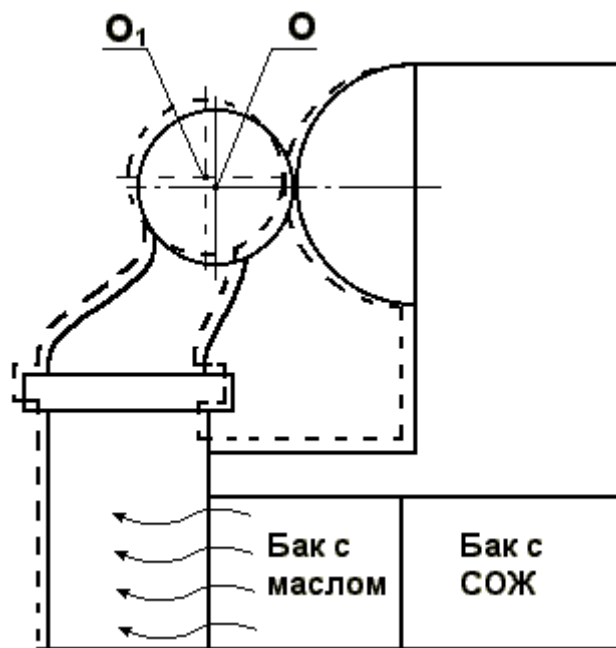


Рисунок 4.6 – Вплив температурних деформацій на зміну положення станини верстата

Температурне поле станини не постійно і відрізняється на 10-60 ° С від нормальної температури в різних точках. Температурні деформації можуть бути представлені графіком зміни температури при нагріванні і охолодженні верстата (рис.4.7).

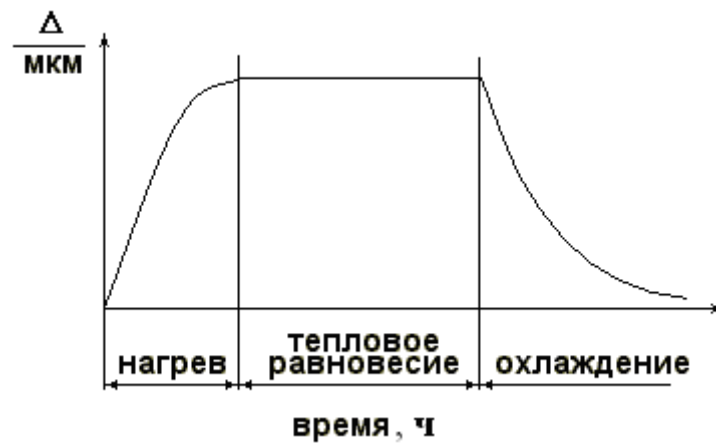
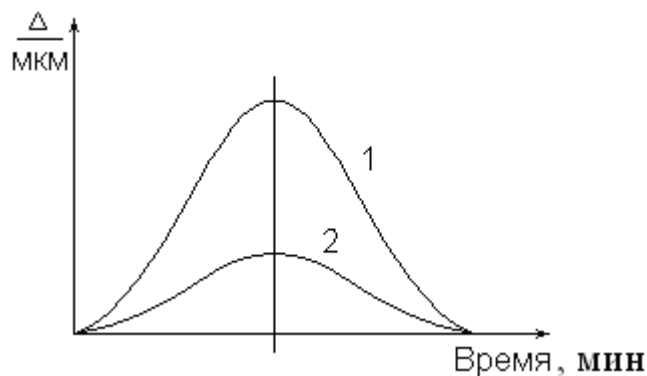


Рисунок 4.7 – Температурні деформації

Середній час нагрівання верстата до досягнення теплової рівноваги при тривалій обстановці становить 1-3 години. Час охолодження - 10-20 годин в залежності від розмірів верстата.

В процесі нагрівання передньої бабки токарного верстата відбувається зміщення шпинделя у вертикальній і горизонтальній площинах. У вертикальній площині він може зміщуватися від 20 до 120 мкм (середнє - 50 мкм), горизонтальної - від 10 до 30 мкм (середнє - 15 мкм).

Зсув шпинделя залежить від збільшення частоти обертання і приблизно пропорційно. Графік зміщення шпинделя у вертикальній і горизонтальній площинах наведено на рис 4.8.



1 - зміщення у вертикальній площині; 2 - зміщення в горизонтальній площині;

Рисунок 4.8 – Графік зміщення шпинделя у вертикальній і горизонтальній площинах

Температурне поле передньої бабки токарного верстата при сталому тепловому рівновазі показано на рис.4.9.

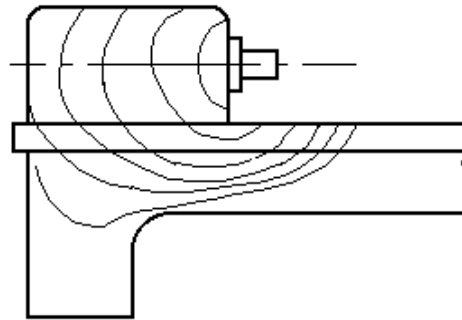


Рисунок 4.9 – Температурне поле передньої бабки токарного верстата

Основним джерелом теплоутворення в верстаті є передня бабка, температура якої в різних точках знаходиться в межах 10-50°C. Температура валів і шпинделів на 30-40% вища за температуру корпусних деталей, в яких вони розміщені. Температура коробки швидкостей в межах 65-80 ° С.

Температурні деформації корпусу передньої бабки визначаються:

$$\Delta = \alpha h t_{\text{ср}}$$

де α - коефіцієнт лінійного розширення матеріалу передньої бабки; $t_{\text{ср}}$ - середня температура передньої стійки верстата; h - висота центрів.

Температурні деформації валів ходових гвинтів визначаються:

$$\Delta_{\text{в}} = \alpha \int_0^x t_x dx$$

де x - поточна координата довжини вала; t_x - температура в цій точці.

Температурна деформація будь-якої деталі верстата визначається за формулою:

$$\Delta L = \alpha L t_{\text{д}}$$

де L - довжина деталі; $t_{\text{д}}$ - температура деталі.

У виробничих умовах при обробці заготовок з невеликими перервами температурні деформації можуть бути представлені графіком на рис.4.10 , Де час роботи дорівнює часу перерви.

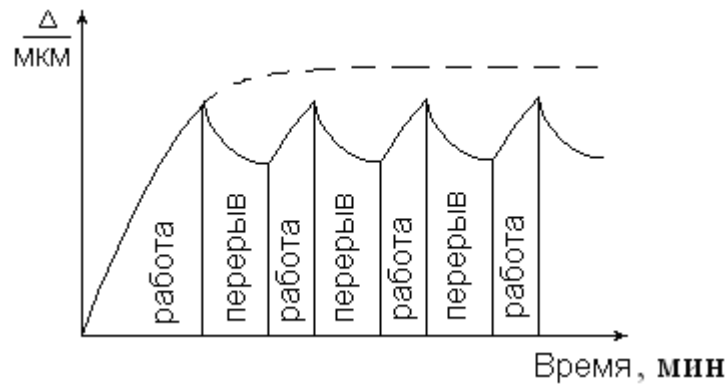


Рисунок 4.10 – Графік обробки заготовки з невеликими перервами

Основними заходами щодо скорочення температурних деформацій верстата є:

- стабілізація температурного поля верстата в зоні різання;
- забезпечення сталості температури повітря в цеху. Наприклад, для фінішної обробки температура повинна бути в межах $(20 \pm 0,5)^\circ \text{C}$;
- обробка високоточних заготовок повинна проводитися в термостатичних цехах;
- застосовувати по можливості рясне охолодження;
- попередній нагрів верстата до температури теплового рівноваги;
- застосування раціональних режимів різання;
- компенсація температурних деформацій верстата.

4.7 Елементи верстата та його розробка для прецизійної обробки конусів

У данному проекті розробляється верстат для прецизійної (Приложение А) обробки (проточки)зовнішніх і внутрішніх конусів на деталях типу штуцер і ніпель під різними кутами. При цьому дві виконані під певним конусом поверхні фітингів стикуються і вклинюються одна в іншу при закручуванні гайки. Для отримання якості обробки конуса Ra 7 класу верстат потребує застосування шпинделя із високими обертами на хвилину. Також щоб досягти високоточного позиціонування інструмента використовують сучасні модулі лінійного переміщення, а для швидкої заміни інструмента з мінімальними

втратами у відхиленні точності базування доцільно використання резцетримача картриджного типу .

Приклад деталі



Рисунок 4.11 – Зразок фітинга

Фітинг DKJ або JIC (Joint Industrial Committee) - один з найпопулярніших стандартів фітингів використовуваних на техніці. Фітинг DKJ (рис.4.11) має дюймову циліндричну різьбу UNF і зворотний ущільнювальний конус 74° , гальванічне покриття. Діаметр різьблення варіюється від $3/8$ " до $2\ 1/2$ " і використовуються для з'єднання рукавів з умовним внутрішнім діаметром від 6 до 50 мм.

Тип	Прямий
Резьба	UNF
Уплотнение	Обратный конус 74°

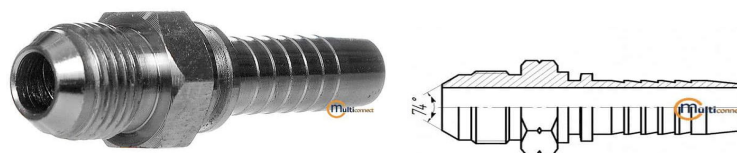


Рисунок 4.12 – Зразок штуцера

Штуцер AGJ або JIC (Joint Industrial Committee) -. штуцер AGJ (рис.4.12) має дюймову циліндричну різьбу UNF і ущільнювальний конус 74° , гальванічне покриття. AGJ є відповідною частиною фітинга DKJ.

Діаметр різьблення варіюється від 7/16 " до 2 1/2 " і використовуються для з'єднання рукавів з умовним внутрішнім діаметром від 6 до 50 мм.

Тип	Прямой
Резьба	UNF
Уплотнение	Обратный конус 74°

Механізм ущільнення: дві виконані під певним конусом поверхні фітингів стикуються і вклинюються одна в іншу при закручуванні гайки. Ущільнювальні поверхні можуть бути як увігнутими (посадочне місце), так і опуклими - на фітингу із зовнішнім різьбленням, і на голівці фітинга з внутрішнім різьбленням.

Верстат призначений для проточки зовнішніх і внутрішніх конусів на деталях типу штуцер і ніпель під різними углами. Станок призначений для експлуатації в закритих опалювальних приміщеннях. Верстат токарно-гвинторізний універсальний високої точності.

Підстава верстата складається з литої станини, встановленої на тумбу. На станину встановлюється хрестовий супорт із закріпленою на ньому планшайбою і фіксуючим пристосуванням. На планшайбу встановлений модуль лінійних переміщень Bosh Rexroth ТКК 15-155 AL і швидкозмінний резцедержатель Knuth. На станину встановлена передня бабка з шпинделем. Обертання передається через ремінну передачу від електродвигуна.

Переміщення хрестового супорта в поздовжньому напрямку здійснюється за допомогою рейкової передачі через маховик встановлений на коробці подачі.

Після підведення хрестового супорта на необхідну відстань до шпинделя супорт притискається до станини фіксуючим пристосуванням щоб уникнути мимовільного від їзда під діями сил різання.

Виставлення необхідного кута виконується шляхом повороту планшайби з лінійним модулем. Для визначення кута повороту на поперечному супорті розташована лінійка

Верстат оснащений швидкозмінним резцетримачем картриджного типу.

Даний тип резцетримача дозволяє проводити швидку зміну інструменту як з чотиригранної так і з круглою державками. Інструмент попередньо затискається в змінному картриджі і далі насаджується на резцетримач який нерухомо закріплений на лінійному модулі верстата. Висота інструменту щодо осі шпинделя регулюється гвинтом встановленим на картриджі. Перед початком процесу обробки деталі виставляється необхідна швидкість обертання двигуна шпинделя і тип обробки (чорнова, напівчистова і чистове).

Обраний тип обробки відповідає певній швидкості подачі інструменту, розрахованою з умови що при чорновій обробці подача становить 0,1 мм/об шпинделя, при напівчистової 0,06 мм/об, при чистової 0,02 мм/об Також можливо змінювати швидкість обертання двигуна шпинделя і тип обробки деталі в процесі обробки.

4.8 Вибір модуля лінійного переміщення

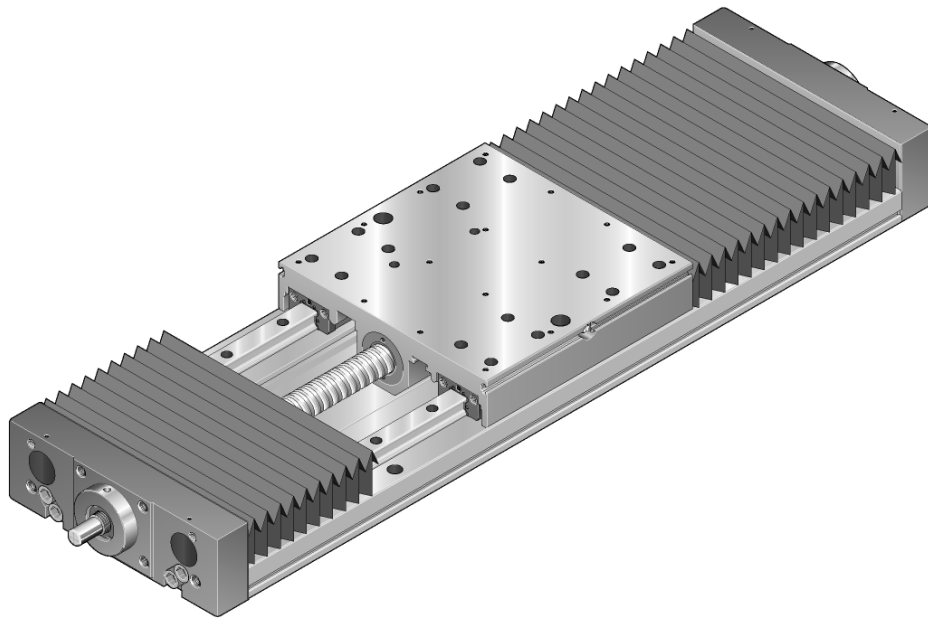


Рисунок 4.13 – Модуль лінійного переміщення bosch rexroth ttk 15 155 AL

Таблиця 4.1 – Характеристика модуля лінійного переміщення

тип	розмір (mm)	L_{\max}	динамічна вантажопідйомність
ТКК 15 - 155 Al	155 x 60	2860	25 300

- прецизійний, готовий до монтажу стіл з рейковими напрямними;
- опорна плита з обробленого алюмінієвого профілю або сталі з базової кромкою, розбитою на тонкі збільшення довжини
- дві кулькові рейкові напрямні Rexroth з чотирма товстими каретками
- шарико привід Rexroth, клас допуску 7, з безлюфтової гайкової системою
- нерухома алюмінієва опора в торцевій плиті з дворядним радіально-наполегливою шарикопідшипником з попереднім натягом
- плаваюча опора в торцевій плиті з подвійним шарикопідшипником
- стіл з обробленого алюмінієвого сплаву профілю або сталі різної довжини завдяки жорсткості конструкції столу. втрат несучої здатності немає

4.9 Вибір шпинделю верстата



Рисунок 4.14 – Шпиндель верстата

Таблиця 4.2– Характеристика шпинделя

тип	кінець валу	Діаметр корпусу { mm }	Мах. оберти { rpm }	підшипник { mm }	перевантаження	смазвання	Внутрішній діаметр P { mm }	шків	Тип пасу
BL4-140	A2-4	ψ140	6,000	ψ65	жесткая	смазка	ψ42	5GT-54T	3V
			8,000						

4.10 Швидкозмінний резцедержатель картриджного типу SWH



Рисунок 4.15 – Швидкозмінний резцедержатель картриджного типу SWH

1. Швидкозмінний резцедержатель картриджного типу.
2. Підходить до всіх поширених типів токарно-гвинторізних верстатів.
3. Надійний ексцентриковий затиск.
4. Точність перестановки 0.01 мм.
5. Шліфований зубчастий вінець.
6. 40 можливих кутових положень з відліком по шкалі.
7. Виготовлений з високоякісної легованої сталі.
8. Регулювання положення змінних картриджів по висоті.

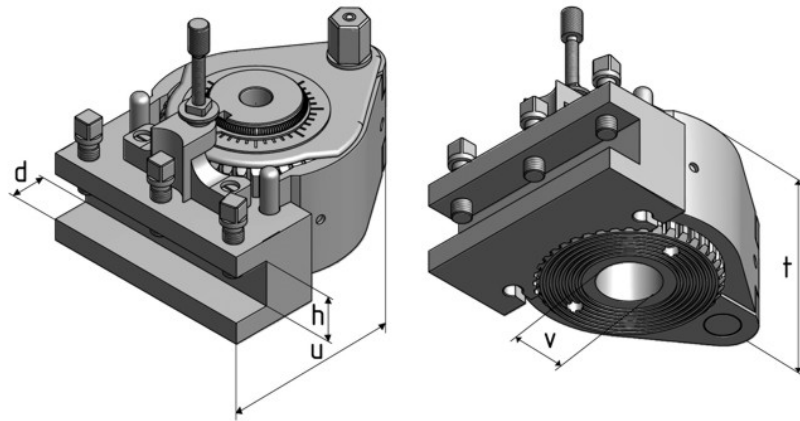


Рисунок 4.16 – Швидкозмінний резцетримач

Ширина верхньої каретки, макс.	80
Макс. ширина державки різця, мм d	10
Макс. висота державки різця, мм h	12
Настановних отвір, мм v	12
Макс. діаметр настановного відчинити. мм V max	12
Загальна ширина, мм u	74
Загальна висота, мм t	37
Виліт, макс. мм t max	30
Регулювання картриджа по висоті, мм H v	8



а) Картридж (вид спереду)



б) Картридж (вид ззаду)

Рисунок 4.17 – Картридж

5 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПОСОБУ КРІПЛЕННЯ І БАЗУВАННЯ БАГАТОГРАННИХ ПЛАСТИНОК НА ТОЧНІСТЬ

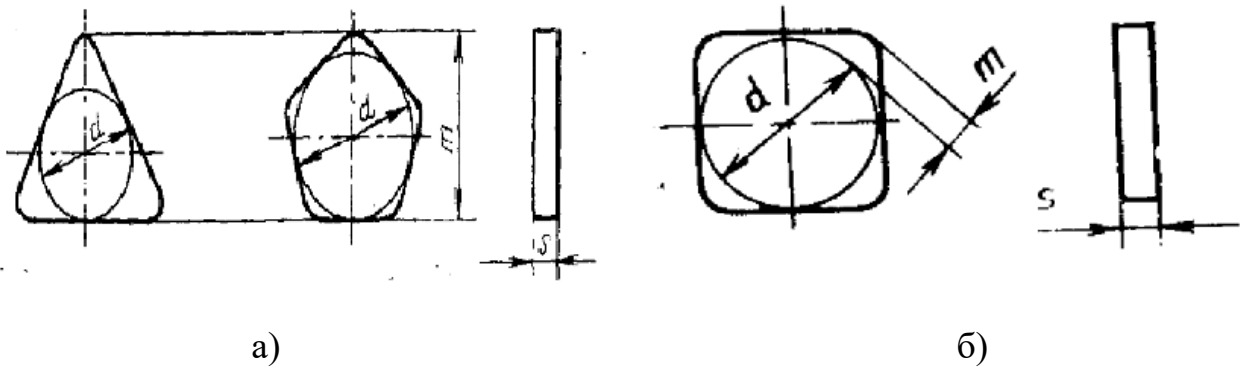
Використання інструменту зі змінними багатогранними твердосплавними пластинками забезпечує цілий ряд переваг у порівнянні з інструментом, що оснащений напаяними пластинами. Деякі з них: підвищення стійкості на 25...30% за рахунок відсутності внутрішніх напружень, що викликані підвищенням температури під час пайки та заточування; можливість використання на одній державці пластинок з твердого сплаву різних марок (в залежності від оброблюваного матеріалу); зменшення кількості інструменту, що знаходиться в оберті; стабільність геометричних параметрів; полегшення утилізації твердого сплаву; швидкість відновлення ріжучих властивостей інструменту за рахунок повороту або зміни пластинки та ін.

Одною з таких переваг є також можливість обробки без додаткового підналагоджування інструменту після відновлення його ріжучих властивостей як зазначено вище. Це реалізується на різцях, торцевих фрезах, розточних інструментах та ін., що використовуються на верстатах з ЧПК та автоматичних лініях. При цьому витрачається відносно небагато часу на заміну зношеної і встановлення нової пластинки. Так за існуючими нормативами часу на заміну багатогранної пластинки на інструменті витрачається 0.5...1 хвилини, тоді як час для заміни різця - в 2...4 рази більше. Окрім цього, в останньому випадку додатково 1 ...3 хв. витрачаються на налагодження інструменту на розмір позаверстатом.

Можливість обробки деталей без додаткового налагодження інструменту та/або верстату залежить в даному випадку як від точності пластинки так і від способу її базування в корпусі інструменту.

Згідно зі стандартом ISO 1832:2014 багатогранні пластинки мають декілька ступенів точності, що позначаються A, C, E, F, G, H, J, K, L, M, N, U. Відхилення встановлюються також в залежності від форми пластини та її

розміру. Так на рисунку показані розміри на які встановлюються відхилення для пластинок з непарною (а) та парною (б) кількістю граней. Відхилення на вказані розміри встановлюються при цьому у широкому інтервалі: для d від ± 0.013 до ± 0.25 , а для m – від $\pm 0,005$ до $\pm 0,38$ мм.



а – для пластинок з непарною кількістю граней. б – для пластинок з парною кількістю граней

Рисунок 5.1 – Розміри на які встановлюються відхилення

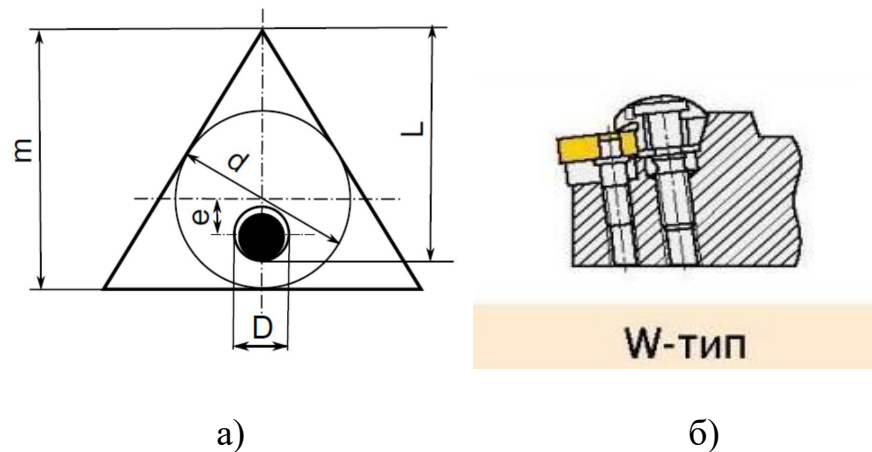
Слід зазначити, що за цим стандартом відхилення на розміри та положення отвору в пластинці не встановлюються. Згідно ISO класифікуються і типи кріплень пластинок в корпусі інструменту основні з яких наведені на рис. 5.2.



Рисунок 5.2 – Основні типи (схеми) кріплень пластинок в корпусі інструменту

При усіх типах кріплень що наведені на рис. 5.2 базування пластинки відбувається на опорну поверхню. Тобто розмір відхилення положення вершини пластини відносно вихідного налаштування при її повороті або зміні буде визначатися точністю діаметра вписаного кола d та/або точністю розміру

m (рис. 5.1). Крім того, при цих способах базування досягається співпадіння напрямків затискного зусилля і радіальної складової сили різання, що підвищує жорсткість, а за деякими даними і стійкість різців [1]. Ще один тип кріплення – W (див. рис. 5.3) передбачає затискання клином з базуванням на штифт. Як видно зі схеми – точність відстані від бази до вершини пластини L буде залежати як від точності розмірів d , m так і від точності діаметру отвору D та його положення e . Оскільки, як було вказано вище, точність виконання розмірів D та e стандартом не встановлюються, то можна очікувати, що відхилення положення вершини при такому базуванні буде більше ніж при базуванні на поверхню. Недоліком цього типу кріплення є також різнонаправленість сили затискання та радіальної складової сили різання.



а) Кріплення клином на штифт; б) (W – тип). Схема базування

Рисунок 5.3 – Схема кріплення

6 ОПИС ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Для проведення експеримента із визначення впливу схеми базування, повороту і заміни пластини на точність обробки може бути використаний пристрій, що імітує відповідний тип базування моделі. Для цього використовуємо прилад для розмірного налагодження різця поза верстатом мод. БВ-2012М (рис.6.1).

Прилад складається з литої основи 1, на якій укріплені направляюча каретка 3, лінійка 4 для установки поздовжньої координати і кронштейн ходового гвинта. Нижня каретка 3 переміщується по прямокутних направляючих за допомогою ходового гвинта. Зверху по направляючих нижньої каретки переміщується верхня каретка 5. На правій верхній планці укріплений мікроскоп 6 для відрахування поперечної координати і стопор. Справа на нижній каретці закріплений кронштейн з мікроскопом 7 для відрахування координат в поздовжньому напрямку. На верхній каретці 5 кріпиться кронштейн з візирним мікроскопом 8 і освітлювачем 9, а також лінійка установки поперечної координати. Відрахування координати виконується за допомогою відлікових мікроскопів типу МО (6, 7). Для відліку розміру необхідно повертати відрахунковий барабан мікроскопу в одному напрямку до положення, коли видимий штрих лінійки буде встановлено в середині бісектора на екрані мікроскопу. Потім з лінійки виконується відлік цілих міліметрів по індексу грубого відліку і сотих часток міліметра за поділками відрахункового барабану.

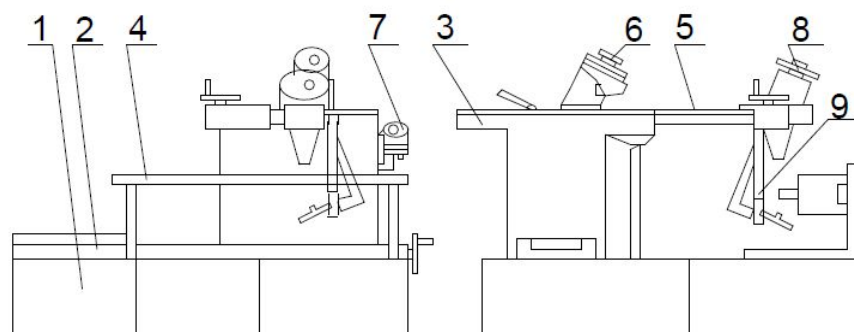


Рисунок 6.1 – Схема приладу БВ – 2012 М

Виконуємо вимірювання положення n вершин - l_{ij} для m пластин. Для двох типів базування вимірюються одні й ті самі пластини які підібрані однакового ступеню точності та з однієї партії. Результат вимірювань і результати розрахунків занесені в таблицю.

Положення першої вершини першої пластини l_{11} приймається за вихідне та вираховується відхилення положення інших вершин відносно вихідного.

$$\delta_{ij} = l_{ij} - l_{11}$$

Де i – номер пластини

j – номер вершини

Розраховуємо середнє групове відхилення для кожної пластинки:

$$\bar{\delta}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \delta_{ij},$$

де n – кількість вершин

Визначемо внутрішню дисперсію для кожної з пластин :

$$S_i^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (\delta_{ij} - \bar{\delta}_i)^2$$

Визначаємо однорідність внутрішніх дисперсій за критерієм Фішера:

$$F = \frac{\max\{S_i^2\}}{\min\{S_i^2\}}$$

Отримане значення порівняти з критичним $F_{кр}$, яке для довірчої вірогідності $\alpha = 0,95$ та ступенів свободи $\nu_1 = \nu_2 = n - 1$

Розраховуємо загальне середнє відхилення:

$$\bar{\delta} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{\delta}_i$$

Розраховуємо середньозважену внутрішньогрупову дисперсію:

$$S_w^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i^2$$

з кількістю ступенів свободи $f_w = m \cdot (n - 1)$

Розраховуємо міжгрупову дисперсію

$$S_A^2 = \frac{n}{m - 1} \sum_{i=1}^m (\bar{\delta}_i - \bar{\delta})^2$$

З кількістю ступенів свободи $f_A = m - 1$

Визначаємо загальну дисперсію

$$S^2 = \frac{S_w^2 \cdot f_w + S_A^2 \cdot f_A}{m \cdot n - 1}$$

З кількістю ступенів свободи $f = m \cdot n - 1$

Для першого експеримента було використано інструмент із типом кріплення пластинок подвійний притиск кронштейна та пластинки типу CNUM (рис.6.2) у кількості 25 шт.

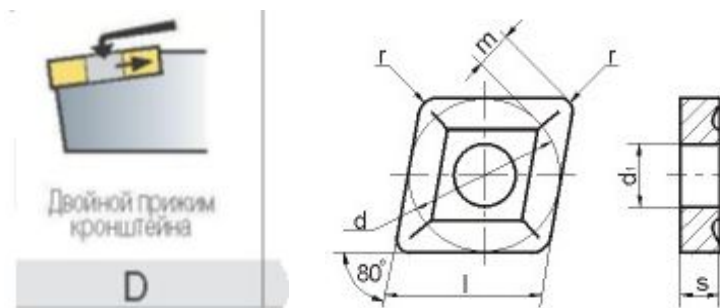


Рисунок 6.2– Пластина типу CNUM

Пластини твердосплавні змінні ромбічної форми з кутом 80 градусів, ГОСТ 19059-80 тип 05114 (CNUM) і 05124 (CNMM), використовуються в якості ріжучої частини в торцевих фрез і спеціальних різцях, призначених для металообробки. Виготовляються зі сплавів Н10, Н30, НР10ТТ, НР30ТТ, В35, Т20, Т40, ТС40РТ, ТС20РТ.

Для другого експеримента було використано інструмент із типом кріплення пластинок клинковою планкою (рис.6.3).

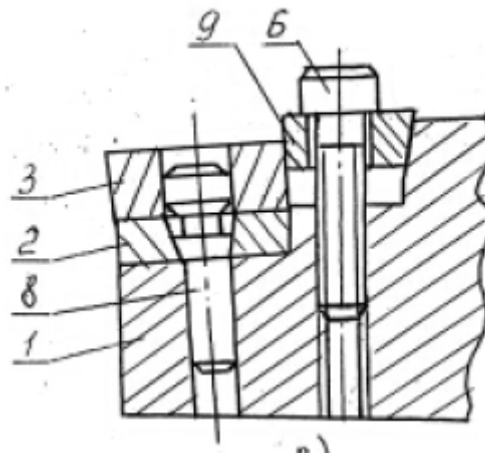


Рисунок 6.3 – Схема кріплення пластинок клиновою планкою

Позначення: 1 – корпус; 2 – опорна пластина; 3 – ріжуча пластина; 6 – гвинт; 8 – штифт; 9 – клинова планка та пластинки типу PNUM у кількості 10 шт

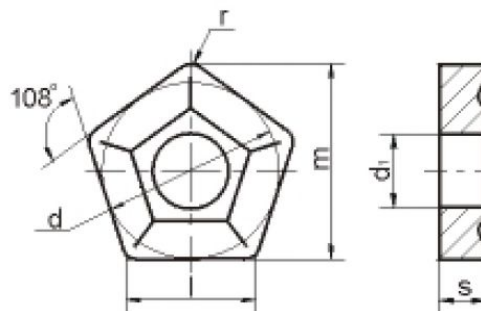


Рисунок 6.4 – Пластина 5-ти гранна PNUM (10114) -110 408 H30 (T5K10),
H30

Характеристика пластини PNUM (рис.6.4):

- Вага, 11 грам.
- Довжина загальна L, 11 мм.
- Ширина, 4.76 мм.
- матеріал T5K10
- Радіус R, 0.8 мм.
- Тип: з стружколомом.

Отримані результати вимірювань заносились до таблиць. Далі шляхом статистичного аналізу були отримані графічні залежності у вигляді гістограм, з яких було видно у який діапазон потрапляють отримані результати. Було 5 діапазонів для кожного методу кріплення пластин.

При крипленні пластини на прихват були наступні діапазони: 0 – 0,0408; 0,0408 – 0,0816; 0,0816 – 0,1224; 0,1224 – 0,1632; 0,1632 – 0,204.

При крипленні пластини клинковою планкою були наступні діапазони: 0 – 0,0988; 0,0988 – 0,1976; 0,1976 – 0,2964; 0,2964 – 0,3952; 0,3952 – 0,494.

7 МАТЕМАТИЧНА ОЦІНКА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

7.1 Дисперсія та середнє квадратичне відхилення

Розсіювання випадкової величини відносно її середнього арифметичного оцінюється за допомогою дисперсії:

$$S^2 = \frac{1}{f} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2$$

де f – кількість ступенів свободи.

Дисперсія є сумою квадратів відхилень випадкової величини Y_i від її середнього арифметичного, віднесена до однієї ступені свободи f та має розмірність квадрату характеристики, що досліджується. Зверніть увагу, що дисперсія є оцінкою – характеристикою розсіювання а не величиною розсіювання як такого.

Під кількістю ступенів свободи у статистиці розуміється кількість незалежних спостережень, що дорівнює кількості N визначень характеристики, мінус кількість статистичних параметрів що оцінюється. У даному випадку статистично за вибіркою оцінюється один параметр – середнє арифметичне, тому кількість ступенів свободи буде визначатися як:

$$f = N - 1$$

Оскільки дисперсія визначена з рівняння отримана для вибірки, її називають ще вибірковою дисперсією і вона є оцінкою генеральної (теоретичної) дисперсії, яка позначається σ^2 . Вподальшому ми будемо мати справу здебільшого з вибірковою дисперсією яку будемо називати просто дисперсія. З дисперсією пов'язана ще одна характеристика – середнє квадратичне або стандартне відхилення (ці два терміни є абсолютно ідентичними). Взагалі то дисперсія дорівнює квадрату стандартного відхилення S , яке буде визначатися наступним чином:

$$S = \sqrt{\frac{1}{f} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}$$

Розмірність стандартного відхилення така ж як у характеристики, що досліджується. Характеризує воно ступінь надійності середнього - чим менше стандартне відхилення тим більш надійно середнє арифметичне репрезентує усю вибірку.

7.2 Теоретичні закони розподілення та їх властивості. Центри розподілення

Найбільш повну характеристику випадкової величини можна отримати з її закону розподілення (рис.7.1), який встановлює зв'язок між значенням y та ймовірністю F того, що випадкова величина Y буде відповідати умові $Y < y$:

$$F(y) = P\{Y < y\}$$

Тут символом « $P\{A\}$ » позначено імовірність події A . Рівняння називається інтегральним законом або функцією розподілення імовірностей. Функція має наступні властивості:

- 1) $0 \leq F(y) \leq 1$ для будь якого y
- 2) $F(y_1) > F(y_2)$ якщо $y_1 > y_2$
- 3) $F(0) = 0$. В загальному випадку, для деяких законів розподілення $F(-\infty) = 0$, але тоді, оскільки при аналізі технічних систем в якості аргументу виступає час, функцію розподілення обирають таким чином щоб $F(y) \rightarrow 0$ при $y < 0$.
- 4) $F(+\infty) = 1$

Відповідно ймовірність того, що $Y \geq y$ буде визначатися:

$$P(y) = P\{Y \geq y\} = 1 - F(y)$$

Для випадкової величини, що має безперервну функцію розподілення $F(y)$, що диференціюється можна знайти диференційний закон розподілення ймовірностей, що виражається як похідна функції $F(y)$, або: появи будь яких випадкових величин зліва та справа від неї є однаковою і дорівнює 0,5. Отже

площа під кривою щільності розподілення зліва та справа від медіани є також однаковою і дорівнює 0,5. Медіана існує у будь якого розподілення.

Мода M_o – точка на осі y , що відповідає максимуму функції щільності розподілення. Тобто мода є найбільш імовірним значенням випадкової величини. На відміну від медіани – мода існує не у всіх розподілень.

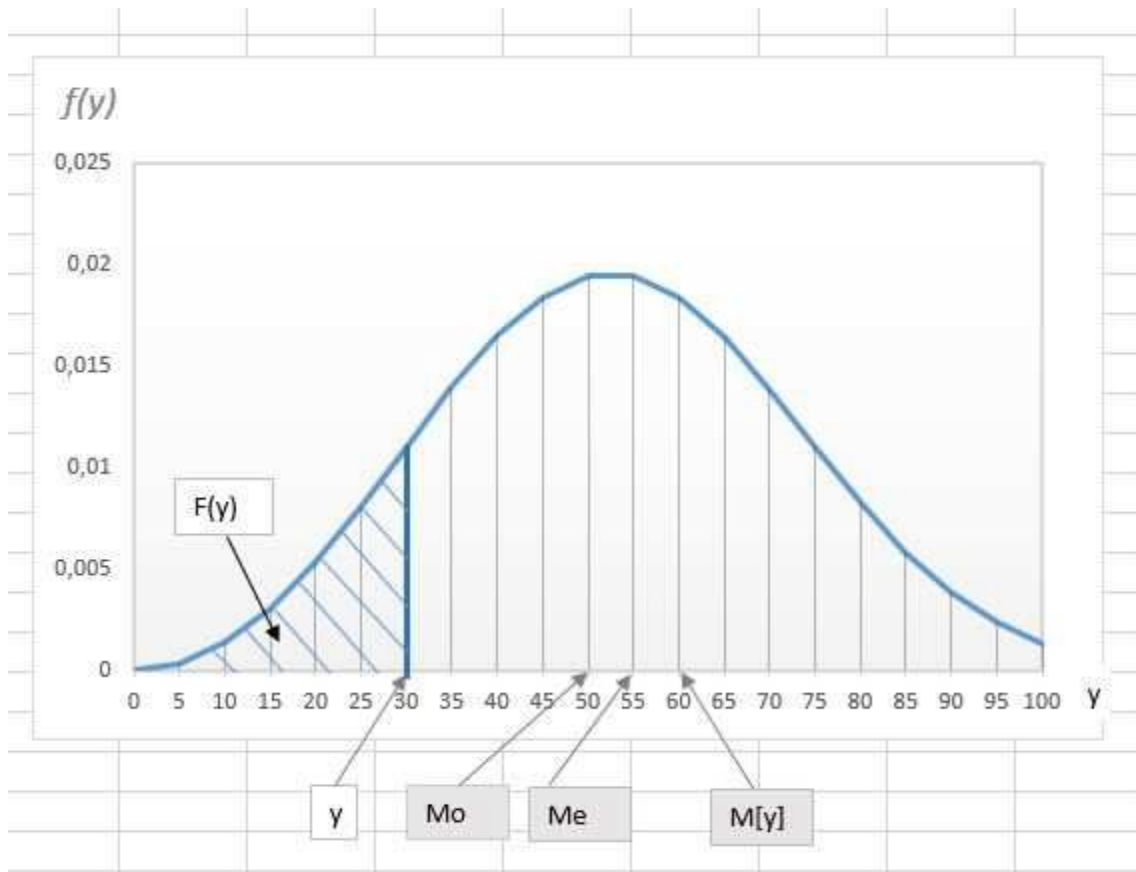


Рисунок 7.1 – Щільності розподілення та його центри

Вершину кривої щільності розподілення називають «пік», а лінії, що підходять до вершини зліва та справа – «хвости» розподілення

7.3 Побудова варіаційного ряду

Теоретичні закони розподілення відносяться до безперервних випадкових величин. Для виявлення характеру розподілення дискретних випадкових величин виконується розбиття вибірки або як ще кажуть побудова варіаційного ряду. При цьому ніякий елемент вибірки не розглядається як помилковий бо ми

збираємося оцінювати імовірність виникнення того чи іншого значення, найчастіше:

$$k = 1 + 3,32 \cdot \lg(N)$$

На кількість інтервалів також рекомендується накладати наступне обмеження :

$$0.5 \cdot N^{0.4} \leq k \leq 1.25 \cdot N^{0.4}$$

Кількість інтервалів (7.2), вибрана з урахуванням обмеження при об'ємі вибірки до 1000 елементів не має відчутного впливу на результати. Помітний вплив взагалі виникає при об'ємі вибірки більше 5000 шт. Також за рекомендаціями бажано, але не обов'язково, щоб кількість інтервалів було не менше 5 та непарним для коректного визначення центрів розподілення. Крім того, рекомендується щоб по можливості в кожному з інтервалів за виключенням крайніх було б не менше 5 елементів, але ця рекомендація має більше відношення до об'єму вибірки. Довжина інтервалу при цьому буде складати:

$$\Delta t = \frac{R}{k}$$

Границі інтервалу u : $y_{u-1} - y_u$, тоді як.. $Y_0 = Y_{\min}$:

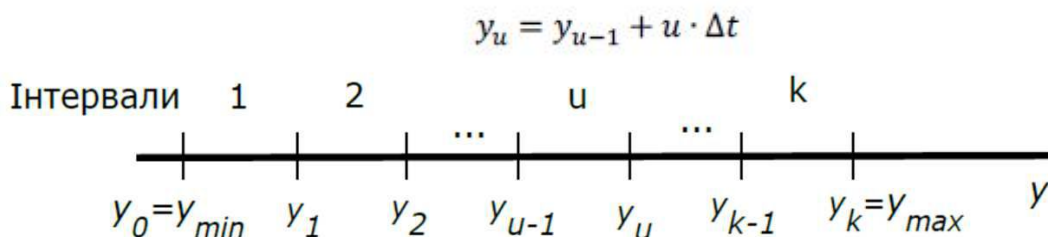


Рисунок 7.2 – Інтервали розбиття вибірки

Після цього підраховується кількість елементів вибірки, що попали в кожний з інтервалів – n_i при цьому вважається, що в середині інтервалу імовірність появи кожного зі значень однакова, тобто розподілення

імовірностей всередині інтервалу рівномірне і центром цього розподілення є середина інтервалу:

$$\hat{Y}_u = \frac{Y_{u-1} + Y_u}{2}$$

Виходячи з цього середина інтервалу умовно «навантажується» частотою потрапляння в інтервал (спосіб «навантажених ординат») з метою визначення відносних частот та деяких характеристик розподілення. За отриманими результатами будується гістограма, що відображає щільність розподілення: над кожним інтервалом будується прямокутник, площа якого пропорційна відносній частоті для цього інтервалу. Тоді оцінкою теоретичної щільності розподілення $F(y)$ буде відносна частота для кожного з інтервалів поділена на довжину інтервалу. Ця оцінка буде тим ближче до теоретичного значення, чим більша кількість спостережень:

$$\hat{f}(\hat{Y}_u) = \frac{p_u}{\Delta t} = \frac{n_u}{N \cdot \Delta t}$$

При визначенні форми розподілення важно виявити, чи симетрична крива щільності розподілення відносно його центру. Показником ступеня несиметричності цієї кривої є безрозмірна величина, що називається коефіцієнтом асиметрії. Коефіцієнт асиметрії позначається як γ або As . На якісному рівні поняття асиметрії означає: якщо крива щільності імовірності має крутий лівий та пологий правий спад, кажуть, що розподілення має позитивну асиметрію. У цьому випадку координати показників центру розподілення розташовуються на осі абсцис, як правило, наступним чином: мода < медіана < математичне очікування. Якщо крива щільності імовірності має пологий лівий та крутий правий спад, розподілення має негативну асиметрію. В цьому випадку для показників центру розподілення маємо: математичне очікування < медіана < мода. Зі збільшенням коефіцієнту асиметрії числові значення центрів розподілення будуть зміщуватися в сторону менших значень

елементів вибірки. В кінці кінців, у симетричних розподілень, медіана, мода та математичне очікування співпадають, а коефіцієнт асиметрії дорівнює нулю. Природньо, усе вищесказане о співвідношенні показників центру, справедливо тільки для тих розподілень, у яких існує мода та/чи математичне очікування. Для дискретного розподілення коефіцієнт асиметрії визначається через центральний момент третього порядку, та третю ступінь стандартного відхилення S :

$$A_s = \frac{m_3}{S^3}$$

При визначенні оцінки коефіцієнта асиметрії за вибіркою, з середнім арифметичним у якості центру розподілення, використовується наступна залежність

$$\hat{A}_s = \frac{1}{S^3} \cdot \frac{N}{(N-1)(N-2)} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^3$$

Надзвичайно важливим показником форми розподілення є безрозмірний показник, що називається *ексцес* і позначається як ε або E_x . Ексцес характеризує:

- По перше, гостроту «піку» розподілення;
- По друге, крутизну спаду «хвостів» розподілення.

Визначається ексцес через центральний момент четвертого порядку та четверту ступінь стандартного відхилення. Часто ексцес модернізують віднімаючи:

$$E_x = \frac{m_4}{S^4} \quad \text{або} \quad E_x = \frac{m_4}{S^4} - 3$$

Виходячи з модернізованого ексцесу, розподілення щільності імовірності умовно можна розподілити на 3 групи:

- Острровершинні – з вираженим піком та з полого спадаючими «важкими» хвостами. Значення ексцесу $E_x > 0$
- Середньовершинні – пік виражено середньо та $E_x \approx 0$

– Плосковершинні розподілення мають слабо виражений пік, $E_x < 0$

Оцінка модернізованого ексцесу за вибіркою розраховується за наступною залежністю:

$$\hat{E}_x = \frac{1}{S^4} \cdot \frac{N \cdot (N + 1)}{(N - 1)(N - 2)(N - 3)} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^4 - \frac{3 \cdot (N - 1)^2}{(N - 2)(N - 3)}$$

7.4 Коефіцієнт варіації

Дисперсія та середнє квадратичне відхилення є показниками абсолютними але теж-саме значення дисперсії може бути при зовсім різних значеннях середнього арифметичного, тому для якісної характеристики розсіювання прийнято відносний показник

- коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{S}{\bar{Y}}$$

Характеризує коефіцієнт варіації стабільність або ступінь змінності випадкової величини, а також однорідність вибірки. С точки зору однорідності вибірки отриманий коефіцієнт варіації якісно можна охарактеризувати наступним чином:

- При $V \leq 0,17$ - вибірка абсолютно однорідна;
- При $0,17 < V \leq 0,33$ – однорідність достатня;
- При $0,35 < V \leq 0,4$ – однорідність недостатня;
- При $0,4 < V \leq 0,6$ – коливання значень вибірки вважаються великими, а вибірка неоднорідною.

Якщо розглядати коефіцієнт варіації відносно стійкості металорізального інструменту, то ми маємо один з найважливіших показників, що характеризує якість інструменту з точки зору однорідності його властивостей. В умовах автоматичного виробництва, коли один оператор обслуговує декілька станків і не має можливості безперервно спостерігати за станом інструменту, однорідність властивостей інструменту стає чи не більш важливим питанням

ніж абсолютне значення стійкості, бо тільки при стабільній якості можна розуміти що очікувати від інструменту в процесі роботи. В роботах [4], [7] наведені наступні орієнтовні дані по значенням коефіцієнту варіації стійкості металорізального інструменту стосовно його використання у масовому та автоматизованому виробництві:

– Якщо $\leq 0,2$ то такий інструмент можна вважати гарної якості; При $0,2 < \leq 0,3$ – якість інструменту можна вважати задовільною;

– При $> 0,35$ – інструмент поганої якості, а при $> 0,5$ його взагалі не можна використовувати у масовому та автоматизованому виробництві.

Треба враховувати, що ці значення коефіцієнту варіації є середніми – його граничні значення залежать від виду інструменту: складно-ріжучий інструмент такий як протяжки черв'ячні фрези та т.п. повинен мати менше значення коефіцієнту варіації ніж простий інструмент. Величина коефіцієнту залежить не тільки від якості інструменту але й від умов експлуатації (жорсткості технологічної системи, точність та стабільність встановлення та закріплення інструменту на верстаті, стабільності якості заготовок і т.п.); точності встановлення моменту затуплення.

Деякі дослідники фіксують більш високі значення коефіцієнту варіації, отримані в ході досліджень – від 0,3 до 0,9 але без оцінки якості інструменту або стану технологічного процесу за цим показником. Додатковими факторами для визначення граничних рівнів варіації є можливість контролювати стан інструменту, та наслідки його раптового виходу зі строю. Але у якості відправної точки та орієнтиру при оцінці стабільності стійкості інструменту у виробничих умовах, наведені вище значення цілком можуть бути використані. Необхідно враховувати і те, що коефіцієнт варіації не несе в собі вичерпної інформації про стан технологічного процесу бо його значення істотно знижується зі збільшенням швидкості різання на що вказують багато дослідників. Це пов'язано із суттєвим зниженням стійкості інструменту, а звідси і ймовірності раптових відмов, що залежить тільки від часу. У відповідності з відомою формулою Гейлора:

$$v \cdot T^m = C_v$$

де v – швидкість різання;

T – стійкість інструменту;

C_v, m – постійний коефіцієнт та показник ступеню відповідно. Значення показнику ступеню $m \approx 0.2$, що означає - зі збільшенням швидкості різання стійкість зменшується приблизно у 5-му ступені, тому неоднорідність якості інструменту буде мати все менший вплив на причини відмов інструменту.

Отже відмови будуть наступати по причині більш інтенсивного зношування при зменшенні кількості раптових відмов. Крім того, при аналізі відмов інструменту або іншої системи в період припрацювання, коефіцієнт варіації скоріш за все виявиться більше за 1. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що коефіцієнт варіації є не єдиним, хоч і дуже важливим показником на шляху оцінки стабільності процесу виробництва.

7.5 Довірчий інтервал, довірча ймовірність та рівень значущості

У ряді випадків, визначення вище наведених вибіркової характеристики не є достатнім (такі характеристики називають ще «точковими» оцінками) – треба не тільки знайти числове значення характеристики, але й оцінити його точність та надійність. Треба знати до яких похибок приведе заміна генеральної характеристики його точковою оцінкою і з яким ступенем впевненості можна очікувати, що ці помилки не вийдуть за певну межу. Щоб дати уявлення про точність та надійність статистичних оцінок в математичній статистиці використовуються так звані довірчі інтервали. Довірчий інтервал задає граничні значення статистичної характеристики у вигляді діапазону, який покриває відповідну генеральну характеристику з заданою надійністю q , та розташовується симетрично відносно точкової оцінки. На відміну від точкової оцінки – довірчий інтервал є оцінкою інтервальною і означає, що генеральна характеристика знаходиться «десь тут» в середині інтервалу. Визначатися довірчий інтервал може для будь якої генеральної характеристики. Одним з

таких, що використовується найчастіше є довірчий інтервал математичного очікування ΔY який показано на Рис. і який задається симетрично відносно середнього арифметичного.

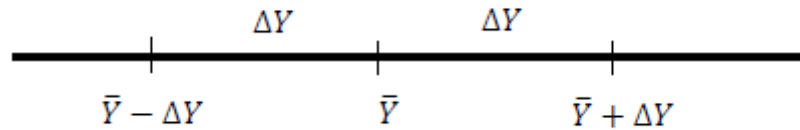


Рисунок 7.3 – Довірчий інтервал математичного очікування на цифровій шкалі

Надійність q в даному випадку означає що математичне очікування генеральної сукупності $M[Y]$, що досліджується за допомогою вибірки, попадає в інтервал з імовірністю q і називається це довірчою імовірністю.

$$Y - \Delta Y \leq M[Y] \leq \bar{Y} + \Delta Y$$

В більш широкому сенсі, довірна імовірність це ступінь довіри до результатів отриманих за статистичними характеристиками та критеріями, в тому числі при підтверженні або спростуванні будь яких статистичних гіпотез – це як довіра до людини, чийхось суджень та висновків. При високій довірчій імовірності є високий ризик прийняття невірних рішень, а при низькій – відхилення вірних. Для інженерних досліджень довірчу імовірність зазвичай приймають на рівні 0,95 (рідше 0,9 або 0,99). На ряду з довірчою імовірністю q використовують рівень значущості α . Ці характеристики пов'язані співвідношенням:

$$\alpha = 1 - q$$

Отже при довірчій імовірності 0,95 рівень значущості буде складати 0,05. Що стосується самого довірчого інтервалу математичного очікування ΔY , то він визначається зі співвідношення:

$$\Delta Y = t_{\alpha} \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Тут S – середнє квадратичне відхилення;

t_α – коефіцієнт або критерій Стюдента для рівня значущості α . Значення t_α може бути визначено зі статистичних таблиць залежності від кількості ступенів свободи f та рівня значущості α (або довірчої імовірності q).

Користувачами програми Microsoft Excel коефіцієнт Стюдента може бути визначений за вбудованою статистичною функцією:

$$= \text{СТЮДЕНТ.ОБР.2X}(\alpha; f).$$

Довірчий інтервал ΔY також можна вважати похибкою визначення середнього арифметичного випадкової величини Y :

$$\bar{Y} \pm \Delta Y$$

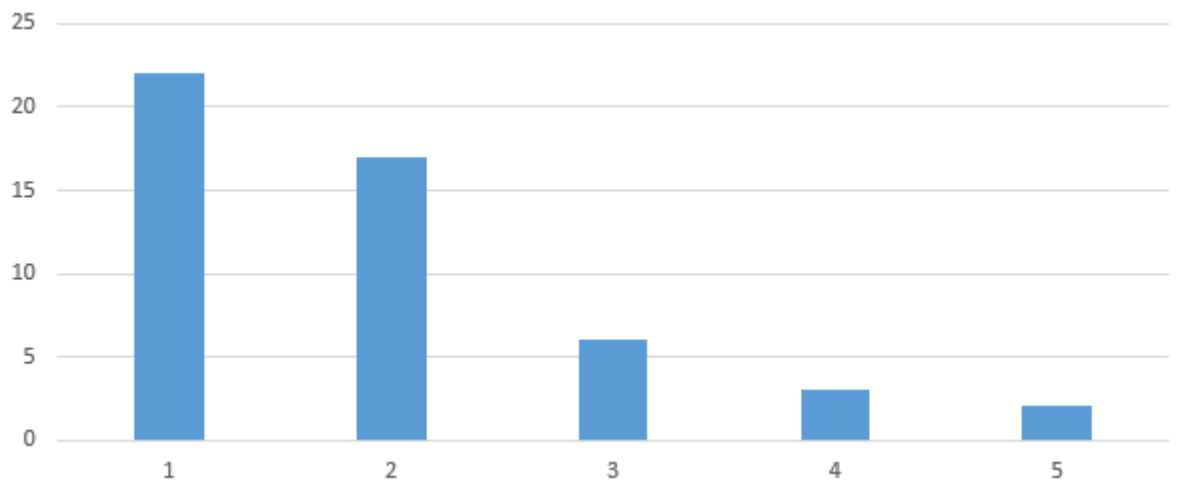


Рисунок 7.4 – Гістограма базування пластин

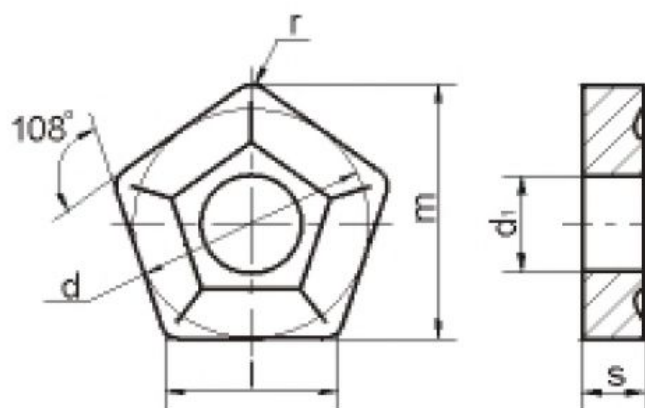


Рисунок 7.5 – Схема кріплення клиновою планкою

Результати вимірювань з 5-ти гранними пластинами наведені у табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Дисперсійний аналіз результатів вимірювання (кріплення пластин клинковою планкою)

№ пл.	№ верш.	Покази приладу	δ_{ij}	δ_i	S_i	δ	S_w	S_a	S		
							f_w	f_a	f		
1	1	181,47	0	0,0078	6,02E-05	0,13096	0,00239634	0,057553813	0,012527		
	2	181,464	0,006								
	3	181,473	0,003								
	4	181,49	0,02								
	5	181,48	0,01								
2	1	181,53	0,06	0,0866	0,0006528		9	40	2,12		
	2	181,545	0,075								
	3	181,598	0,12								
	4	181,56	0,09								
	5	181,55	0,08								
3	1	181,523	0,053	0,0858	0,0013387	9				40	2,12
	2	181,551	0,081								
	3	181,55	0,08								
	4	181,618	0,148								
	5	181,537	0,067								
4	1	181,608	0,138	0,1404	0,0051293		9	40	2,12		
	2	181,695	0,225								
	3	181,529	0,059								
	4	181,552	0,082								
	5	181,668	0,198								
5	1	181,535	0,065	0,0678	0,0030313	9				40	2,12
	2	181,6	0,13								
	3	181,595	0,125								
	4	181,461	-0,009								
	5	181,498	0,028								
6	1	181,573	0,103	0,1244	0,0012038		9	40	2,12		
	2	181,603	0,133								
	3	181,591	0,121								
	4	181,557	0,087								
	5	181,648	0,178								
7	1	181,555	0,085	0,1188	0,0011212	9	40	2,12			
	2	181,578	0,108								
	3	181,643	0,173								
	4	181,595	0,125								
	5	181,573	0,103								

8	1	181,453	-0,017	0,062	0,0061222				
	2	181,505	0,035						
	3	181,522	0,052						
	4	181,677	0,207						
	5	181,503	0,033						
9	1	181,695	0,225	0,2088	0,0015707				
	2	181,716	0,246						
	3	181,643	0,173						
	4	181,71	0,24						
	5	181,63	0,16						
10	1	181,823	0,353	0,3968	0,0037332				
	2	181,815	0,345						
	3	181,845	0,375						
	4	181,887	0,417						
	5	181,964	0,494						

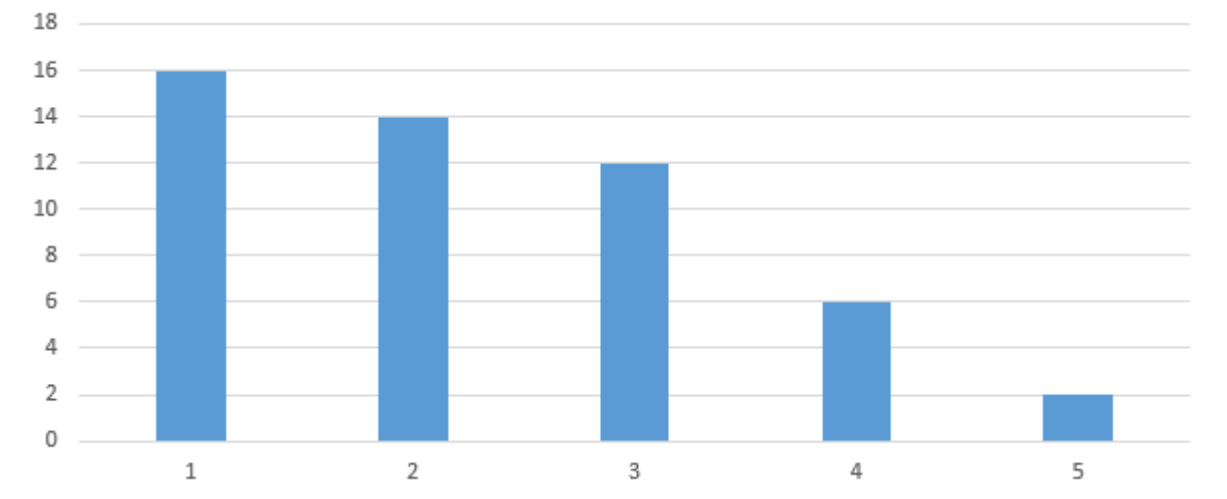


Рисунок 7.6 – Гістограма базування пластин

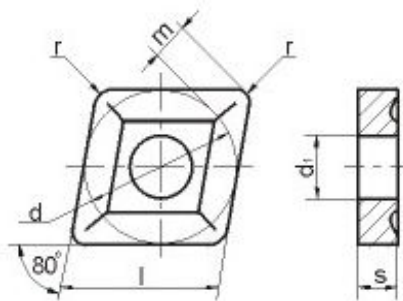


Рисунок 7.7 – Схема кріплення пластин подвійним притиском

Результати вимірювань з 2-х гранними пластинами наведені у таблиці 7.2

Таблиця 7.2 – Дисперсійний аналіз результатів вимірювання (кріплення пластин подвійний притиск)

№ пл.	№ верш.	Покази приладу	δ_{ij}	δ_i	S_i	δ	Sw	Sa	S				
							fw	fa	f				
1	1	177,762	0	0,0 135	0,0 003	0,06816	0,001214935	0,003883113	0,002579				
	2	177,735	0,027										
2	1	177,845	0,083	0,0 92	0,0 001								
	2	177,863	0,101										
3	1	177,661	0,101	0,1 125	0,0 002								
	2	177,638	0,124										
4	1	177,695	0,067	0,1 07	0,0 032								
	2	177,615	0,147										
5	1	177,734	0,028	0,0 5	0,0 009								
	2	177,69	0,072										
6	1	177,845	0,083	0,0 92	0,0 001								
	2	177,863	0,101										
7	1	177,663	0,099	0,1 12	0,0 003								
	2	177,637	0,125										
8	1	177,682	0,08	0,0 405	0,0 031								
	2	177,763	0,001										
9	1	177,696	0,066	0,0 635	1,2 5E-								
	2	177,823	0,061										
10	1	177,63	0,132	0,0 965	0,0 025								
	2	177,823	0,061										
11	1	177,66	0,102	0,0 97	5E- 05								
	2	177,67	0,092										
12	1	177,59	0,172	0,1 645	0,0 001								
	2	177,605	0,157										
13	1	177,718	0,044	0,0 445	5E- 07								
	2	177,717	0,045										
14	1	177,752	0,01	0,0 14	3,2 E-								
	2	177,744	0,018										
15	1	177,753	0,009	0,0 29	0,0 08								
	2	177,713	0,049										
16	1	177,753	0,009	0,0065	1,25E-05								
	2	177,758	0,004										
17	1	177,838	0,076	0,0 785	1,2 5E-								
	2	177,843	0,081										

18	1	177,721	0,041	0,0	0,0	635	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	177,676	0,086								
19	1	177,558	0,204	0,1	0,1	365	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	177,693	0,069								
20	1	177,654	0,108	0,1	0,1	215	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	177,627	0,135								
21	1	177,753	0,009	0,0	0,0	065	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	177,758	0,004								
22	1	177,653	0,109	0,0	0,0	575	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	177,756	0,006								
23	1	177,775	0,013	0,0	0,0	115	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	177,772	0,01								
24	1	177,776	0,014	0,0	0,0	63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	177,65	0,112								
25	1	177,717	0,045	0,0	0,0	305	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	177,778	0,016								

За формою отриманих гістограм та за коефіцієнтом варіації при кріпленні клинковою планкою коефіцієнт варіації дорівнює 0,85, а при кріпленні пластин подвійним притиском – 0,75. У випадку коли коефіцієнт варіації наближується до 1, то закон розподілення буде наближатися до експоненціального, цей видно з форми отриманих гістограм. Це свідчить про те, що більша частина буде зосереджена до налаштувального розміру, тобто до нульового відхилення. З цього розподілу свідчить, що при кріпленні пластин клинковою планкою 90% відхилень буде знаходитися у межах 0,01 мкм, а при кріпленні пластин подвійним притиском знаходиться у межах 0,07 мкм.

У той же час достатньо великий діапазон відхилень залежить від меншої кількості пластин, це свідчить про те що діапазон можливих розмірів великий і виходить що діапазон широкий не за рахунок пластин, а за рахунок того, що більша кількість пластин потрапляє до першого інтервалу.

З гістограм видно, що при кріпленні пластин подвійним притиском зниження розсіювання показників більш рівномірне у порівнянні з кріпленням пластин клинковою планкою.

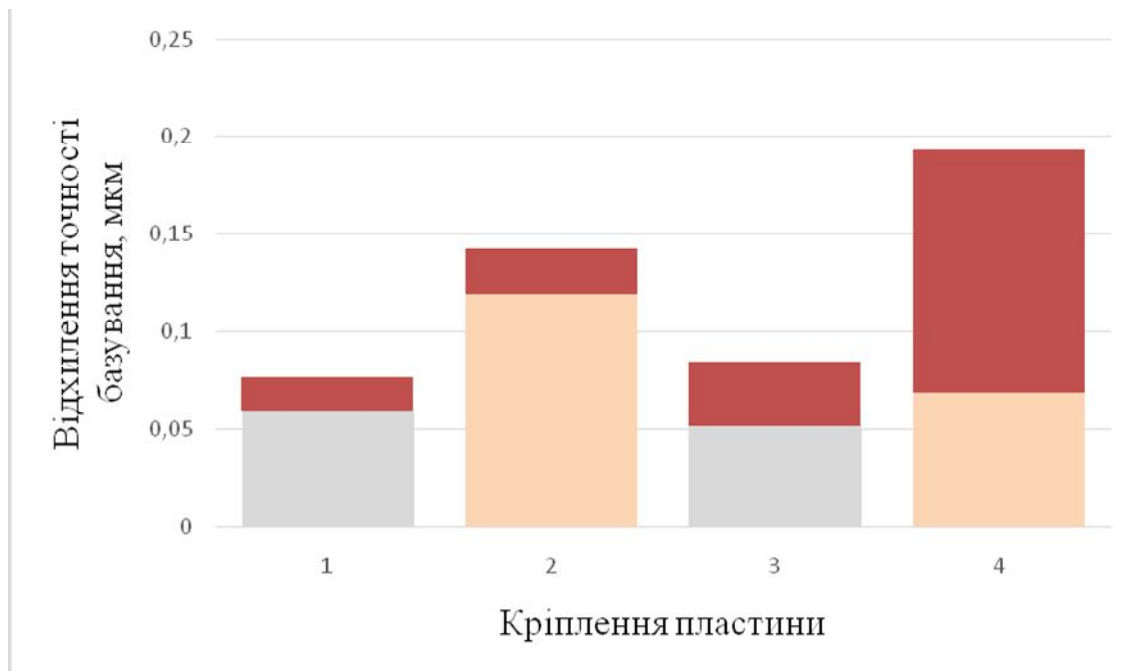


Рисунок 7.8 – Порівняльна гістограма кріплення пластин

1 – Прихват - Поворот; 2 – Клин – Поворот; 3 – Прихват – Заміна; 4 – Клин – Зміна.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Оскільки тема дипломного проекту - «Аналіз конструкцій, розробка та розрахунок вузлів верстата для обробки конусів», передбачає проведення розрахунків у приміщенні обладнаному персональними комп'ютерами (далі ПК) з візуальними дисплейними терміналами (далі ВДТ), тому нижче розглянемо заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки для приміщення обладнаного візуальними дисплейними терміналами, у відповідності з методичними вказівками.

8.1 Аналіз потенційних небезпек

На основі аналізу роботи існуючого обладнання і технологічних процесів у приміщенні обладнаному ПК з ВДТ, згідно ГОСТ 12.0.003-74 (1999) «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», виявлені наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, здатні привести до травм або ушкодження здоров'я працівників:

- ураження електричним струмом, у наслідок несправності електорообладнання, невиконання правил техніки безпеки при користуванні електричним обладнанням, що може призвести до електротравм або летального наслідку;

- механічне травмування в наслідок нераціональної організації робочих місць, недостатньої уваги персоналу;

- довготривалий дискомфорт в умовах недостатньої фізичної активності сприяє передчасному розвитку загального стомлення, зниженню працездатності;

- недостатній рівень освітлення виробничих приміщень і робочих місць, у зв'язку з виходом з ладу освітлювальних приладів може стати причиною підвищеного стомлення робітників, збільшенню помилок в процесі роботи та нервово-емоційному прояву;

- механічні пошкодження в електричній мережі призводять до коротких замикань, що в свою чергу може привести до пошкодження електричного обладнання, травмування персоналу та навіть до виникнення та розповсюдження пожежі;

- помилковідії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій може призвести до травмування та загибелі людей.

8.2 Заходи забезпечення безпеки

У приміщенні лабораторії застосовується широке різноманіття електроприладів: персональні комп'ютери, принтери, ксерокси, факси, освітлювальні прилади, кондиціонери, побутові електроприлади тощо. Відповідні вимоги (ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні стандартні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями») поширюються на всі підприємства, установи, організації, юридичні особи незалежно від форми власності, відомчої належності, видів діяльності, які здійснюють розробку, виробництво і застосування ЕОМ і ПК у тому числі, які мають робочі місця обладнані ЕОМ або виконують ремонт обслуговування та налагодження ЕОМ.

При облаштуванні робочих місць обладнаних відеотерміналами в даному проекті передбачається забезпечити:

- належні умови освітлення приміщення і робочого місця, відсутність „відблисків”;

- оптимальні параметри мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість руху, рівень іонізації повітря);

- належні ергономічні характеристики основних елементів робочого місця,

- м'якого рентгенівського випромінювання;

- електромагнітного випромінювання;
- ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання;
- електростатичного поля між екраном і оператором;
- наявності пилу, озону, окисів азоту і аероіонізації.

Відповідно до вимог «Правилулаштування електроустановок»(далі «ПУЕ»), НПАОП 40.1-1.01-97 «ПБЕЕ», ДСТУ 7237:2011 «ССБП. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту», НПАОП 40.1-1.07-01 «Правила експлуатації електрозахисних засобів», для запобігання ураження електричним струмом встановлено електроустаткування, яке відповідає вимогам «Правилулаштування електроустановок»(далі «ПУЕ») і ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Защитноезаземление, зануление».Заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном тощо), надійно захищені діелектричними щитками або сітками від випадкового дотику. Нормований опір пристрою заземлення $R_3 = 4 \text{ Ом}$.

Згідно вимог НПАОП 40.1-1.01-97 «ПБЕЕ»у користувачів ПК і обслуговуючого персоналу 2-га кваліфікаційна група з електробезпеки, яка надається особам, які мають елементарні технічні знання з електроустаткування, усвідомлюють небезпеки впливу електричного струму та наближення до струмоведучих частин, знають основні заходи забезпечення безпеки при роботі з електроустаткуванням та правила надання першої допомоги постраждалим.

Ергономічні вимоги до моніторів, їх технічні характеристики (розмір екрана, роздільна здатність, зернистість зображення, значення частот вертикальної та горизонтальної розгортки, смуга пропускання відеосигналу, можливості регулювання, мікропроцесорне управління, динамічне фокусування, наявність інварової маски та розмагнічування, антивідблискове покриття, захист від електростатичних та електромагнітних полів, система управління енергоспоживанням) враховано згідно вимог розділу «Мінімальні вимоги по охороні праці» директиви ЕС90/270 ЕЕС. Символи на екрані чіткі і

добре розрізняються, зображення без блимання, яскравість та контрастність легко регулюються, екран вільний від відблисків і відбиття, випромінювання знижені до надзвичайно малих рівнів. Застосування плоских екранів зменшує спотворення зображення, на екрані утворюється менше відблисків від відбитого світла. Для підвищення якості зображення, для зменшення відблисків, а також запобігання накопичення статичного заряду передбачається застосування моніторів, на поверхні екрана якого, на переднє скло ЕПТ нанесено спеціальні покриття.

8.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії і гігієни праці розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МІОУ 06.05.2014 р. за № 472/25249 (далі – «Гігієнічна класифікація праці»).

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії і гігієни праці для приміщення обладнаного ПК з ВДТ розроблені відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні стандартні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» і НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин».

Метеорологічні умови в приміщенні – температура повітря, відносна вологість повітря й швидкість його переміщення відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общесанитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Роботи в приміщенні, належать до категорії Іб - легка робота, тому передбачені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

- у холодний період року: температура 21-23°C; відносна вологість: 40-

60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;

- у теплий період року: температура 22-24°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с.

Оптимальні параметри мікроклімату і чистоти повітря у приміщенні (лабораторії) обладнаному ПК з ВДТ для категорії Ібфізичних робіт, згідно вимог ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общесанитарно-гигиеническиетребования к воздухурабочейзоны» і ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень» становлять 21-23°C в холодний період року, 22-24°C - в теплий. Забезпечення таких параметрів мікроклімату та трьохкратний повітряобмін за годину досягається оснащенням приміщень пристроями кондиціонування, вентиляції та дезодорації повітря, системами опалювання.

Оптимальні рівні позитивних (n+) і негативних (n-) іонів у повітрі приміщення з ВДТ відповідають вимогам ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень» і становить: n+=1500-30000 (шт. на 1см³); n- = 3000-5000 (шт. на 1см³). Підтримку оптимального рівня легких позитивних і негативних аероіонів у повітрі на робочих місцях забезпечуються за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів.

У приміщенні, згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» передбачено природне та штучне освітлення. Природне освітлення здійснено через світлові прорізи, які забезпечують коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски на поверхні екранів і клавіатури, передбачено сонцезахисні пристрої, на вікнах встановлені жалюзі або штори. Штучне освітлення в приміщенні, здійснено системою загального рівномірного освітлення. Як джерела штучного освітлення в приміщенні застосовані люмінесцентні лампи типу ЛБ. При застосуванні яких дотримались наступних умов:

- температура навколишнього повітря не повинна бути нижче, ніж 5°C;
- напруга на освітлювальних приладах повинна бути не менше, ніж 90% номінальної.

Використовується система вимикачів, що дозволяє регулювати інтенсивність штучного освітлення залежно від інтенсивності природного, а також дозволяє освітлювати тільки потрібні для роботи зони приміщення.

Для забезпечення нормованих значень освітлення в приміщеннях з відеотерміналами ЕОМ загального та персонального користування очищається віконне скло та світильники не рідше ніж 2 рази на рік, та своєчасно проводиться заміна ламп, що перегоріли.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приміщення відповідають вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» та ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Зниження рівня шуму в приміщенні здійснено за допомогою: використання більш сучасного обладнання; розташування принтерів та різноманітного устаткування колективного користування на значній відстані від більшості робочих місць працівників; переведення жорсткого диска в режим сну (Standby), якщо комп'ютер не працює протягом визначеного часу; використання блоків живлення ПК з вентиляторами на гумових підвісках.

Рівні вібрації під час виконання робіт з ЕОМ у виробничих приміщеннях не перевищують допустимих значень, визначених в ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» і ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 «ССБП. Вібраційна безпека. Загальні вимоги».

З метою забезпечення захисту користувачів ПК від впливу іонізуючих випромінювань і від неіонізуючих електромагнітних полів і випромінювання моніторів, відповідно до вимог МРПІ, НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» та ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з

візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», на робочих місцях обладнаних ПК встановлені рідкокристалічні монітори, які не є джерелами рентгенівського та електромагнітного випромінювань.

Розрахунок приміщення (лабораторії) оснащеного відеодисплейними терміналами

1. Приміщення, що обладнане ПК з ВДТ і розміщені робочі місця з ПК, спроектовано і організовано згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

2. Приміщення категорій А і Б (НАПБ Б.03.002-2007 «Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности»), а також виробництва з мокрими технологічними процесами поряд з приміщенням, де розташовуються ЕОМ, виконується їх обслуговування, налагодження і ремонт не передбачається.

3. Виробничі приміщення, в яких розташовані ЕОМ, не межують з приміщеннями, де рівні шуму та вібрації перевищують норму (механічні цехи, майстерні тощо).

4. Робоча кімната, де розташовані комп'ютери знаходиться на другому поверсі, т.б. відповідно до НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» враховано, що неприпустимим є розташування приміщень, призначених для роботи з ВДТ у підвалах та цокольних поверхах.

Площу приміщення, в якому розташовують відеотермінали, визначено згідно з чинними нормативними документами з розрахунку, що для забезпечення виробничого процесу необхідним є застосування 6 комп'ютерів.

Планування розміщення комп'ютеризованих робочих місць у приміщенні проводимо із врахуванням наступних вимог:

- робочі місця з ВДТ розміщуються на відстані не менше 1 м від стіни зі світловими прорізами;

- відстань між бічними поверхнями ВДТ має бути не менше за 1,2 м;
- відстань між тильною поверхнею одного ВДТ та екраном іншого не повинна бути меншою за 2,5 м;
- прохід між рядами робочих місць має бути не меншим 1 м.
- площа на одне робоче місце, обладнане відеотерміналом - не менше 6,0 м².
- об'єм - не менше 20,0 м³, з урахуванням максимальної кількості осіб, які одночасно працюють у зміні.

Врахуємо також розміри меблів на комп'ютеризованих робочих місцях, зокрема робочого столу. Відповідно до НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» рекомендовані розміри столу для робочого місця з ВДТ становлять: висота – 725 мм, ширина – 600-1400 мм, глибина – 800-1000 мм.

Приймаємо, що робочий стіл має такі розміри: ширина – 1200 мм, глибина – 800 мм.

Найкращим є розмістити комп'ютеризовані робочі місця рядами вздовж стіни з вікнами. Це дасть змогу унеможливити дзеркальне відбиття на екрані ВДТ джерел природного світла (вікон) та потрапляння останніх у поле зору операторів, що погіршує умови їх зорової роботи. Враховуючи, що в приміщенні 6 комп'ютерів (рис.8.1), то найкраще комп'ютеризовані робочі місця розмістити в два ряди по три штуки, відстань між робочими місцями становить 2.2метри, що більше ніж відстань зазначена нормативом.

Оскільки площа, на якій розташовується одне робоче місце з ВДТ, згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» повинна становити не менше 6,0 м², а шість ПК повинні займати площу 36 м² для безпечної та комфортної роботи приймаємо, що площа робочого приміщення складає 40 м²(рис.7.1).

Конструкція робочого стільця (крісла) забезпечує підтримку раціональної робочої пози при роботі на ПЕОМ, дозволяє змінювати позу з метою зниження

статичної напруженості м'язів шийно-плечової області та спини з метою попередження розвитку втоми, у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.032-78. «ССБТ Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

Стіни, стеля, підлога приміщень, де розміщені ЕОМ, виготовлені з матеріалів, дозволених для оздоблення приміщень органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

Обслуговування, ремонт та налагодження ЕОМ, вузлів та блоків ЕОМ виконується в окремому приміщенні (майстерні).

У приміщеннях з ЕОМ щоденно проводиться вологе прибирання.

У приміщеннях з ЕОМ знаходяться медичні аптечки першої допомоги.

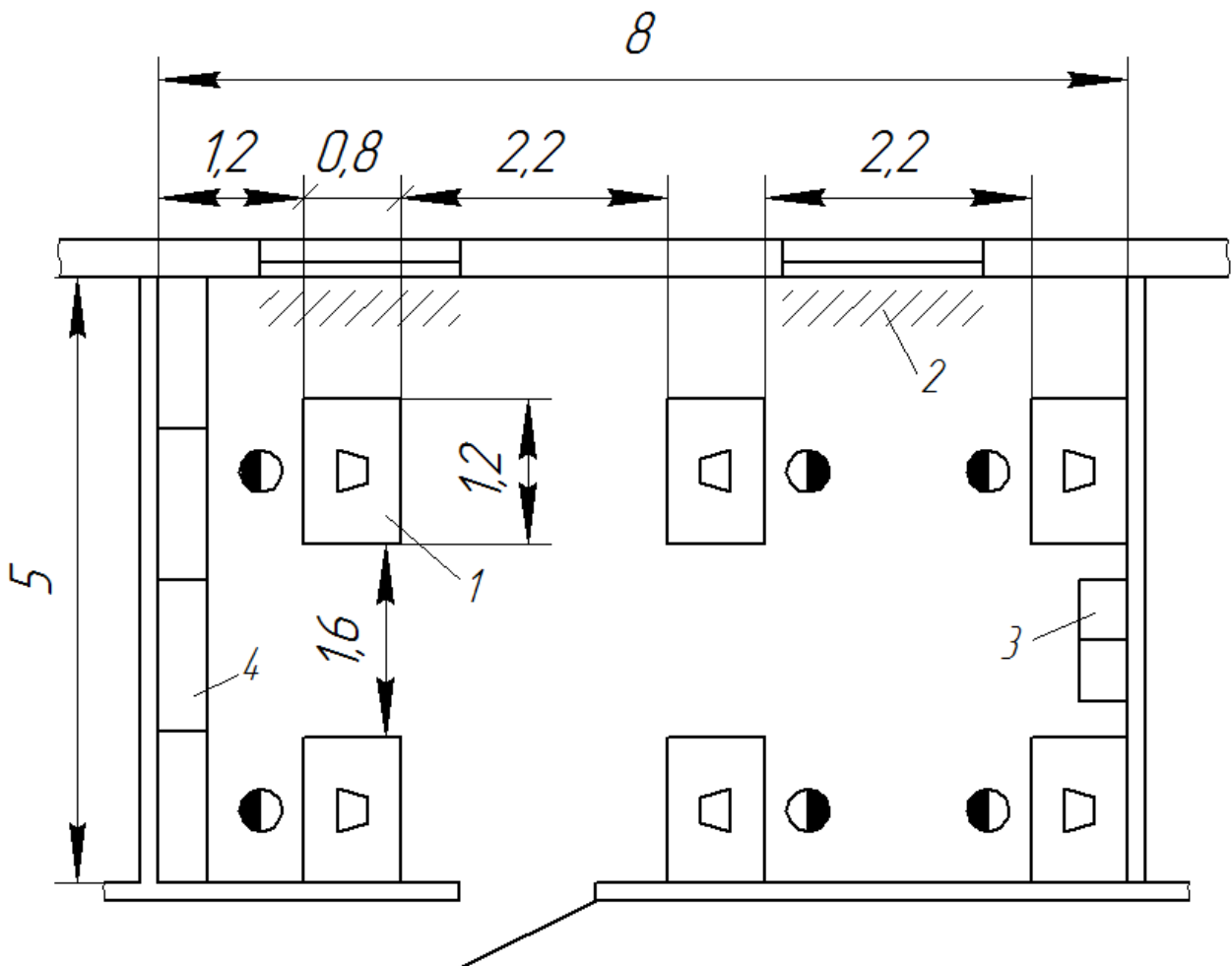


Рис 8.1. План виробничого приміщення з комп'ютеризованими робочими місцями:

1 - комп'ютеризоване робоче місце з ВДТ; 2- сонцезахисні жалюзі; 3- шафи для зберігання дискет та програмного забезпечення; 4- шафи для зберігання документації та фахової літератури.

У відповідності ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», з метою зниження нервово-емоційного напруження, запобігання втоми та забезпечення нормованого режиму праці та відпочинку передбачені перерви у роботі – 15 хвилин кожні дві години та виконання фізичних вправ 2-3 рази протягом робочого часу.

8.4 Заходи з пожежної безпеки

Горінням називається складний фізико-хімічний процес взаємодії горючої речовини та окиснювача, який супроводжується виділенням тепла та випромінюванням світла.

Горюча речовина і окиснювач, за певних умов, утворюють горюче (вибухонебезпечне) середовище. Залежно від агрегатного стану та ступеня подрібненості речовин, горюче середовище може утворюватися твердими речовинами, легкозаймистими, та горючими рідинами горючим пиломта горючими газами за наявності окиснювача. Процес горіння призводить до пожежі.

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі. Для ліквідації пожежі у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з не горючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати, ломи, сокири тощо), системи автоматичного пожежогасіння. Первинні засоби пожежогасіння, в залежності від категорії приміщень, можуть розташовуватись як окремо, так і в складі пожежних щитів.

Залежновід агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин й матеріалів пожежі згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» приміщення відноситься до класу можливої пожежі А – пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір), та класу Е - пожежі, пов'язані з горінням електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В.

Згідно із методикою визначення категорій приміщення та будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою, який регламентується ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» та СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания» приміщення (лабораторія) відповідає категорії Д – наявність незаймистих речовини і матеріали в холодному стані.

Відповідно до категорії виробництва з пожежної небезпеки і вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», ступінь вогнестійкості дослідницької лабораторії - II.

В приміщення (лабораторія) пожежний інвентар з пожежним інструментом і вогнегасниками розташований на двох спеціальних пожежних щитах (стендах), відповідно до "Правил пожежної безпеки в Україні". Серед первинних засобів пожежогасіння особливе місце займають вогнегасники, які відзначаються високою ефективністю дії. В приміщення (лабораторія) встановлено 2 вуглекислотних вогнегасника місткістю 5 л. Доцільність використання даного вогнегасника пояснюється його властивостями. Вогнегасник ВВК-3 призначений для гасіння загорання різних речовин, горіння яких не може відбуватися без доступу повітря, загорання електроустановок, що знаходяться під напругою, загорання в офісних приміщеннях при наявності оргтехніки. Головною особливістю вуглекислотних вогнегасників є відсутність слідів гасіння так як вуглекислота після використання не залишає слідів і бруду.

Також, для адміністративних приміщень рекомендується використання сповіщувачів пожежі, тому в офісне приміщення буде обладнане адресованим автоматичним сповіщувачем ДПП-1, який буде реагувати на дим. Своєчасне виявлення ознак займання й виклик пожежних підрозділів дає змогу швидко локалізувати осередки пожежі та вжити заходи що до її ліквідації, а отже, створює можливість суттєво зменшити обсяги заподіяної шкоди. Адресований сповіщувач постійно або періодично активно формує сигнал про стан пожежо небезпечності у захищуваному приміщенні та про власну працездатність із зазначенням свого номера (адреси). Автоматичні пожежні сповіщувачі реагують на фактори, що супроводжують пожежу: підвищення температури, дим, полум'я. Для адміністративних приміщень використовується димові пожежні сповіщувачі.

8.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Єдина державна система цивільного захисту - це сукупність органів управління, сил і засобів центральних та місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад, підприємств, установ та організацій, які забезпечують реалізацію державної політики у сфера цивільного захисту.

Вона включає в себе центральні та місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад, державні підприємства, установи та організації з відповідними силами і засобами, які здійснюють нагляд за забезпеченням техногенної та природної безпеки, організують проведення роботи із запобігання надзвичайній ситуації (НС) техногенного та природного походження і реагування у разі їх виникнення з метою захисту населення і довкілля, зменшення матеріальних втрат.

Забезпечення реалізації державної політики у сфері цивільного захисту здійснюється єдиною державною системою цивільного захисту, яка складається з функціональних і територіальних підсистем та їх ланок.

Положення про єдину державну систему цивільного захисту, типові положення про функціональні і територіальні підсистемизатверджені Постановою Кабінетом Міністрів України від 9 січня 2014 р. № 11.

Основними завданнями єдиної державної системи цивільного захисту є:

- забезпечення готовності міністерств та інших центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підпорядкованих їм сил і засобів до дій, спрямованих на запобігання і реагування на надзвичайні ситуації;

- забезпечення реалізації заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;

- навчання населення щодо поведінки та дій у разі виникнення надзвичайної ситуації;

- виконання державних цільових програм, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям, забезпечення сталого функціонування підприємств, установ та організацій, зменшення можливих матеріальних втрат;

- опрацювання інформації про надзвичайні ситуації, видання інформаційних матеріалів з питань захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій;

- прогнозування і оцінка соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій, визначення на основі прогнозу потреби в силах, засобах, матеріальних та фінансових ресурсах;

- створення, раціональне збереження і використання резерву матеріальних та фінансових ресурсів, необхідних для запобігання і реагування на надзвичайні ситуації;

- оповіщення населення про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій, своєчасне та достовірне інформування про фактичну обстановку і вжиті заходи;

- захист населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій;

- проведення рятувальних та інших невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, організація життєзабезпечення

постраждалого населення;

- пом'якшення можливих наслідків надзвичайних ситуацій у разі їх виникнення;

- здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалого населення;

- реалізація визначених законом прав у сфері захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій, в тому числі осіб (чи їх сімей), що брали безпосередню участь у ліквідації цих ситуацій;

- інші завдання, визначені законом.

Залежно від масштабів і особливостей НС, що прогнозується або виникла, може існувати один з таких режимів функціонування:

- режим повсякденної діяльності - при нормальній виробничо-промисловій, радіаційній, хімічній, біологічній (бактеріологічній), сейсмічній, гідрогеологічній і гідрометеорологічній обстановці;

- режим підвищеної готовності - при істотному погіршенні виробничо-промислової, радіаційної, хімічної, біологічної, сейсмічної, гідрогеологічної і гідрометеорологічної обстановки (з одержанням прогнозної інформації щодо можливості виникнення надзвичайної ситуації);

- режим діяльності у надзвичайній ситуації - при реальній загрозі виникнення НС і реагування на них;

- режим діяльності у надзвичайному стані - запроваджується в Україні або на окремих її територіях у порядку, визначеному Конституцією України та Законом України «Про надзвичайний стан».

Положенням про єдину державну систему цивільного захисту визначається перелік заходів, що здійснюються у відповідному режимі, завдання та порядок взаємодії суб'єктів забезпечення цивільного захисту під час функціонування зазначеної системи у відповідному режимі.

В особливий період єдина державна система цивільного захисту функціонує відповідно до цього Кодексу та з урахуванням особливостей, що визначаються згідно з вимогами законів України «Про правовий режим воєнного стану».

Таким чином, для приміщення, що обладнано персональними комп'ютерами з візуальними дисплейними терміналами передбачений комплекс заходів по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки. Відповідно до вимог НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями», ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» передбачені безпечні та комфортні умови праці персоналу.

Передбачені заходи з цивільного захисту забезпечують стійку роботу об'єкта та безпеку персоналу в умовах ліквідації наслідків стихійних лих.

ВИСНОВКИ

За формою отриманих гістограм та за коефіцієнтом варіації при кріпленні клинковою планкою коефіцієнт варіації дорівнює 0,85, а при кріпленні пластин подвійним притиском – 0,75. У випадку коли коефіцієнт варіації наближується до 1, то закон розподілення буде наближатися до експоненціального, цей видно з форми отриманих гістограм. Це свідчить про те, що більша частина буде зосереджена до налаштувального розміру, тобто до нульового відхилення. З цього розподілу свідчить, що при кріпленні пластин клинковою планкою 90% відхилень буде знаходитися у межах 0,01 мкм, а при кріпленні пластин подвійним притиском знаходиться у межах 0,07 мкм.

У той же час достатньо великий діапазон відхилень залежить від меншої кількості пластин, це свідчить про те що діапазон можливих розмірів великий і виходить що діапазон широкий не за рахунок пластин, а за рахунок того, що більша кількість пластин потрапляє до першого інтервалу.

З гістограм видно, що при кріпленні пластин подвійним притиском зниження розсіювання показників більш рівномірне у порівнянні з кріпленням пластин клинковою планкою.

Також був розроблений розділ з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях. Був проведений аналіз потенційних небезпек та запропоновані заходи по забезпеченню безпеки. Запропоновані заходи з виробничої санітарії та гігієни праці та пожежної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.В.Фролов - Математичне моделювання для металорізального інструменту :основні положення та практичне застосування.2017-197 с.
2. Аваков А.А. Неперетачиваемые резцы. - Ростов -на -Дону: Ростовское книжное издательство, 1965. - 126 с.
3. Автоматизированное проектирование сборных инструментов со сменными неперетачиваемыми пластинами./Лашнев С.И., Борисов А.Н., Емельянов С.Г.// Исследования в области инструментального производства и обработки металлов резанием. - Тула: Изд. ТПИ, 1990. - С.5-10
4. Акимов А.В. Прогрессивные конструкции резцов. - М.: Машгиз, 1962.- 232 с.
5. Андреев В.Н. Совершенствование режущего инструмента. М. - Машиностроение, 1993. - 240 с.
6. Артомонов Е.В., Смолин Н.И. Сборный режущий инструмент со сменными многогранными пластинами: Учебное пособие. - Тюмень: Изд. ТюмИИ, 1993. - 110 с.
7. Бетанели А. И. Прочность и надежность режущего инструмента. - Тбилиси :Сабчота сакартвело,1973.-172 с.
8. Бобров В. Ф. Основы теории резания металлов. -М.: Машиностроение, 1975.-344 с.
9. Бобрович И.М., Петрушин С.И., Реутов И.А. САПР токарных инструментов, оснащенных сменными многогранными пластинами. // СТИН - 1998. - № 2. - С.34-37
10. Бобрович И.М., Петрушин С.И., Реутов И.А. О компьютерном моделировании равнопрочного профиля передней поверхности многогранных пластин.//Тезисы докладов 9-й научной конференции Филиала ТПУ в г.Юрге. - 1996.- с. 29.