

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, Машинобудівний факультет
(повне найменування інституту, факультету)

Металорізальні верстати та інструмент
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему Аналіз та вибір конструкції револьверної головки
токарного верстата з ЧПК

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи М-210м

Спеціальності 133 Галузеве Машинобудування
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Металорізальні верстати та інструменти

Салманов Є.С.

(прізвище та ініціали)

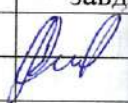

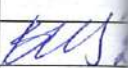


Керівник Солоха В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Циганов В.В.

(прізвище та ініціали)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прий викон завдан
Конструкторська частина	Солоха В.В., доцент	28.09.21	
Охорона праці	Шмирко В.І., доцент		
Нормоконтроль	Матвеєнко Л.С., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання « 28 » вересня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Пр
1	Аналіз конструкцій револьверних головок токарних верстатів з ЧПУ, вибір оптимальної	09.10.21	
2	Розрахунок навантажень, що визначають вибір типу електродвигуна і розрахунок його характеристик	23.10.21	
3	Розрахунок параметрів елементів приводів	06.11.21	
4	Розробка конструкції револьверної головки	20.11.21	
5	Розробка питань з охорони праці	01.12.21	
6	Оформлення пояснювальної записки	05.12.21	
7	Підготовка презентації до захисту	08.12.21	

Студент(ка)


(підпис)Салманов Є.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)Солоха В.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить: 64 с., 2 табл., 21 рис., 3 додатки, 39 джерел.

Об'єкт дослідження – револьверні головки токарного верстата з ЧПК.

Метою магістерської роботи є підвищення продуктивності та технологічних можливостей токарного верстата ЧПУ з максимальним діаметром обробки

$D = 320$ мм за допомогою проведення аналізу та вибору оптимальної конструкції револьверної головки для обробки деталей типу тіл обертання складної форми з виконанням операцій фрезерування, свердління на торці і периферії.

Задачі роботи - розробити оптимальну конструкцію револьверної головки.

Здійснено аналіз конструкцій револьверних головок токарних верстатів з ЧПУ з погляду приводу повороту інструментального диску і інструмента; обрано оптимальну конструкцію, розраховано навантаження, що визначають вибір типу електродвигуна. Виконано розрахунок характеристик електродвигуна (потужність, крутний момент); та розраховано параметри елементів приводу. Розроблено конструкцію револьверної головки в програмному середовищі Компас.

ABSTRACT

Master's thesis contains: 64 pages, 2 tables, 21 figures, 3 appendices, 39 sources.

The object of research is the turret heads of a CNC lathe.

The aim of the master's thesis is to increase the productivity and technological capabilities of CNC lathe with a maximum machining diameter $D = 320$ mm by analyzing and selecting the optimal design of the turret for machining parts such as rotating bodies of complex shape with milling, end and peripheral drilling.

Tasks - to develop the optimal design of the turret.

The analysis of constructions of turret heads of CNC lathes from the point of view of the drive of rotation of the tool disk and the tool is carried out; the optimal design is selected, the loads that determine the choice of motor type are calculated. The calculation of the characteristics of the electric motor (power, torque); and the parameters of the drive elements are calculated. The design of the turret in the Compass software environment has been developed.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	8
1.1 Загальні характеристики.....	8
1.2 Види револьверних головок.....	9
1.3 Конструкції револьверних головок.....	11
1.4 Ділильні механізми.....	13
1.5 Механізми фіксації.....	14
1.6 Типи револьверних головок.....	16
1.6.1 Револьверні головки з вертикальною віссю.....	17
1.6.2 Револьверні головки з горизонтальною віссю.....	19
1.6.3 Револьверні головки з приводним інструментом.....	21
1.7 Інформаційний аналіз конструктивних особливостей.....	26
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСИНА.....	29
2.1 Розрахунок конструктивних параметрів револьверної головки.....	30
2.2 Визначення параметрів приводного електродвигуна.....	37
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	44
3.1 Аналіз потенційних небезпек.....	44
3.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	46
3.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	47
3.4 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	51
3.4.1 Заходи з пожежної безпеки.....	51
3.4.2 Захисні споруди цивільного захисту.....	54
ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60

ВСТУП

Особливе місце в галузі машинобудування і металообробки займає станко-інструментальна промисловість.

У загальному обсязі металорізального обладнання токарні верстати становлять значну частку. Тому його розвиток, до якого входить збільшення технологічних можливостей та продуктивності, є першорядним завданням для економіки. Це завдання можна вирішити модернізацією конструкцій верстатів та окремих його елементів.

Розширення функціональних можливостей токарних верстатів за допомогою револьверних головок, які можуть виконати майже всі види токарних технологічних операцій, а при використанні приводного інструменту можливе використання фрезерних операцій. В даний час найбільш перспективними та затребуваними шляхами модернізації верстатів токарної групи є підвищення їх продуктивності, точності та надійності.

У магістерській роботі розглядається можливість підвищення продуктивності та технологічних можливостей токарного верстата ЧПУ.

Задачею роботи є проаналізувати існуючий ринок та обрати оптимальну конструкцію револьверної головки для подальшого її розрахунку та конструювання.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Загальні характеристики

Значну частину виробничого обладнання становлять токарні верстати. Статистика стверджує, що 60% всіх металевих виробів, деталей та автономних пристроїв неминуче проходять стадію обробки на токарних верстатах. Найпростіший токарний верстат здатний виконувати масу операцій на зовнішніх та внутрішніх поверхнях металевих заготовок, перетворюючи їх на готову деталь з високим ступенем точності. За останні десятиліття цей відсоток збільшується, зараз, коли верстати дедалі більше оснащують системами числового програмного управління (ЧПК)[1].

Токарний верстат призначений для обробки заготовок типу тіл обертання за допомогою різання. На токарних верстатах виконують такі роботи як: фрезерування, точення, розточування циліндричних, конічних і фасонних поверхонь, нарізання різьблення, підрізування та обробку торців, свердління, зенкерування та розгортання отворів. Види обробки на токарному верстаті: чернова, напівчистова та чистова.

Для великого спектру деталей типу тіла обертання в переважній більшості використовують токарно-револьверний верстат. Відмінною особливістю конструкції є наявність додаткового модуля, який здатний нести різні інструменти для цілого ряду технологічних операцій (точіння, свердління, зенкерування, а також фрезерування при використанні приводного інструменту). Цим модулем є багатопозиційна (зазвичай від 6 до 24 позицій) поворотна головка яка здатна змінювати інструмент на той, що необхідний в даній операції. На додаток до всього, ці пристрої оснащуються системою ЧПК. Дані верстати застосовують у тих випадках, коли в технологічному процесі присутня зміна робочих інструментів.

Основним параметром вибору токарного верстату з ЧПК є властивості револьверної головки.

Наприклад, якщо технологічний процес виготовлення деталі на верстаті передбачає використання більше 12 інструментів, можливо 14 чи 16 (до 24-х), то більш економічно вигідним використовувати, та придбати револьверну головку з можливістю встановлення до 24-х інструментів, ніж використовувати інші верстати, або замінити інструменти на револьверній головці, це може збільшити продуктивність виготовлення цих самих деталей, та зменшити їх собівартість.

Але не всі інструменти можуть займати одне місце на револьверній головці, це також потрібно враховувати при проектуванні та розрахунках для конкретного технологічного виробництва.

Актуальність застосування токарних верстатів із різцетримачем револьверного типу визначається лише після детального аналізу функціональних можливостей обладнання, його технічних характеристик. Але не менш важливим є виявлення позитивних та негативних сторін їх експлуатації.

Безперечною перевагою застосування верстатів цього типу є високий показник продуктивності. Для виконання різних токарних операцій не потрібно щоразу виконувати заміну різця. Також варто відзначити їхню автоматизацію роботи, якою володіють верстати з ЧПК.

До недоліків можна віднести лише високу вартість моделей та підвищення трудомісткості та обслуговування. Також висувуються підвищені вимоги до професіоналізму працюючого персоналу. Але ці чинники незначні та враховуються лише на стадії розробки технологічної схеми виробництва.

1.2 Види револьверних головок

Револьверна головка – є робочим органом верстата, що сприймає сили різання, отже, до нього висувуються вимоги високої міцності, жорсткості та точності позиціонування. Інструменти для обробки внутрішніх та зовнішніх поверхонь не повинні заважати один одному[2]. Час зміни інструменту має бути

мінімальним. Заміна інструменту повинна здійснюватися зручно та легко, а для цього необхідно забезпечити вільне переміщення.

Револьверні головки поділяються на види в залежності від призначення і принципу роботи, серед яких:

- шліфувальні;
- токарно-фрезерні;
- дітільні;
- різьбонарізні;
- приводні.

Шліфувальні револьверні головки

Шліфувальні головки дозволяють виконувати шліфування деталей, не використовуючи при цьому додаткове верстатне обладнання. Вони працюють від електродвигуна, який підключається до основного електропостачування. Така револьверна головка може застосовуватись для обробки поверхонь будь-якої складності з високою чистотою.

Токарно-фрезерні револьверні головки

Токарно-фрезерні головки можуть працювати з деталями, що закріплені в центрах токарного верстата. Ділине пристосування дозволяє забезпечити високу точність кутових переміщень.

Дітільні револьверні головки

Дітільні револьверні головки призначаються до виконання точних операцій оброблюваних деталей токарного верстата. Вони дозволяють виконувати обробку граней деталі, фрезерування канавок, пазів та зубчастих колі.

Різьбонарізні револьверні головки

Різьбонарізні головки можуть виконувати високоточне нарізування різьблених деталей всього за один прохід. За своєю продуктивністю вони значно переважають ручні інструменти. Регулювати розмір різьблення можна за допомогою спеціального механізму.

Приводні револьверні головки

Привідні головки дозволяють закріплювати приводні інструменти для виконання різних операцій, а саме: нарізування різьблення, точення поверхні, свердління отворів та фрезерування різних площин.

Інші револьверні головки

Серед інших видів револьверних головок можна виділити вихрові, різьбовакатні, багаторізцеві.

1.3 Конструкції револьверних головок

Револьверна головка має інструменти, які закріплені безпосередньо в револьверній головці (різці, свердла та інше), в процесі обробки деталі обертання не отримують. Інструментальний шпиндель, що знаходиться на робочій позиції головки, приводиться в обертання, а різьбонарізний також і реверсується[3].

Осі інструментів можуть бути спрямовані радіально (рис. 1.1, а), паралельно до осі головки (рис. 1.1, б), під кутом до неї (рис. 1.1, в). В останньому випадку число позицій в головці може бути збільшено, так як розташування інструментів, сусідніх по відношенню до робочої позиції, що дозволяє збільшити довжину робочого ходу головки. У револьверних головках верстатів типу "гнучкий модуль" інструменти встановлюються як у радіальному напрямку, так і в осьовому.

На рис. 1.1 показані конструкції револьверних головок, що застосовуються на токарних верстатах з ЧПУ.

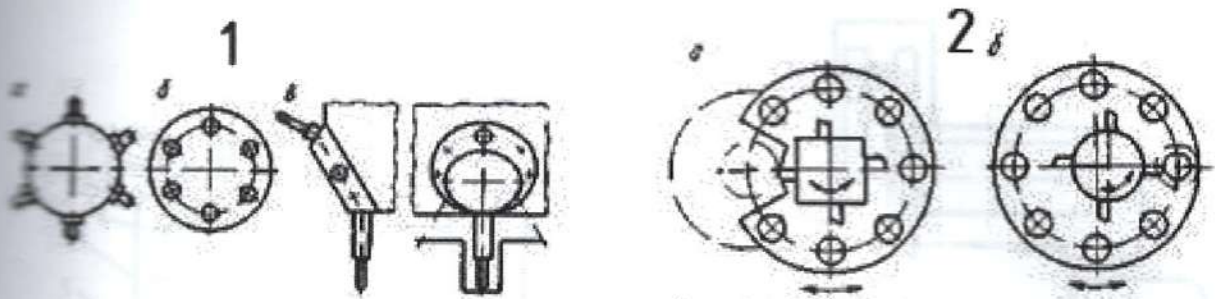


Рисунок 1.1 - Конструкції револьверних головок токарних верстатів з ЧПК:

1. а - радіальна; б — паралельна; в — під кутом.
2. Комбіновані револьверні головки: а —концентрично; б -
 ексцентрично.

Можуть застосовуватися комбінації двох револьверних головок, які встановлені концентрично або ексцентрично. В одній із них встановлюють різці, а в іншій — стрижневі інструменти та борштанги. Це дозволяє збільшити концентрацію операцій на верстаті.

Ця ж мета досягається шляхом розміщення двох револьверних головок на одному корпусі, у двох окремих корпусах, що знаходяться на одних санках, або на різних санках. Але при великій кількості стиків жорсткість револьверної головки знижується.

Для привода обертання інструментів використовують окремий електродвигун, що регулюється, встановлений безпосередньо на револьверній головці. Як приклад на рис. 1.2 показано дві конструктивні схеми таких головок.

У першій конструкції револьверної головки верстата з ЧПУ (рис. 1.2, а) обертання від електродвигуна 1 передається на центральний вал 2 з центральною конічною шестернею 6 і далі на всі позиції револьверної головки 4 з інструментами 3, що підключаються до обертання муфтами 5.

У другій конструкції (рис. 1.2, б) обертання від електродвигуна 1 передається через вал 2 і муфту 3 тільки на одну позицію револьверної головки 5, де встановлений обертовий інструмент 4.

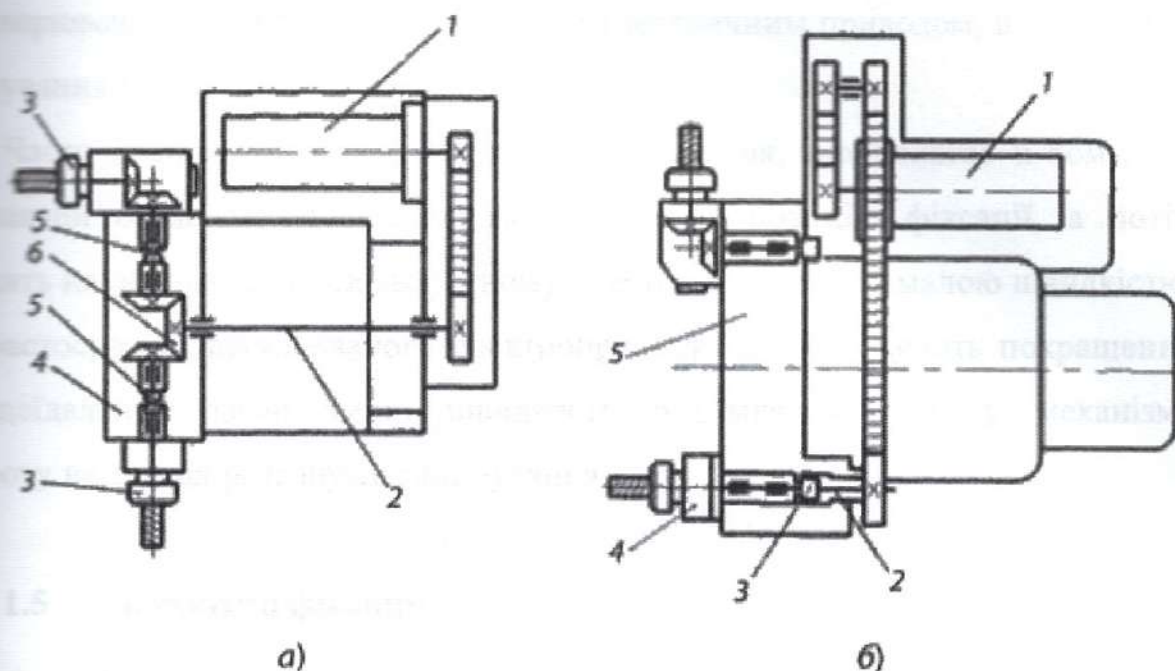


Рисунок 1.2 - Приклади конструктивних схем обертання інструментів у револьверних головках: а - через конічні зубчасті передачі та сполучні муфти; б - через пасову передачу.

1.4 Ділильні механізми

Для повороту револьверної головки застосовуються електричні, гідравлічні, пневматичні джерела енергії та їх комбінації. До складу приводу повороту можуть входити: двигун (електричний, гідравлічний, пневматичний), передавальний механізм (зубчаста або черв'ячна передача) і ділильний механізм (кулачковий, мальгійський, зубчато-важільний) в поєднанні з гідроциліндром. Ділильні механізми забезпечують поворот револьверної голівки і зазвичай застосовуються в верстатах, що працюють за жорсткою програмою в масовому виробництві.

В токарних верстатах з ЧПУ при необхідності повороту револьверної головки на різні кути, що задаються програмою, і обертання без зупинок у проміжних позиціях застосовуються механізми з керованим жорстким упором або з упором, що вводиться у гніздо, упори можуть одночасно обертатися. У револьверних головках сучасної конструкції механічні

створювачі руху замінюють керованим електричним приводом, що здійснює гальмування поворотного пристрою.

Часто використовується метод позиціонування, що полягає в тому, що виконавчий орган із уповільненням переходить позицію фіксації, а потім повертається на цю позицію при зворотному обертанні головки з малою швидкістю. При застосуванні регульованого електроприводу використовують покращений трицепідальний закон зміни швидкості, оптимізуючи роботу механізму звороту на етапах розгону та гальмування.

1.5 Механізми фіксації

Ці механізми забезпечують необхідну точність позиціонування та жорсткість головки під навантаженням.

Механізми одинарної фіксації допускають відносно велику похибку індексації. Для її зниження фіксатор розташовують на більшій відстані від осі звороту головки.

Для фіксації револьверних головок та поворотних столів верстатів із ЧПУ застосовують зубчасті торцеві муфти. Муфту утворюють дві напівмуфти із зубчастими вінцями, які є плоскими конічними колесами з прямими або круговими зубами. Висота прямих зубів змінюється вздовж радіуса колеса (рис. 1.3), їх поперечний переріз збігається з профілем зубів рейки при $\alpha=20^\circ$. Кругові зубці мають постійну висоту (рис. 1.4), на одній напівмуфті вони опуклі, на іншій увігнуті. Кут профілю складає $20^\circ \dots 45^\circ$. Зуби контактують по всій довжині. Муфти з прямими зубами більш технологічні, з круговими зубами жорсткіші.

Одна напівмуфта закріплена на нерухомому корпусі, інша на поворотній частині револьверної головки. Перед поворотом головка розфіксується шляхом відведення її від корпусу.

Завдяки збільшенню числа окремих фіксуючих пар і усередненню похибок поділу механізм має підвищену точність. Його недоліки: втрати часу на

зменшення вінців, можливість всмоктування пилю при зменшенні тиску
внутрішній відводу механізму поворотної частини головки.

Механізм фіксації, що складається із трьох зубчастих вінців (рис. 1.5), працює наступним чином. Підйом вінця 1 призводить до розфіксування головки. Потім відбувається поворот головки разом із зубчастим вінцем 2. Після опускання вінця 1 зачіпляється з вінцями 2 і 3 і відбувається фіксація поворотного пристрою. Цей механізм має наступні переваги: усунене всмоктування зазвичай зовнішнього повітря в його внутрішню порожнину, зменшено час на фіксацію та розфіксацію завдяки зниженню маси вузла, що піднімається. Однак у порівнянні з механізмом, що складається з двох вінців, він має знижену жорсткість, зумовлену наявністю додаткових контактних поверхонь і зношуванням вінців 2 і 3. Контакт вінців можна зробити більш повним, якщо забезпечити піддатливість вінця.

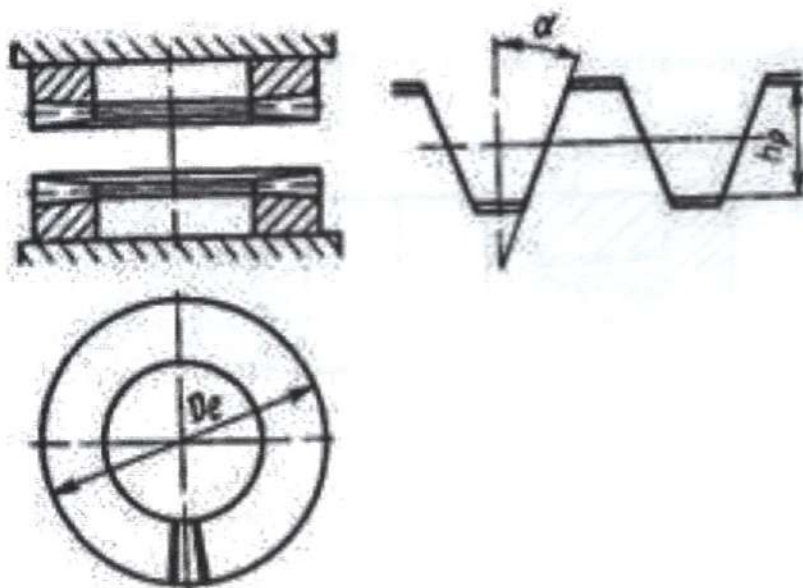


Рисунок 1.3 — Механізм фіксації з прямими зубами

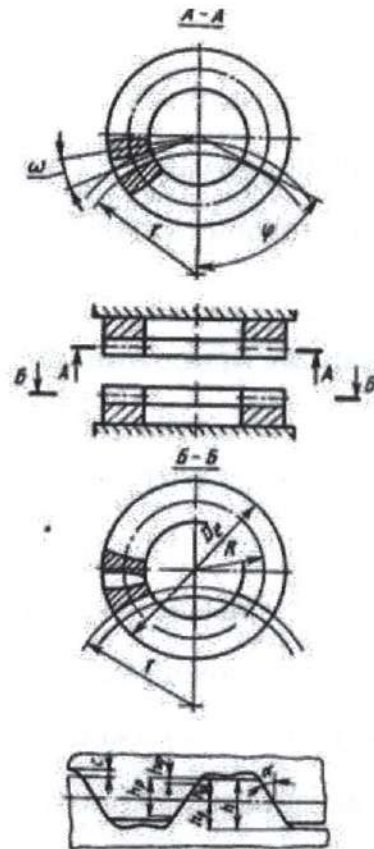


Рисунок 1.4 — Механізм фіксації з круговими зубами

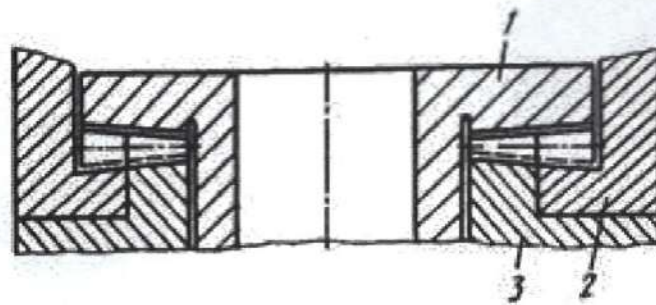


Рисунок 1.5 — Механізм фіксації з трьома зубчастими вінцями

1.6 Типи револьверних головок

Найбільшого поширення в токарних багатоцільових верстатах здобули багатопозиційні револьверні головки, так як вони спрощують конструкцію і скорочують час зміни інструменту до декількох секунд. Точність повороту інструментального диска складає ± 0.2 с.

Револьверні головки розрізняють за розміщенням осі - з вертикальною і горизонтальною віссю. Перші більш компактні, однак в них важко реалізувати обертовий інструмент. Головки з горизонтальною віссю мають велику жорсткість і дозволяють встановлювати більшу кількість інструментів.

1.6.1 Револьверні головки з вертикальною віссю

Револьверні верстати з вертикальною віссю обертання головки (рис.1.6) призначаються для обробки деталей порівняно простої конфігурації з прутка або окремих заготовок, які не вимагають для обробки великої кількості інструментів[4]. Наявність невеликого числа отворів або гнізд (6–8) в револьверній головці не дає можливості закріпити велике число інструментів і, отже, обмежує можливості використання верстатів з вертикальною віссю обертання головки при обробці складних деталей

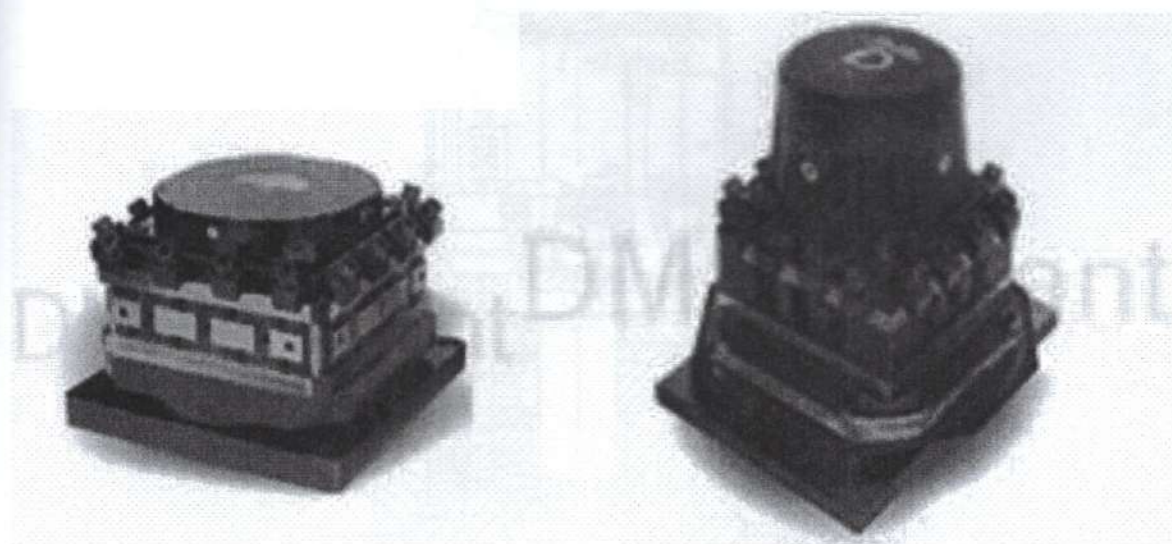


Рисунок 1.6 - Револьверні головки з вертикальною віссю TRM-S та TRM-N.

Принцип роботи револьверної головки з вертикальною віссю типу TRM-S

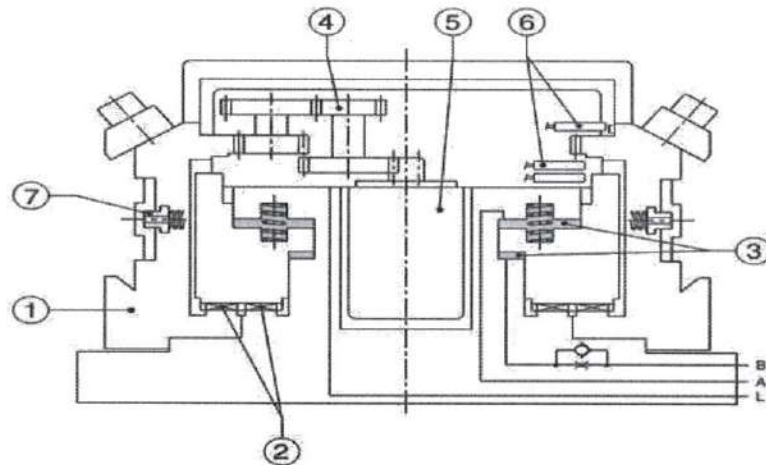


Рисунок 1.7 - Структурна схема револьверної головки типу TRM-S.

1 - Повідомлення інструменту; 2 - Фронтальна муфта; 3 - Гідравлічна система затиску / розблокування; 4 - Коробка передач; 5 - Сервомотор; 6 - Керуючі перемикачі; 7 - Клапани охолоджуючої рідини

Принцип роботи револьверної головки з вертикальною віссю типу TRM-N

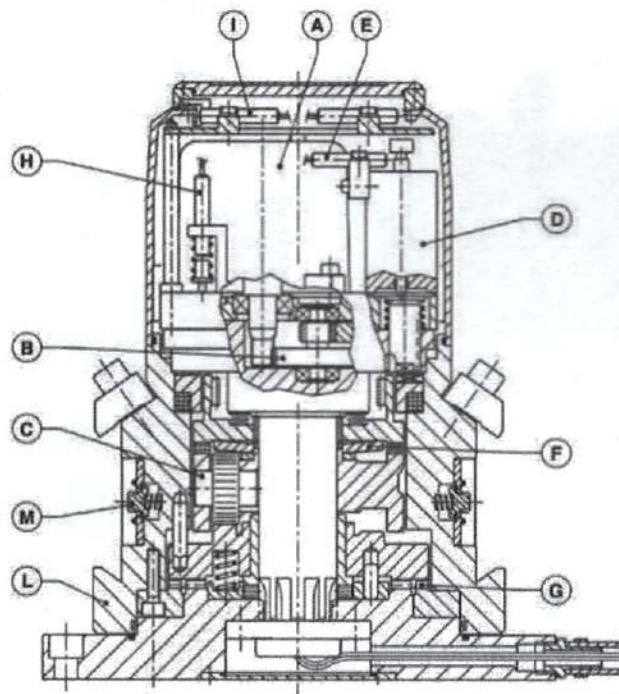


Рисунок 1.8 - Структурна схема револьверної головки типу TRM-N

A - Електродвигун (трифазний); B - Редукційна коробка передач; C - Механізм блокування обертання і кулачка; D - Соленоїд індексування; E - Перемикач управління індексуванням; F - Попередньо завантажені стопорні пружини; G - Фронтальна муфта; H - Перемикач блокування; I - Встановлені безконтактні перемикачі; L - Інструмент; M - Клапани охолоджуючої рідини (Додатково).

Ці револьверні головки розроблені для встановлення на верстати, які призначені для виконання важких токарних операцій. Даний тип револьверних головок володіє високою жорсткістю і витримує великі силові навантаження при більшому діаметру муфти.

1.6.2 Револьверні головки з горизонтальною віссю

Револьверні верстати з горизонтальною віссю обертання головки призначаються для обробки деталей складної конфігурації з прутка або окремих заготовок. Наявність порівняно великого числа отворів (10, 12 або 16) в револьверній головці токарних верстатів з ЧПК, з горизонтальною віссю обертання дає можливість закріпити велике число інструментів і, отже, розширює можливості використання цих верстатів.

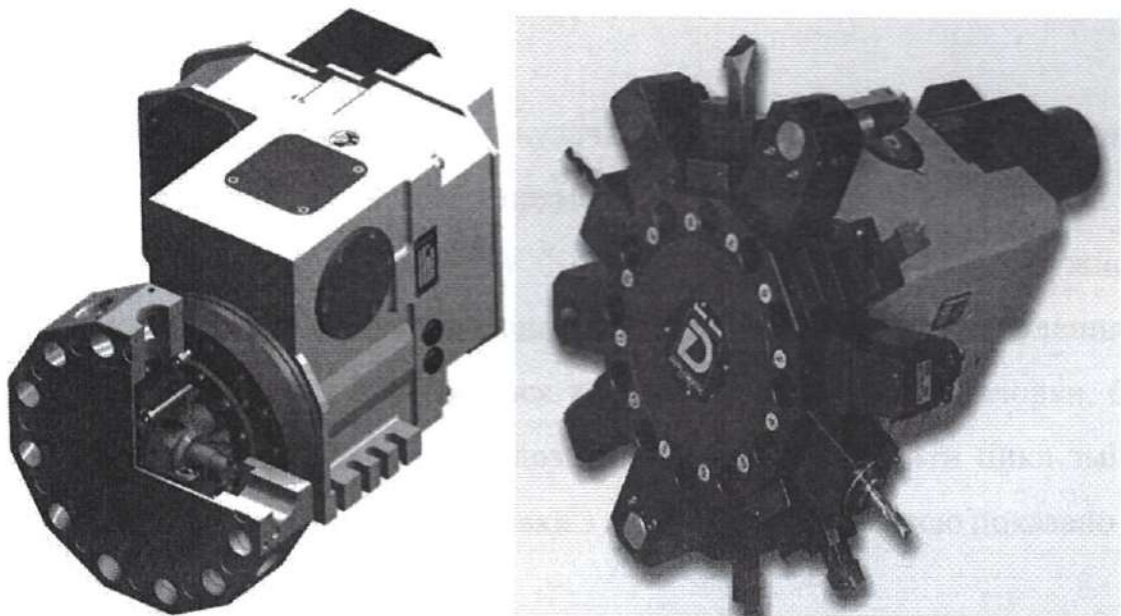


Рисунок 1.9 - Револьверні головки з горизонтальною віссю.

Ці револьверні головки підходять для всіх токарних верстатів з ЧПК, дозволяють досягти високої ефективності обробки і повної механічної взаємозамінності.

Принцип роботи револьверної головки з горизонтальною віссю

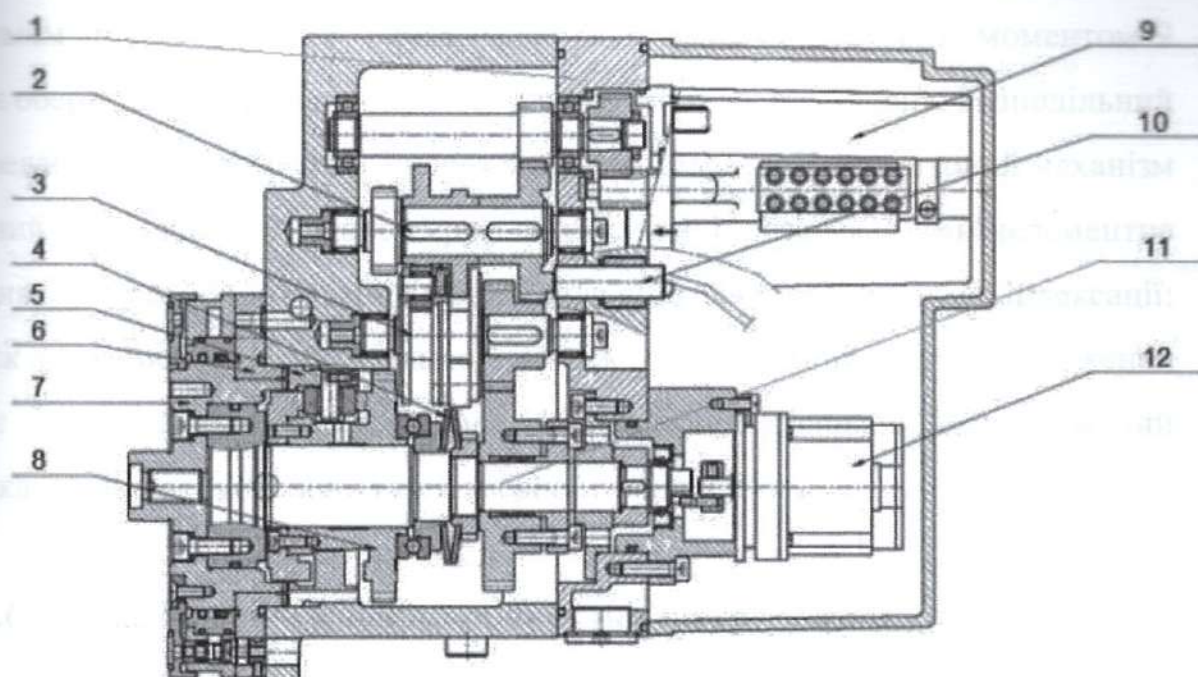


Рисунок 1.10 - Структурна схема револьверної головки з горизонтальною віссю.

Конструкція будується на основі кулачкового механізму, механізму типу "мальтійський хрест", та прості прямозубої циліндричної передачі і трьохелементної зубчастої муфти типу "хирт", яка затискається потужною тарілчатою пружиною. Механізм виконаний таким чином, що зчеплення і розчеплення зубчастої муфти відбувається всередині револьверної головки, без віджиму інструментального диска, що дозволяє істотно скоротити цикл зміни інструменту. Пристрій револьверної головки з горизонтальною віссю показано на рис. 1.10.

Револьверна головка складається з корпусу 1, в якому встановлений електродвигун 9, механізм індексації - розподільний вал 2 і ведений вал 3, і шпindel 11 на якому розташований кулачок 8 і тарілчата пружина 4, безконтактного перемикача 10, який перевіряє фіксацію револьверної головки, абсолютного датчика положення 12, який передає інформацію про положенні револьверної головки. Нерухома муфта 6, фланець 7 і змінна муфта 5 утворюють трьохелементне з'єднання. Осьове переміщення трьохелементного з'єднання

приводиться кулачком 8. Переміщення приєднаного фланця 7 виробляється механізмом індексації 2 і 3. Електродвигун з великим пусковим моментом 9 передає обертання розподільному валу 2 через систему шестерень. Розподільний вал передає рух веденого валу 3 через механізм індексації. Кулачковий механізм з'єднаний з кулачком 8, який керує затискачем і розтискає трьохелементне з'єднання. За один оборот розподільного вала відбувається один цикл індексації: "розтиск - поворот на одну позицію - затиск". Абсолютний датчик положення передає інформацію про становище револьверної головки. Безконтактний перемикач перевіряє фіксацію револьверної головки.

1.6.3 Револьверні головки з приводним інструментом

Значна частина (70–75 %) оброблюваних на токарних верстатах з ЧПК видів деталей (фланці, вали, склянки) вимагають інших, відмінних від токарних методів видів обробки, яких відносять свердління, різьбонарізання мітчиком, фрезерування бічних поверхонь і канавок. Для скорочення циклу обробки таких деталей їх доцільно повністю обробляти одному верстаті, що виключає час на переустановку заготовлі зі верстата на верстат. Однак, якщо встановити в револьверній головці токарного верстата інструмент, що обертається, то заготовки могли бути повністю оброблені на одному верстаті. Практична реалізація цієї ідеї призвела до створення револьверних головок із приводними позиціями[5].

На верстатах з ЧПК токарної групи найбільш широко застосовуються приводні револьверні головки, кількість інструментів у яких дозволяє здійснити повну токарну обробку заготовок. Близько 70 % заготовок може бути оброблено всього вісьмома інструментами, а за наявності 12 інструментів можна обробити понад 95 % заготівель.

Револьверні головки з приводним інструментом оснащені додатково двигуном для приводного інструмента і дозволяють виконувати на токарних

фрезерування, обробку отворів, Неспіввісність осей шпинделя, обробку пазів шпон та інші операції.

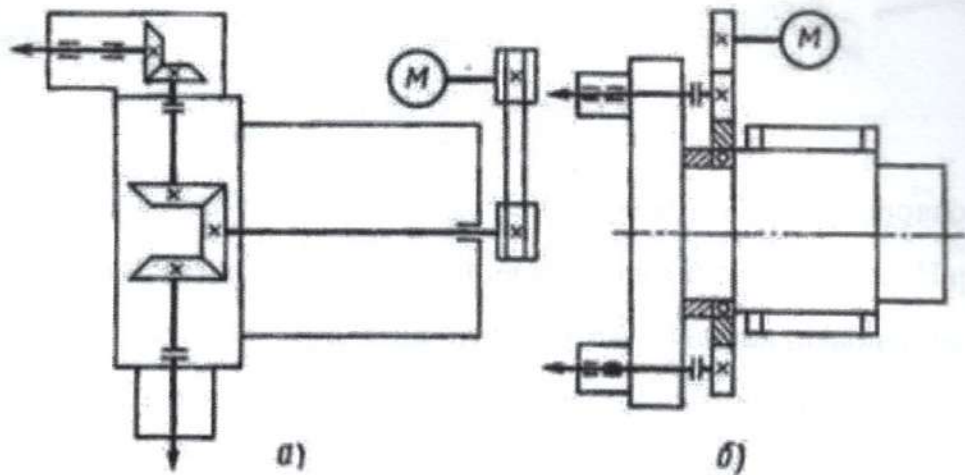


Рисунок 1.11 - Револьверні головки токарних верстатів з обертовим інструментом

На рисунку 1.11 а), показана кінематична схема револьверної головки з приводом через центр з обертанням всіх інструментів одночасно. Для такого компоновання характерні наступні недоліки: великий рівень шуму і потужність холостого ходу; гірші умови безпеки; намотування стружки на непрацюючий інструмент; невелика кількість інструментів. До переваг можна віднести швидкий поділ, гарне зачеплення приводних коліс.

Компоновання револьверної головки з приводом, розташованим зовні в окремому корпусі (привід віддалений від робочої зони), найбільш поширена (рисунок 1.11 б), так як обертається тільки інструмент, необхідний для даної операції. Крім того, виключено намотування стружки на непрацюючий інструмент і робота більш безпечна.

Види обробки, які можуть бути виконані з використанням револьверних головок з приводним інструментом (рис.1.12).

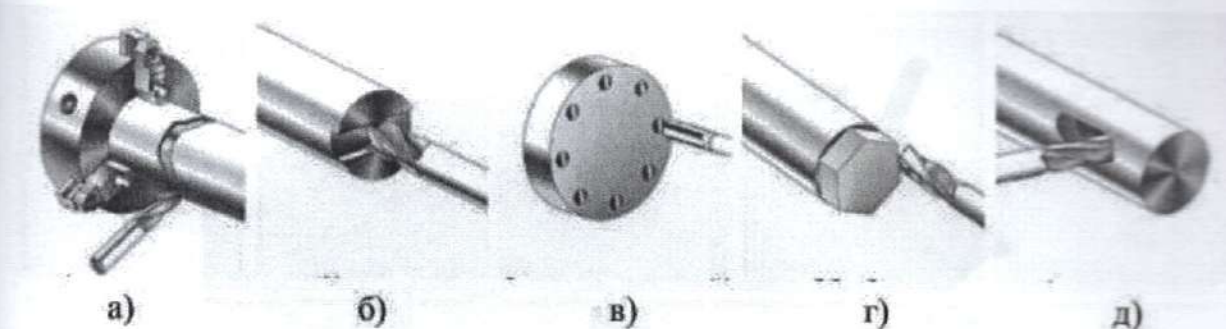


Рисунок 1.12 – Види обробки на верстатах з револьверною головкою з приводним інструментом: а) Фрезерування криволінійного паза, б) Нарізання торцевого паза, в) Свердління отворів / нарізування різьблення, г) Обробка багатокутників, д) Фрезерування шпоночної канавки.

Револьверні головки токарних верстатів з обертовим інструментом по конструкції поділяються на:

- Револьверні головки з вбудованим додатковим приводом обертання осьового інструмента;
- Револьверні головки з одним приводом для повороту інструментального диска та осьового інструмента;

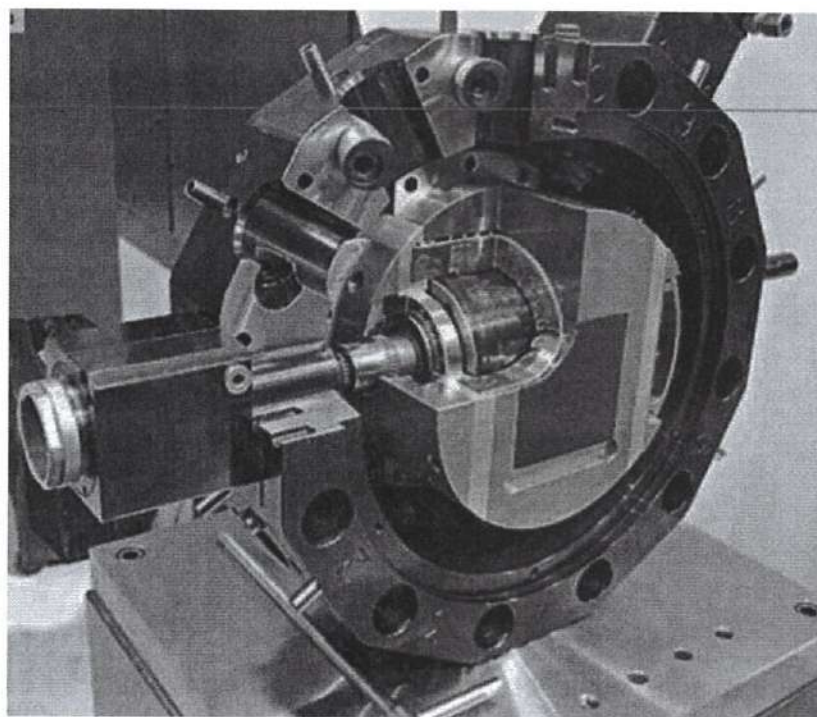


Рисунок 1.13 - Револьверна головка токарних верстатів з вбудованим додатковим приводом обертання осьового інструмента типу СТХ 4А.

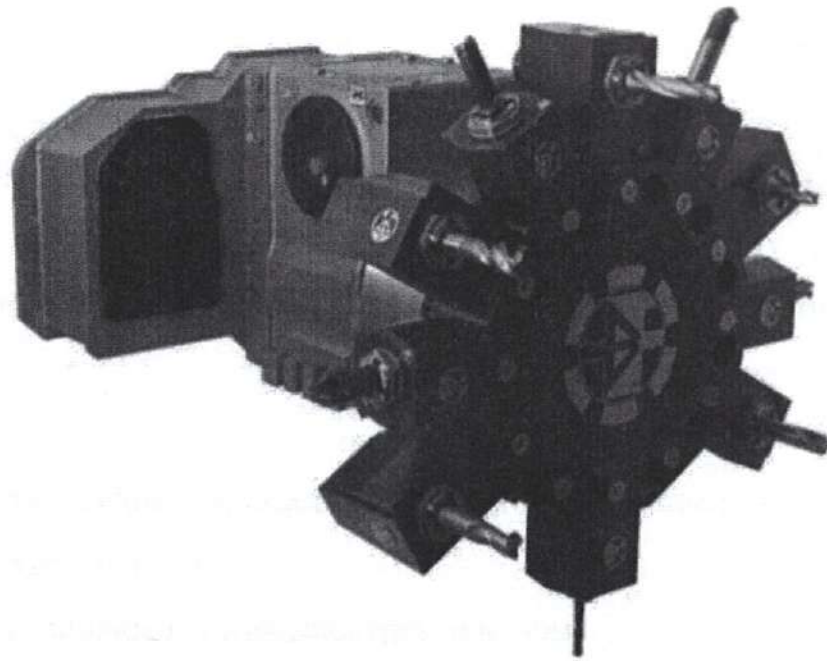


Рисунок 1.14 - Револьверна головка токарних верстатів з одним приводом для повороту інструментального диска та осьового інструмента типу TBMR 160.

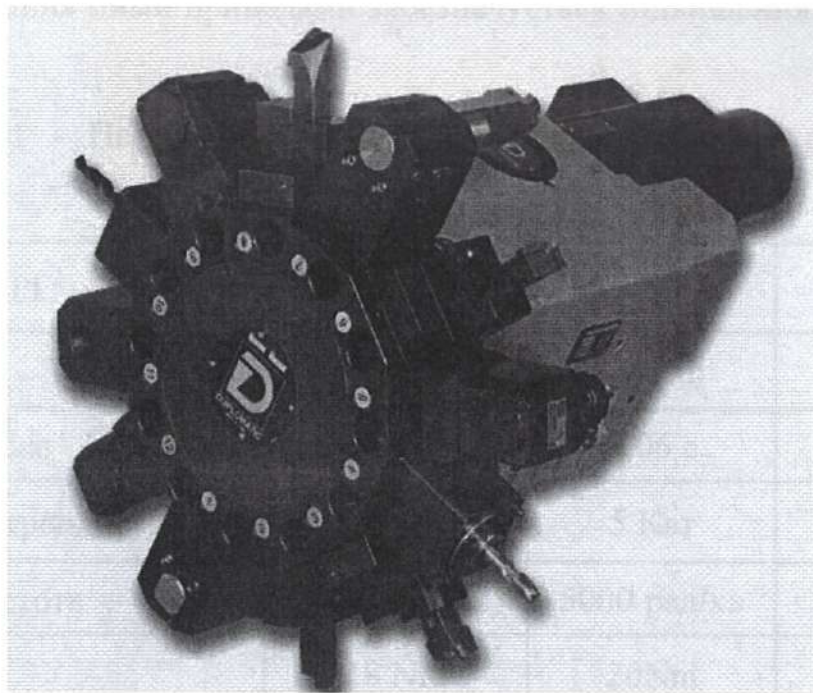


Рисунок 1.15 - Револьверна головка токарних верстатів з одним приводом для повороту інструментального диска та осьового інструмента типу SM-BR 16.

Головною відмінністю револьверних головок з приводом обертання осьових інструментів друг від друга є використання одного або двох електроприводів для виконання необхідних робочих рухів револьверної головки.

Конструкції револьверних головок з двома електроприводами.

Один електропривід служить для здійснення повороту револьверної головки для зміни інструментів, а другий привід використовується для забезпечення обертання осьових інструментів при виведенні їх в робочу позицію.

Ці конструкції револьверних головок мають досить складну кинематику і забезпечені муфтами з'єднання хвостових оправок з осьовими інструментами та елементами приводів обертання.

Револьверні головки з одним електроприводом.

Револьверні головки в яких один електродвигун з регульованою швидкістю обертання, він забезпечує як поворот револьверної головки для зміни інструменту, так і привід обертання осьового інструменту, що виводиться на робочу позицію. В результаті, за рахунок зменшення кількості приводів і елементів управління цими приводами забезпечується підвищення надійності її роботи.

Таблиця 1.1 - Порівняльна характеристика розглянутих револьверних головок

Вид РГ	СТХ4А	SM-BR 16	ТВМР 160
Маса РГ	-	150 кг	115 кг
Час повороту диска	0,4 с	0,06 с	0,17-0,28 с
Потужність електродвигуна	5,4 кВт	5 кВт	5 кВт
Максимальна частота	5000 рад/хв	5000 рад/хв	5000 рад/хв
Момент	18 Nm	20Nm	20Nm

Виходячи з порівняльної таблиці більш доцільно брати за аналог револьверну головку типу SM-BR 16.

1.7 Інформаційний аналіз конструктивних особливостей

Револьверні головки токарного верстата ЧПК мають розміщення робочого інструменту, як правило, на 6 - 8 позицій, але може досягати 10-ти, 12-ти і більше. Збільшення кількості робочих позицій у револьверних головках викликає збільшення їх габаритних розмірів та впливає на надійність їхньої роботи. Крім того, процеси виготовлення деталей дозволяють не збільшувати кількість інструментів понад 8 одиниць, але при цьому часто потрібно надати можливість виконувати на деталях свердлильні та фрезерні роботи. Значне розширення технологічних можливостей токарних верстатів за мінімального збільшення їх вартості забезпечує використання револьверних головок, у яких застосовуються осьові інструменти (свердла, розгортки, мітчики, кінцеві фрези тощо.) при наданні їм додаткового обертання. В результаті з'являється можливість виконувати різні види обробки цими інструментами як у напрямку, паралельному осі деталі, так і в перпендикулярному напрямку до її осі. Стає можливим в межах одного циклу обробки здійснити свердління отворів у фланцях деталей, фрезерування, у тому числі за складним контуром тощо. за двома вище вказаними напрямками. Додаткове обертання інструментів можна віднести до допоміжного руху, аналогічного повороту головки револьвери при зміні інструменту. Однак воно викликає необхідність використання спеціальних механізмів для здійснення додаткового приводу обертання осьових інструментів.

Конструкції револьверних головок із додатковим приводом обертання осьових інструментів відомі досить давно. Головною відмінністю револьверних головок з приводом обертання осьових інструментів друг від друга є використання одного або двох електроприводів для виконання необхідних робочих рухів в револьверній головці. У ряді розробок, використовується один електродвигун з регульованою швидкістю обертання, що забезпечує як поворот револьверної головки для зміни інструменту, так і привід обертання осьового інструменту, що виводиться на робочу позицію. За рахунок зменшення кількості

приводів і елементів управління цими приводами забезпечується підвищення надійності[6].

Конструкції револьверних головок зарубіжних розробників мають зазвичай два електроприводи, один з яких служить для здійснення повороту револьверної головки для зміни інструментів, а другий привід використовується для забезпечення обертання осьових інструментів при виведенні їх в робочу позицію. Конструкції револьверних головок мають досить складну кінематику і мають муфти з'єднання хвостовиків оправок з осьовими інструментами з елементами приводів обертання.

Є зарубіжні конструкції револьверних головок, у яких привод обертання осьових інструментів здійснюється від окремого двигуна через карданний вал і спеціальну муфту. Такі конструкції працездатні лише за рахунок високої якості виготовлення та вимагають відповідної якості обслуговування. Незважаючи на конструктивні відмінності, можна говорити, що всі револьверні головки з приводом обертання осьових інструментів мають досить складну кінематику з великим числом точних деталей і, отже, мають досить високу вартість. В результаті токарні верстати з ЧПУ в основній комплектації мають звичайні револьверні головки, а головки з приводними інструментами пропонуються як опція за окрему ціну.

Отже з розглянутих конструкцій револьверних головок, можемо зробити такі висновки:

- що конструкція з електродвигуном в середині револьверної головки ряд має недоліків - великий рівень шуму і потужність холостого ходу; гірші умови безпеки; намотування стружки на непрацюючий інструмент; невелика кількість інструментів, необхідність охолоджувати двигун.
- Конструкція з двома електродвигунами, один на поворот головки, другий на привід інструменту. Ця конструкція хороша, простіша з точки зору експлуатації, але за рахунок використання двох електродвигунів, збільшується маса та складніше кінематику та обслуговування.

• Конструкція з одним електродвигуном, який встановлено поза межами револьверної головки в окремому корпусі є більш доцільним. Не потребує спеціального охолодження, виключено намотування стружки на непрацюючий інструмент і робота більш безпечна. Конструкція проста в обслуговуванні.

На підставі цього аналізу оберемо конструкцію з одним двигуном на зворот револьверної головки та на привід інструменту. Для розробки за аналог візьмемо револьверну головку типу SM-BR 16 фірми Diplomatic.

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСИНА

Для обробки максимального діаметра $D_{\max} = 320$ мм вибираємо револьверну головку з одним електродвигуном для повороту інструментального диска та приводу інструмента. Для розробки конструкції за аналог візьмемо револьверну головку типу SM-BR 16 фірми Diplomatic[7]. Для скорочення циклу обробки заготовель пропонується конструкція з 16 інструментами. Маючи таку кількість інструментів можемо обробити 95% заготовель на токарному верстаті з ЧПК. Для більш безпечної роботи та зменшення затрат енергії у даній конструкції приводної револьверної головки (2.16) обертається лише той інструмент, який на даний момент приймає участь в обробці. Це можливо за рахунок того що привід розміщено зовні (привід віддалений від робочої зони).

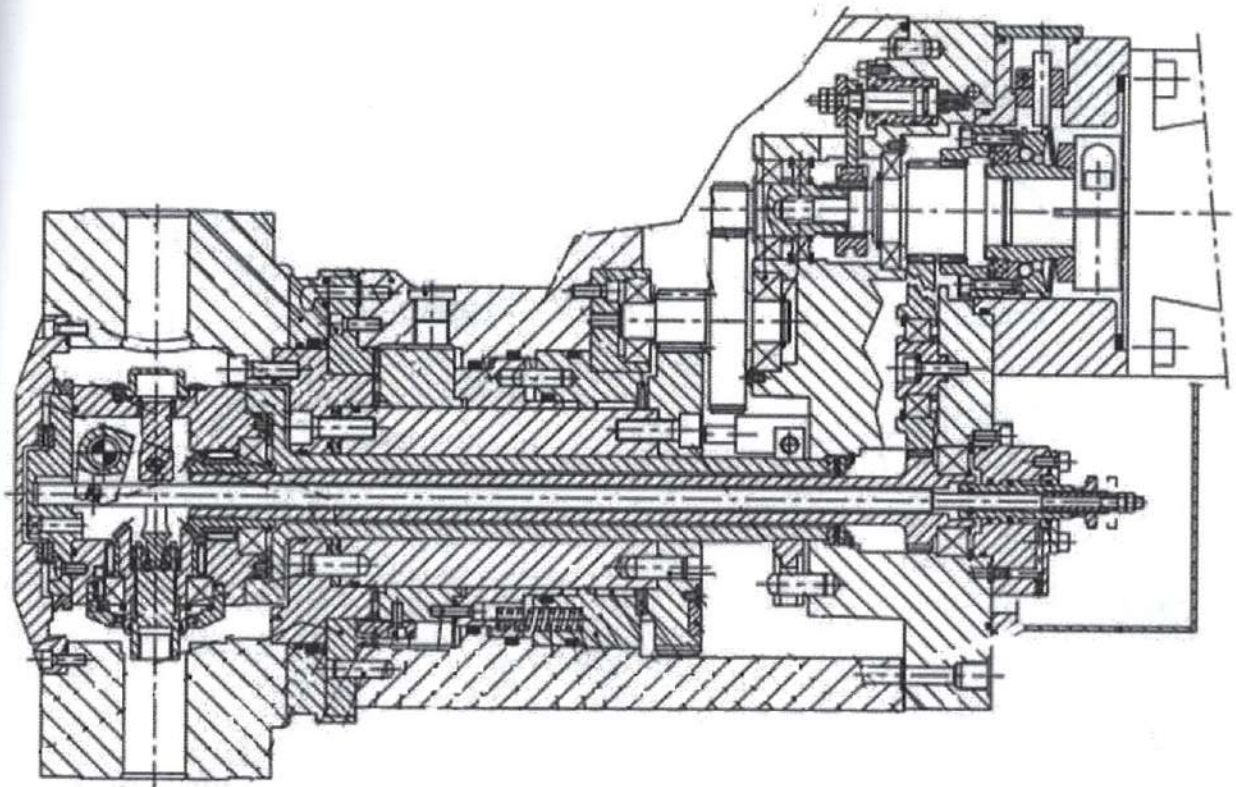


Рисунок 2.16 – Схема револьверної головки з одним електродвигуном

2.1 Розрахунок конструктивних параметрів револьверної головки

У процесі різання на інструментальний диск діють сили різання. Зусилля закріплення інструментального диска на корпусі револьверної головки забезпечують його стабільне положення під дією навантажень [8]. Затискання інструментального диска в револьверній головці здійснюється за допомогою циліндра. Точність положення і надійність закріплення інструментального диска забезпечується за допомогою торцевої зубчастої муфти (зачеплення Хірта або зачеплення Курвіка). Дія тангенціальної сили F_1 (рис. 2.17) створює крутний момент, який прагне зрушити інструментальний диск. Величина моменту визначається

$$T = F_1 * b \quad (2.1)$$

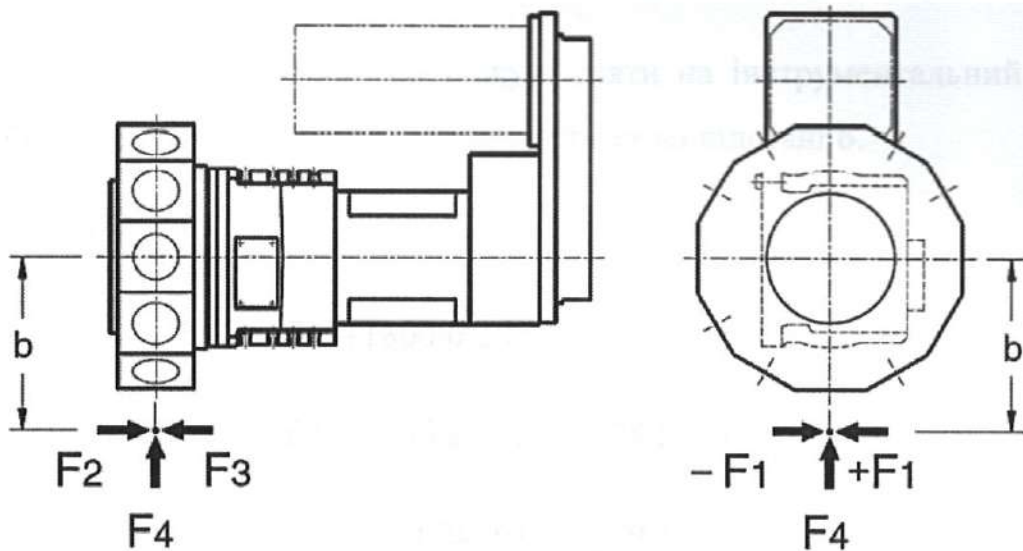


Рисунок 2.17 - Схема дії навантажень на інструментальний диск револьверної головки

В зубчастому зачепленні під дією моменту виникає нормальна сила F_n , яку можна розкласти на тангенціальну F_t та осьову F_a складову (рис. 2.17)

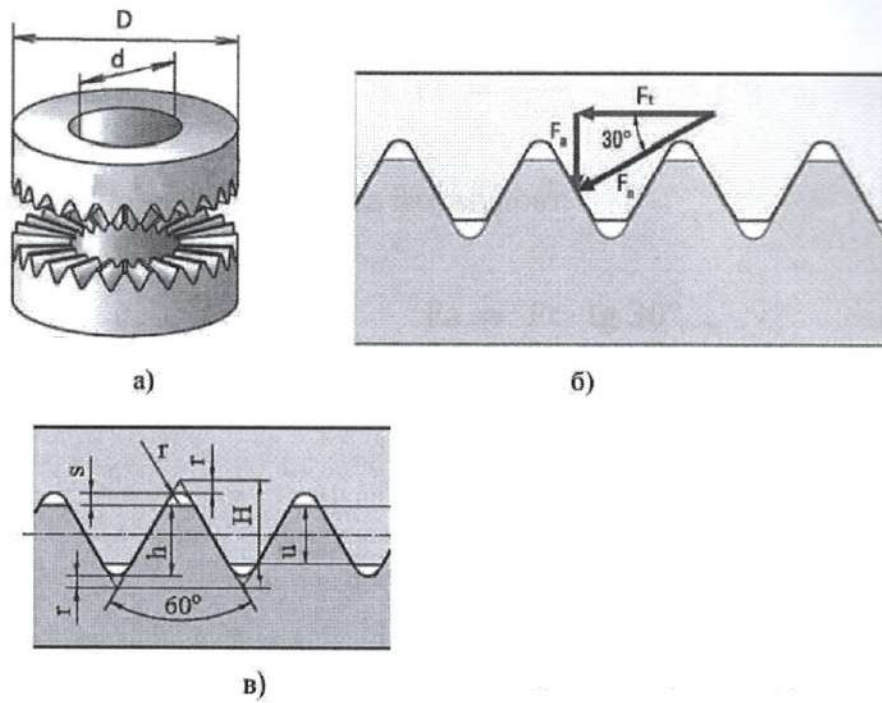


Рисунок 2.18 – Схема зачеплення і параметри в муфті Хірта: а – схема зачеплення; б – схема сил в муфті; в – параметри зуба муфти

Розраховуємо сили різання що можуть діяти на інструментальний диск ~~з боку~~ з боку процесу різання які прикладеними на відстані b .

$$b = 261 \text{ мм} = 0,261 \text{ м}$$

$$F_1 = 1800/0.261 = 6896.55 \text{ Н}$$

$$F_2 = 2500/0.261 = 9578.54 \text{ Н}$$

$$F_3 = 2200/0.261 = 8429.12 \text{ Н}$$

$$F_4 = 14000 \text{ Н}$$

Величина моменту T :

$$T = 6896.55 \cdot 0.261 = 1800 \text{ Нм}$$

Для таких навантажень оберемо розміри муфти Хірта з діаметрами $D=140\text{мм}$ та $d=120\text{мм}$.

Тангенціальна сила F_t визначається за формулою

$$F_t = \frac{4 \cdot T}{D + d'} \quad (2.2)$$

Осьова сила F_a визначається за формулою:

$$F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} 30^\circ \quad (2.3)$$

тоді, тангенціальна сила дорівнює:

$$F_t = \frac{4 \cdot 1800}{0.140 + 0.120} = 27692.31 \text{ Н}$$

Осьова сила F_a :

$$F_a = 27692.31 \operatorname{tg} 30^\circ = 15978.46 \text{ Н}$$

Зусилля затискання, що розвивається затискним пристроєм визначиться за формулою:

$$F_{pr} = (F_a + F_3) \cdot k, \quad (2.4)$$

де $k = 1,8 - 3,0$ коефіцієнт безпеки.

$$F_{pr} = (15978.46 + 6286) \cdot 2,5 = 55661.16 \text{ Н}$$

Максимальний тиск на поверхні зубів муфти визначатиметься дією зовнішніх силових факторів: сили F_a , що виникає внаслідок дії обертового моменту, осьового зусилля F_2 , що притискає півмуфти та навантаження від затискного пристрою F_{pr} і визначається за формулою:

$$p_{\max} = \frac{F_2 + F_a + F_{pr}}{A_z} \quad (2.5)$$

де A_z – ефективна площа бічної поверхні зубів, яка визначається за формулою:

$$A_z = \left(D - d - \frac{n \cdot d L^2}{D+d} \right) \cdot \left[\frac{\pi}{4} (D+d) - 1.155 \cdot z \cdot c \cdot (r+s) \right] \cdot n z \quad (2.6)$$

- D, d – зовнішній і внутрішній діаметр зубів, відповідно, мм;
- L – діаметр отвору під болти закріплення, мм;
- n – кількість болтів в площині зубців;
- z – число зубів;
- η_z – коефіцієнт контакту зубів, для шліфованих $\eta_z = 0.75$;
- r – радіус западини зуба, мм;
- s – зазор по вершині зуба, мм;
- c – коефіцієнт, що залежить від числа зубів півмуфти.

$$\begin{aligned} A_z &= \left(140 - 120 - \frac{8 \cdot 5^2}{140+120} \right) \cdot \left[\frac{3.14}{4} \cdot (140+120) - 1.155 \cdot 72 \cdot 0.037(1.7 + 0.8) \right] \cdot 0.75 \\ &= 13485,3 \text{ мм}^2 = 0,01348 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

$$p_{max} = \frac{9578.54 + 15978.46 + 55661.16}{0,01348} = 6.025 \text{ МПа}$$

Визначимо час роботи РГ:

$$T = \sqrt{\frac{S}{am}} * \frac{1 + \gamma \left(\frac{V}{\sqrt{am \cdot S}} \right)^2}{\frac{V}{\sqrt{am \cdot S}}} \quad (2.7)$$

де S – шлях на переключення в наступну позицію, м; $S = 0.28$ м;

V – швидкість рівномірного руху; для РГ з радіусом розміщення інструментів 180 ... 300 мм рекомендується швидкість повороту РГ на радіусі розміщення інструментів становить 1 ... 1.2 м/с, приймаємо 1.2 м/с.

am – модуль прискорення при гальмуванні; рекомендовані прискорення am при гальмуванні РГ, визначається з умови нормального підходу в кінцеві положення, складає 2 ... 7 м/с². Приймаємо $am = 4$ м/с².

γ - коеф., що залежить від співвідношення прискорення при розгоні a_r і гальмування a_m ; при $a_r = a_m$, $\gamma = 1$.

$$T = 0.53 \text{ с}$$

Характеристика приводу повороту РГ вибирається по розрахунковим значенням параметрів виконавчого механізму: найбільшій швидкості v_{max} і найбільшій навантаженню $F_{max} = 8500$ Н. По цим значенням і вибраному тиску $p = 6.27$ МПа визначаємо діаметр циліндра за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot b \cdot F_{max}}{\pi \cdot p}} \quad (2.8)$$

де b – коеф. що залежить від типу ущільнень штоку циліндра $b = 1.1 \dots 1.5$; приймаємо $b = 1.5$.

$$D = 50.9$$

Приймаємо діаметр циліндра повороту РГ 60 мм. Визначаємо розхід робочої рідини за формулою:

$$Q = v_{max} \cdot S \quad (2.9)$$

де S – площа поршня;

$$S = \pi R^2 = 3.14 \cdot 30^2 = 2826 = 0.003 \text{ м}^2$$

V – швидкість переміщення штоку, $V = 6$ м/хв.

$$Q = 6 \cdot 0.003 = 18 \text{ л/хв}$$

Розрахунок гідроциліндра затиску і розтиску РГ проводиться в такій послідовності:

1. Визначення робочої площі гідроциліндра за формулою:

$$S = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} \quad (2.10)$$

де D – зовнішній діаметр поршня; $D = 160$ мм

d – діаметр штока; $d = 70$ мм

$$S = 0.016 \text{ м}^2$$

2. Розрахунок сили зтягу що розвиває гідроциліндр за формулою:

$$F = S * (p_1 - p_2) - F_{tp} \quad (2.11)$$

де p_1, p_2 – різниця тисків в правій і лівій порожнинах гідроциліндра

$$p_1 - p_2 = 5.57 \text{ мПа}$$

F_{tp} - сила тертя між корпусом циліндра і поршнем; $F_{tp} = 1500 \text{ Н}$

$$F = 87.6 \text{ кН}$$

Оптимальна сила зтягу двох півмуфт за умови жорсткості становить 54 кН
 цю силу нам забезпечить гідроциліндр

$$87,6 > 54$$

3. Визначаємо розхід робочої рідини:

$$Q = 19.2 \text{ л/хв}$$

4. Швидкість розтиску, (затиску) гідроциліндра знаходимо за формулою

$$tz = \frac{l * 60}{v} \quad (2.12)$$

де l – величина, яка забезпечує розчеплення двох зубчастих пів муфт,
 $l = 0.006 \text{ м}$.

$$tz = 0.03 \text{ с}$$

Час необхідний на поворот РГ на одну позицію визначаємо за формулою:

$$T_c = t_p + t_n + tz + t_r \cdot a \quad (2.13)$$

де t_p, t_z – відповідно час на розтиск і затиск РГ становить 0.3 с

t_n – час потрібний на поворот РГ на одну позицію, $t_n = 0.53$ с

$t_{r.a}$ – час спрацювання золотника гідравлічного реверсивного з електричним керуванням

$$t_{r.a} = 0.05 \text{ с.}$$

Тоді час необхідний на поворот РГ на одну позицію становитиме:

$$T_c = 1,18 \text{ с}$$

Розрахунок зубчастого торцевого фіксуючого пристрою револьверної головки

Розрахунок муфт з плоским зубчастим вінцем зводиться до вибору конструктивних параметрів зубчастого вінця.

Модуль зубів – m визначаємо за формулою:

$$m = \frac{D_e}{z} \quad (2.14)$$

D_e – зовнішній діаметр муфти, вибираємо максимальним для забезпечення стійкості положення поворотної частини револьверної головки.

z - число зубів вінця.

$$240 / 96 = 2,5 \text{ мм}$$

2. Робоча висота зуба – h_p , визначаємо за формулою:

$$h_p = 1.4 * m \quad (2.15)$$

$$h_p = 1.4 * 2.5 = 3.5$$

3. Коефіцієнти $k_p = 45$; $k_b = 6$

4. Середній радіус вінця – R_{cp} , визначаємо за формулою, мм:

$$R_{cp} = k_p * m \quad (2.16)$$

$$R_{cp} = 45 * 2.5 = 112.5$$

5. Ширина зуба – b , визначаємо за формулою, мм:

$$b = k_b * m \quad (2.17)$$

$$b = 6 * 2.5 = 15$$

6. Зовнішній діаметр D_e , визначаємо за формулою, мм:

$$D_e = 2 * R_{cp} + b \quad (2.18)$$

$$D_e = 2 * 112.5 + 15 = 240$$

7. Половина кута профілю, град

$$\alpha = 20$$

8. Площа проекції стику, визначаємо за формулою мм²:

$$F_q = b * h_p * z \tan \alpha \quad (2.19)$$

$$F_q = 15 * 3.5 * 96 * \tan(20) = 5.040 * 10^3$$

2.2 Визначення параметрів приводного електродвигуна

Для забезпечення повороту револьверної головки необхідно розрахувати сили які необхідно прикласти для здійснення оберт[9].

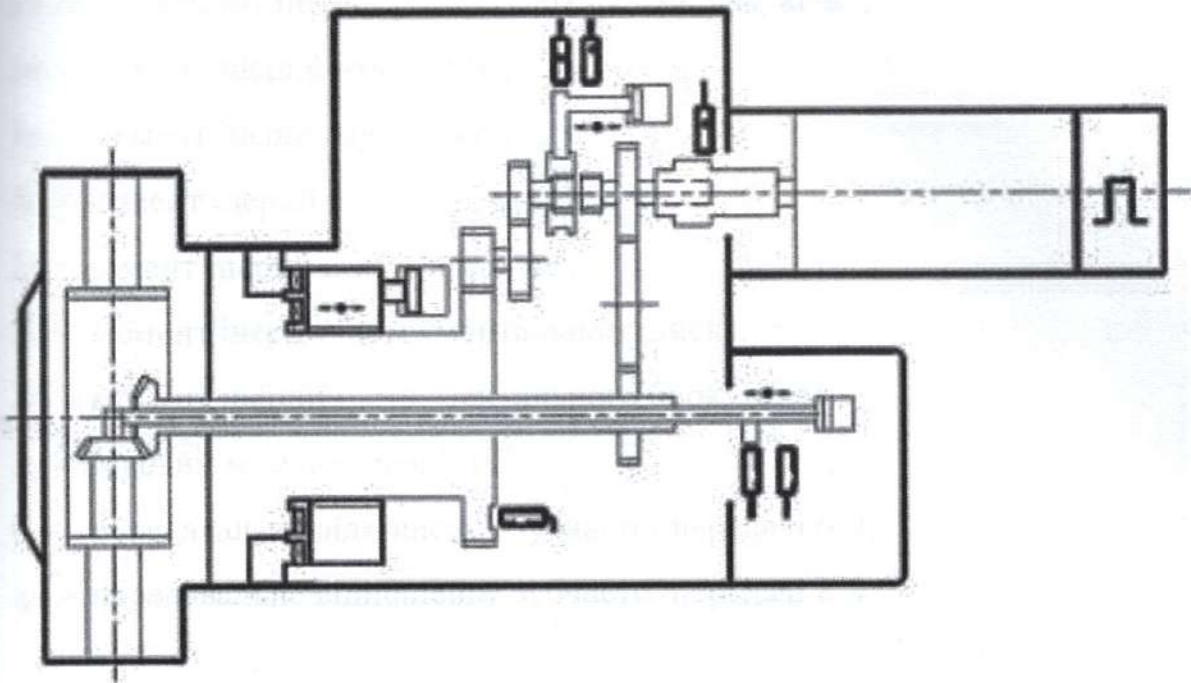


Рисунок 2.19 – Кінематична схема револьверної головки

Цикл роботи приводу повороту інструментального диска включає прискорення за короткий час до визначеної частоти обертання, поворот диска на сталій частоті на потрібний кут і наступне уповільнення до зупинки. Час циклу повороту дуже незначний в порівнянні з часом обробки поверхні деталі інструментом і режим роботи двигуна доцільно обирати повторно-короткочасний S3 з тривалістю вмикання 25%. Тому основними навантаженнями на двигун є інерційні навантаження від рухомих мас в процесі прискорення і гальмування.

Осьовий момент інерції, визначаємо за формулою:

$$Iq = Fq * \frac{Rcp^2}{2} \quad (2.20)$$

$$Iq = 5.04 * 10^3 * \frac{112.5^2}{2} = 3.189 * 10^7$$

Момент інерції елементів приводу револьверної головки, зведений до валу двигуна, визначається за формулою:

$$J_{зв} = J_{rot} + (J_{в1} + J_{з1} + J_{з3} + J_{з4} + J_{ід} + J_{ід} + Iq) \cdot i_{6-7}^2 \cdot i_{8-9}^2 \quad (2.21)$$

де J_{rot} – момент інерції ротора електродвигуна, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

$J_{в1}$ – момент інерції валу, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

J_{z1} – момент інерції муфти, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

J_{z3} – момент інерції шестерні, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

J_z – момент інерції шестерні, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

$J_{д}$ – момент інерції інструментального диска, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

$J_{б}$ – момент інерції інструментального блоку, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

I_q – Осьовий момент інерції РГ;

i_{6-7} – передавальне відношення зубчастої передачі 6-7;

i_{8-9} – передавальне відношення зубчастої передачі 8-9.

Момент інерції ступінчастого валу може бути визначений як сума моментів інерції окремих ступенів.

Динамічний момент на валу двигуна визначається як добуток моменту інерції, зведеного до валу двигуна на прискорення, що повинно розвиватися двигуном

$$M_{дв} = J_{зв} \cdot \varepsilon, \text{Нм} \quad (2.22)$$

де $J_{зв}$ – зведений момент інерції приводу, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

ε – кутове прискорення, $\text{рад}/\text{с}^2$.

Момент інерції валу револьверної головки розраховуємо за формулою

$$J_{в} = \sum \frac{m_i \cdot r_i^2}{2}, \text{кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.23)$$

Маса m_i - ої ділянки валу визначається за формулою

$$m_i = \frac{\pi \cdot d_i^2 \cdot l_i}{4} \cdot \rho, \text{кг} \quad (2.24)$$

де r_i – радіус i - ої ділянки валу, м;

d_i – діаметр i - ої ділянки валу, м;

l_i – довжина i - ої ділянки валу, м;

ρ - густина матеріалу гвинта, Н/м³, для сталі 40X $\rho = 7850$ кг/м³.

Вибір електродвигуна приводу повороту інструментального диску здійснюють за максимальним моментом на валу двигуна:

$$M_{\text{Двиг}} = (J_M + J_G) \frac{2\pi}{60} \frac{\delta n}{\delta t} * i + \left(J_{\text{навант}} \frac{2\pi}{60} \frac{\delta n}{\delta t} + M_{\text{навант}} + M_R \right) \frac{1}{i\eta_G} \quad (2.25)$$

де J_M - момент інерції двигуна;

J_G - момент інерції редуктора;

$J_{\text{навант}}$ - момент інерції навантаження;

n - число обертів під навантаженням;

i - передавальне число редуктора 1/16;

η_G - ккд редуктора;

$M_{\text{навант}}$ - навантажувальний момент;

M_R - момент тертя.

$\rho = 7850$ кг / м³,

Тоді ми можемо використовувати КОМПАС для розрахунку інерції кожної деталі.

Таблиця 2.2 - Момент інерції J

Назва	Маса, кг	Момент інерції, кг·м ²
Вал	1.08	0.0036
Муфта	7.39	0.03779
Шестерня	7.28	0.02993
Шестерня	6.30	0.02625
Револьверний диск	35.40	0.38029
Інструментальний диск	2.01	0.00870
Осьовий момент інерції РГ		3,189

$$J_{\text{зв}} = 0.0048 + (0.0036 + 0.03779 + 0.02993 + 0.02625 + 0.38029 + 0.00870 + 3,189) / 16 = 0,03521 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$$

$$M_{дв} = 0,25 \cdot 0,786 = 0,2 = 20 \text{ Нм}$$

Визначимо мінімальні обороти двигуна.

Мінімальні обороти можна визначити при режимі фрезерування. Візьмемо заготовку із високоміцної сталі 38ХНЗМА.

Глибина фрезерування $t = 10$ мм. Прийmemo подачу $S_z = 0.12$ мм, при діаметрі фрези 20 мм. Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (2.26)$$

де z – число зубів фрези;

V – швидкість різання;

t – глибина різання, мм;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт;

T – період стійкості, хв;

S_z – подача на зуб, мм;

B – ширина фрезерування, мм;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \quad (2.27)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу,

K_{nv} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки,

K_{iv} – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

Тоді: $C_v = 108$, $q = 0.3$, $m = 0.26$, $x = 0.3$, $y = 0.25$, $u = 0$, $p = 0$, $T = 80$ хв, $t = 3,0$ мм, $B = 4$ мм, $z = 2$, $K_{mv} = 0.95$, $K_{nv} = 0.9$, $K_{iv} = 1.0$

$$K_v = 0,95 \times 0,9 \times 1,0 = 0,855$$

$$V = \frac{108 \cdot 8^{0.3}}{80^{0.26} \cdot 3.5^{0.3} \cdot 0.12^{0.25} \cdot 4 \cdot 2} \cdot 0.855 = 9.149 \text{ м/хв}$$

$$n_p = \frac{V}{\pi \cdot d} = \frac{87.149}{3.14 \cdot 0.076} = 1284.45 \text{ хв}^{-1}$$

Визначимо силу різання:

$$p_z = \frac{10 \cdot N \cdot v \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p}{n^w \cdot D^q} \cdot K_{mp} \quad (2.28)$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 108 \cdot 10^{0.3} \cdot 0.12^{0.25} \cdot 4^1 \cdot 2^0}{1284 \cdot 20^{-0.13}} = 443 \text{ Н}$$

Потужність:

$$N_e = \frac{Dz}{1020 \cdot 60} \text{ кВт} \quad (2.29)$$

$$N_e = \frac{443}{1020 \cdot 60} = 1.23 \text{ кВт}$$

Для підрахунку максимальних обертів двигуна обираємо матеріал заготовки Д16Т - алюмінієві сплави.

Діаметр свердла $D = 2$ мм. Подачу S позначимо $0,15$ мм/об.

Швидкість різання розраховується за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot k_v \quad (2.30)$$

де стійкість свердла: $T = 30$ хв;

$C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $y = 0,7$; $q = 0,4$, $k_v = 0,78$.

Швидкість різання:

$$V = \frac{7 \cdot 2^{0.4}}{50^{0.2} \cdot 0.15^{0.7}} \cdot 0.78 = 20.14 \text{ м/хв}$$

Тоді частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 20.14}{3.14 \cdot 2} = 3000 \text{ хв}^{-1}$$

Проектуємо привід обертання осьового інструменту для отримання таких наступних характеристик:

- максимальні оберти двигуна $n_{\max} = 3000$ об/хв
- мінімальні обороти двигуна $n_{\min} = 1284$ об/хв.

Для забезпечення обертання приводу повороту револьверної головки вираємо компактний синхронний двигун Siemens 1FT6:

- номінальна потужність 5 кВт;
- досягається частота обертання при номінальній потужності $n=3770$ хв-1;
- крутний момент $M_{\text{дв}}=70$ Нм.

Технологія цих двигунів відповідає найвищим вимогам що до динамічних характеристик, діапазону налаштування швидкості та точності обертання інструментів[9].

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Оскільки тема магістерської роботи – «Аналіз та вибір конструкції revolverної головки токарного верстата з ЧПУ», передбачає проведення розрахунків та досліджень у приміщенні кафедри, на персональних комп'ютерах (ПК – ПК), тому нижче розглянемо потенційні небезпеки та заходи по їх забезпеченню в період роботи за ПК, роздивимось заходи з виробничої санітарії, гігієни праці, пожежної безпеки та заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях, у відповідності з методичними вказівками до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» [10].

3.1 Аналіз потенційних небезпек

На основі аналізу безпеки під час експлуатації існуючих приладів і обладнання та умов праці персоналу у приміщенні кафедри з ПК, згідно ГОСТ12.0.003-74* «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [11], проведемо аналіз потенційних небезпек, які можуть виникнути в процесі проведення досліджень. Роздивимось нижче наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- фізичні небезпеки які можуть потенційно загрожувати здоров'ю:
 - напруга в електричному колі, при порушених умовах або режимів експлуатації обладнання, може привести до його замикання через тіло людини, і привести до електро травм різного ступеню важкості;
 - розладнання зорових органів, через незадовільні ергономічні характеристики моніторів або через сенсорні перегрузки;
 - іонізуючі та електромагнітні поля, які випромінює ПК може призвести до роздратованості або навіть депресивних станів.

- Хімічні потенційні небезпеки:

Звичні в повсякденному житті матеріали, такі як цемент і азбест, а також природні алмази, здатні згубно впливати на здоров'я людей, що регулярно контактують з ними, призводячи до дистрофічних захворювань верхніх дихальних шляхів.

- Психофізіологічні потенційні небезпеки:

- нераціональне розташування технологічного обладнання та захаращеність робочої при роботі з персональним комп'ютером, можуть викликати нервові перенапруження;

- розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні навантаження, через недотримання змін режимів праці та відпочинку, внаслідок з'явиться зниження працездатності та стомлення або підвищене психофізіологічне навантаження;

- санітарно-гігієнічні потенційні небезпеки:

- незадовільні метеорологічні умови повітряного середовища кафедри, наприклад запиленість приміщення, можуть призвести до алергічних реакцій;

- погано освітлена робоча зона, може призвести до проблем із зором;

- підвищений рівень шуму, через роботу ПК, може призвести до перенапружень і дратівливості.

- Потенційні небезпеки при порушенні правил пожежної безпеки:

- Несправність електрообладнання, може призвести до короткого замикання, і як слідство пожежі.

- Потенційні небезпеки що пов'язані з надзвичайними ситуаціями:

- При виникненні НС, необхідно дотримуватись плану евакуації, не панікувати та інше. В наслідок невідповідності персоналу до НС, можуть виникнути жертви.

3.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для виключення можливого ураження електричним струмом персоналу, організовано:

- проведення навчання з правил електробезпеки, перевірка знань та кваліфікація персоналу на другу або третю групу з електробезпеки, згідно НПАОП 000-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» [12].

- Електроживлення електрообладнання приміщення кафедри з ПК здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц. Відповідно до вимог «Правил улаштування електроустановок» (далі «ПУЕ»), електрообладнання в приміщенні з ПК, характеризується як електроустановки до 1000 В, тому згідно вимог глави 1.7 відповідно до вимог «ПУЕ» [13] величина опору контуру захисного заземлення електрообладнання приміщення з ПК у будь-яку пору року не перевищує – 4 Ом.

Обладнання та організація робочих місць користувачів ПК забезпечують відповідність конструкцій всіх елементів робочого місця та їх взаємного розташування ергономічним вимогам з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності відповідно до директиви ЄС 90/270 ЄЕС [14] та ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» [15] та НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [16].

У кафедрі встановлені монітори, які відповідають безпечним умовам роботи для осіб, що працюють з комп'ютерами:

- символи на екрані чіткі і добре розрізняються;
- зображення позбавлене блимання;
- яскравість та / або контрастність легко регулюються;
- екрани вільні від відблисків і відбиття;

- випромінювання знижені до надзвичайно малих рівнів;
- екрани, можуть легко та вільно повертатися і нахилитися відповідно до потреби працівника.

Режим праці організовано відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» [16].

3.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці для приміщення кафедри 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», МЮУ 06.05.2014 р. За № 472/25249 [17], ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні стандартні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» [15] і НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [18].

Для забезпечення оптимального рівня параметрів повітряного виробничого середовища використовуємо ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [19] та ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [20].

- В проекті передбачено: устрій системи водяного опалення приміщення для забезпечення необхідної температури повітря в холодний період року відповідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [21].

- В приміщеннях, де немає викидів шкідливих речовин у великій кількості, для забезпечення необхідного повітрообміну в теплий період року, передбачено

штукній штучної механічної загально обмінної вентиляції відповідно ДСТУ Б А 3.2-12:2009 «ССБП Системи вентиляційні. Загальні вимоги».

Відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» [24] забезпечена оптимальна освітленість робочої зони. ПК встановлені ближче до вікон. Використовується комбіноване освітлення.

Рівень шуму на робочих місцях організовано згідно до ДСН 3.3.6-037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» [19].

Щоб знизити рівень шуму в приміщенні кафедри передбачено:

- акустична обробка приміщень – зменшення енергії відбитих звукових хвиль шляхом збільшення площі звукопоглинання (розміщення на поверхнях приміщення облицювань, що поглинають звук, розташування в приміщеннях штучних поглиначів звуку).

Під час дослідницької роботи у кафедрі значення характеристик вібрації на робочих місцях не перевищують допустимі відповідно до ДСН 3.3.6-039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації».

Напруженість електромагнітного поля згідно ДСНіП 3.3.6.096-2002 «Державними санітарними нормами і правилами при роботі з джерелами електромагнітних полів» [22], ДСН 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» [23] і ГОСТ 12.1.045-84 «ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» [24] на відстані 0,5 м навколо робочої зони (ПК) по електричній складовій та магнітній складовій, а також величина електростатичного потенціалу не перевищують допустимих значень.

Потужність дози рентгенівського випромінювання згідно ДГН 6.6.1-6.5.001-98 (НРБУ-97) «Норми радіаційної безпеки України» [25], ДГН 6.6.1-6.5.061-2000 (НРБУ-97/Д-2000) «Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення» [26] і ОСПУ-2005 «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» [27] на відстані 5 см від екрану та інших поверхонь ПК не перевищує 100 мкР/год., а інтенсивність ультрафіолетового

випромінювання на відстані 0,3 м від екрану не перевищує в діапазоні довжин 400-320 нм – 2 Вт/м², 320-280 нм – 0,002 Вт/м²; а в діапазоні 280-200 нм – ультрафіолетове випромінювання відсутнє відповідно до ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» [15].

У приміщенні кафедри встановлені безпечні монітори з установленим захистом по методу замкнутого металевго екрана. Цей фізичний принцип реалізується шляхом створення додаткового металевго внутрішнього корпусу, який замикається на вмонтований захисний екран. Через це електричне і електростатичне поле вдається знизити до фонових значень уже на відстані 5-7 см від корпусу, а разом із системою компенсації магнітного поля така конструкція забезпечує безпечну роботу за ПК.

Згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» [15] площа приміщення на одне комп'ютеризоване робоче місце становить 6 м², а об'єм не менше ніж 20 м³.

Покриття підлоги матове з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5. Поверхня підлоги рівна, неслизька, та має антистатичні властивості.

Отже, визначимо що приміщення кафедри відповідає вимогам що до розміщення комп'ютерів, визначимо, яку кількість комп'ютеризованих робочих місць можна обладнати і як їх розташувати відповідно до встановлених норм та правил з охорони праці. Якщо розміри приміщення: довжина $a = 10$ м, ширина $b = 5$ м, висота $h = 4$ м.

Відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» [28] приміщення кафедри розташовано на третьому поверсі виробничого корпусу.

Згідно до НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [29] приміщення відповідає категорії «Д» знижено-пожежо небезпечна.

Бачимо що приміщення повністю відповідає вимогам. Тепер можемо визначити кількість комп'ютерів, оскільки площа кафедри складає 50 м^2 , ми вмістимо 8 робочих місць з ПК.

Об'єм приміщення кафедри становить 200 м^3 , а об'єм, що припадає на одне комп'ютеризоване робоче місце - $V_{\text{р.м.}} = 25 \text{ м}^3$. Отже нормативу задовольняє.

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

- робочі місця з ВДТ розміщені на відстані не менше 1 м від стіни зі слобовими прорізами;
- відстань між бічними поверхнями ВДТ не менше 1,2 м;
- відстань між тильною поверхнею одного ВДТ та екраном іншого не менше 2,5 м;
- прохід між рядами робочих місць не менше 1 м.

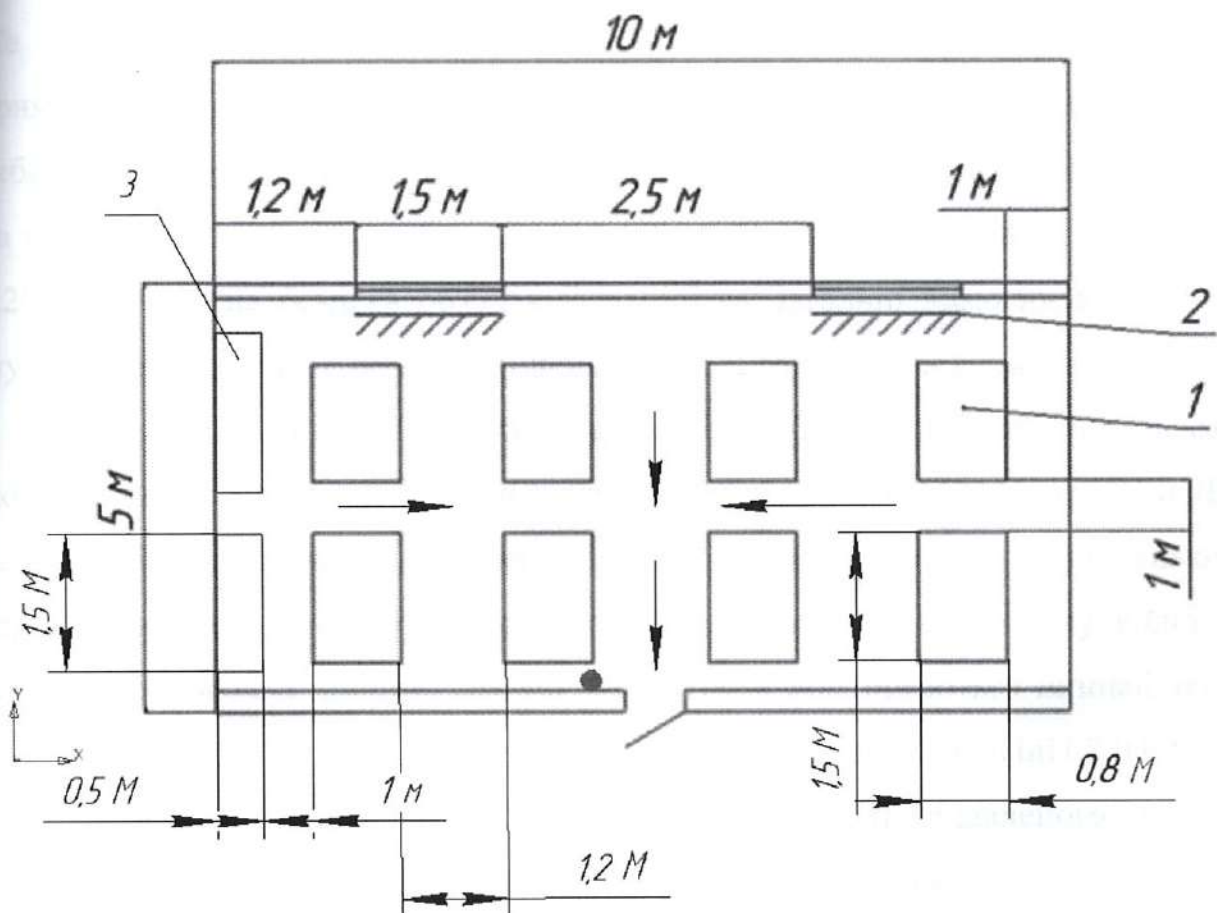


Рисунок 3.20 - План аудиторії: 1 - робоче місце; 2 - сонцезахисні жалюзі

3.4 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

3.4.1 Заходи з пожежної безпеки

В приміщенні кафедри є тверді горючі речовини і матеріали: комп'ютери, монітори, меблі, підлога, стіни, віконні та дверні рами, папір та інше.

Згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, EN 2:2004)» [30] у приміщенні обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа класів – А (пожежа, що супроводжується горінням твердих матеріалів) та «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників» [31] та класу Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В); Робоче приміщення обладнане вибухопожежною і пожежною небезпекою відноситься до приміщень категорії «Д» тому що у даному приміщенні містяться матеріали здатні при взаємодії з киснем повітря тільки горіти.

Та відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [32], оскільки приміщення кафедри обладнане ПК то воно належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки, тому відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості, бо в приміщенні є тверді горючі речовини і матеріали.

У разі виникнення пожежі у приміщенні (кафедри, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи, по обидві сторони приміщення, з одного боку вікно (на пожежні сходи), а з іншого – вхідні двері. Двері відкриваються назовні згідно нормативу, висота виходу 2,2, а ширина 1,2 м. Згідно п. 2.29 СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания» [33], відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту» [34], в приміщенні обладнаному ПК з ВДТ встановлена система пожежної й охоронної

сигналізації «Сигнал-ВК6». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика.

Обладнання, силові та освітленні мережі приміщення кафедри обладнаного ПК відповідають вимогам пожежної безпеки, оскільки виконані відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» [34], та мають ступінь захисту ізоляції обладнання IP44 яка відповідає класу пожежанебезпечної зони П-Па до якої належить приміщення.

З технічних та організаційних заходів запобігання пожеж в приміщенні кафедри обладнаному ПК передбачені наступні протипожежні заходи. На силовому обладнанні, силових та освітлювальних колах, згідно вимог пункту 3.1 «ПУЕ», встановлені захисні пристрої, що вимикають джерело живлення від ділянки електричного кола, у якій виникло коротке замикання.

Оскільки приміщення що обладнане ПК з ВДТ має площу 50 м², тому згідно вимогам розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників» [37], «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», зареєстрованих в МЮ України 23.02.2018 р. за № 225/31677 [36] для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 3 штук (з розрахунку один вогнегасник с величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення). Даний вогнегасник (ВВК-3,5) призначений для охолодження поверхні і розсіювання газу рідкої двоокисом вуглецю це так званий щадний вогнегасник, тому що завдяки дії діоксиду вуглецю, матеріальні цінності практично не руйнуються, на них не залишається слідів гасіння. Через те що вуглекислота, не залишає слідів, вуглекислотні вогнегасники рекомендується використовувати в тих випадках, коли використання вогнегасників з іншими вогнегасними складами може заподіяти додатковий збиток. Займання припиняється після охолодження області горіння.

На кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення кафедри з ПК, передбачене два переносних порошкових вогнегасника – ВП-5.

Рекомендуються для гасіння електроустановок з напругою до 1000В. Порошковими вогнегасниками рекомендується обладнати легкові та вантажні автомобілі, сільськогосподарську техніку, протипожежні щити на хімічних об'єктах, в гаражах, майстернях, офісах, готелях і квартирах. Обладає компактними розмірами і може бути зручно розміщений у будь-якому місці приміщення, також його можна прикріпити на стіну за допомогою додаткового кріплення, яке Ви можете додатково придбати в нашій компанії. Вимагає перезарядки з періодичністю не менше одного разу на два роки. Порошкові вогнегасники, які встановлені на дорожньо-транспортних засобах або які зазнали під час експлуатації дію несприятливих кліматичних і (або) механічних факторів, повинні перезаряджатися не менше одного разу на рік. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

Згідно вимог НПАОП 0.00-7.11-12 «Про затвердження Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників» [38] створені здорові і безпечні умови праці. А також передбачені для приміщення кафедри з ПК заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки забезпечують безпечні та комфортні умови праці персоналу.

Евакуація-організоване виведення чи вивезення із зони надзвичайної ситуації або зони можливого ураження населення, якщо виникає загроза його життю або здоров'ю, а також матеріальних і культурних цінностей, якщо виникає загроза їх пошкодження або знищення.

Кожен працівник, який виявив пожежу або її ознаки (задимлення, запах горіння або тління різних матеріалів, підвищення температури в приміщенні тощо), зобов'язаний:

- негайно повідомити про це за телефоном 101 до пожежної частини (при цьому слід чітко назвати адресу об'єкта, місце виникнення пожежі, а також свою посаду та прізвище);

- задіяти систему оповіщення людей про пожежу, розпочати евакуацію людей з будівлі до безпечного місця згідно з планом евакуації, залучити до цього інших осіб;

- повідомити про пожежу керівника установи, або особу, що його заміщає;
- організувати зустріч пожежних підрозділів, вжити заходів до гасіння пожежі наявними в установі засобами пожежогасіння.

Дії при пожежі:

1. Відключити електромережу.
2. У разі виникнення пожежі передбачений вимушений рух людей за напрямками, які зазначені в плані евакуації.

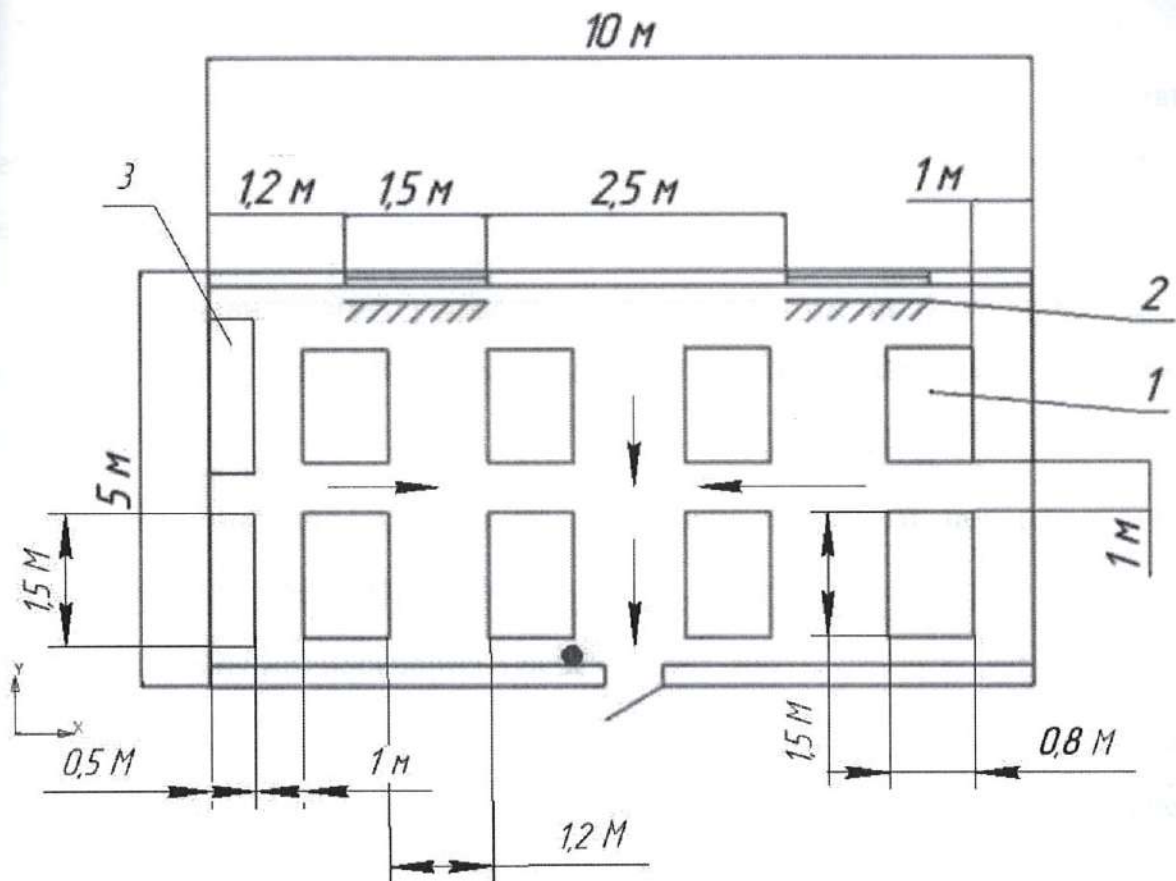


Рисунок 3.21 - план евакуації: 1 - робоче місце; 2 - сонцезахисні жалюзі, 3 - шафи

3.4.2 Захисні споруди цивільного захисту

Проведення аварійно-рятувальних робіт та інших невідкладних робіт здійснюється відповідно до статті 32 Кодексу Цивільного захисту в Україні [39]. Ці роботи, спрямовані на пошук, рятування і захист населення, уникнення

руйнувань і матеріальних збитків, локалізацію зони впливу небезпечних чинників, ліквідацію чинників, що унеможливають проведення таких робіт або загрожують життю рятувальників.

Для безпосереднього захисту населення від впливу факторів, що вражають, джерела НС виконуються аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи.

Аварійно-рятувальні роботи в осередках ураження включають:

- розвідку маршрутів руху та ділянок робіт;
- локалізацію та гасіння пожеж на маршрутах руху та ділянках робіт;
- придушення або доведення до мінімально можливого рівня шкідливих і небезпечних факторів, що виникли внаслідок надзвичайної ситуації, що перешкоджають веденню рятувальних робіт;
- пошук та вилучення уражених з пошкоджених та палаючих будівель, газуваних, затоплених та задимлених приміщень, із завалів та блокованих приміщень;
- надання першої медичної та лікарської допомоги постраждалим та евакуацію їх до лікувальних закладів;
- вивіз (виведення) населення з небезпечних зон;
- санітарну обробку людей, ветеринарну обробку тварин, дезактивацію, дезінфекцію та дегазацію техніки, засобів захисту та одягу, знезараження території та споруд, продовольства, води, продовольчої сировини та інше.

Аварійно-рятувальні роботи проводяться в максимально стислий термін, що спричинено необхідністю надання своєчасної медичної допомоги ураженим, а також тим, що обсяги руйнувань та втрат можуть зростати внаслідок впливу вторинних вражаючих факторів (пожеж, вибухів, затоплень тощо). З метою створення умов для проведення аварійно-рятувальних робіт, запобігання подальшим руйнуванням та втратам, що викликаються вторинними вражаючими факторами, а також забезпечення життєдіяльності об'єктів економіки та постраждалого населення проводяться невідкладні роботи, які включають:

- прокладання колонних шляхів та влаштування проходів у завалах та зонах забруднення (забруднення);
- локалізацію аварій на газових, енергетичних, водопровідних, каналізаційних, теплових та технологічних мережах з метою створення безпечних умов для проведення рятувальних робіт;
- зміцнення або обвалення конструкцій будівель та споруд, що загрожують обвалом або перешкоджають безпечному проведенню рятувальних робіт;
- ремонт та відновлення пошкоджених та зруйнованих ліній зв'язку та комунально-енергетичних мереж з метою забезпечення рятувальних робіт;
- виявлення, знешкодження і знищення боєприпасів, що не вибухнули, у звичайному спорядженні та інших вибухонебезпечних предметів;
- ремонт та відновлення пошкоджених захисних споруд, для укриття від можливих повторних вражаючих впливів;
- санітарне очищення території у зоні надзвичайної ситуації;
- першочергове життєзабезпечення постраждалого населення.

У ході аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт організується та проводиться їхнє всебічне забезпечення.

До основних видів забезпечення відносяться:

- розвідка;
- радіаційний та хімічний захист;
- інженерне, протипожежне, дорожнє, гідрометеорологічне, технічне, метеорологічне, матеріальне та медичне забезпечення;
- комендантська служба та охорона громадського порядку.

Залежно від фізичної природи вражаючих факторів, характеру надзвичайної ситуації та її масштабу деякі види забезпечення можуть стати такими, що не забезпечують, а основними заходами АСДНР. Так, наприклад, розвідка у більшості видів надзвичайних ситуацій є складовою АСДНР, інженерні заходи

Важливе місце у складі цих робіт при масштабних руйнуваннях, великих площах забруднень тощо. При радіаційних та хімічних аваріях заходи радіаційного та хімічного захисту становлять важливу частину ліквідаційних заходів, а при пожежах цю роль виконують протипожежні заходи. У разі значних санітарних втрат найважливішою складовою аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт є заходи медичного захисту.

Водночас деяким заходам завжди притаманний тільки такий:

- технічне забезпечення організується з метою підтримки у робочому стані всіх видів транспорту, інженерної та іншої спеціальної техніки, що використовується для ліквідації надзвичайної ситуації;

- дорожнє забезпечення спрямовано створення умов для безперешкодного маневру силами та засобами, евакуації, своєчасного підвезення необхідних матеріально-технічних ресурсів шляхом підтримання доріг та дорожніх споруд у проїжджому стані, будівництва нових доріг, обладнання колонних колій та переправ, технічного прикриття перевезень;

- гідрометеорологічне забезпечення організується з метою всебічної оцінки елементів погоди, своєчасного виявлення небезпечних метеорологічних та гідрометеорологічних явищ та процесів, проведення заходів щодо захисту населення;

- метеорологічне забезпечення спрямовано підтримку в готовності техніки, апаратури, приладів.

Проведення аварійно-рятувальних робіт у зонах надзвичайних ситуацій умовно поділяється на три етапи:

- Початковий етап - проведення екстрених заходів щодо захисту населення, порятунку постраждалих місцевими силами та підготовки угруповань сил та засобів до проведення робіт;

- I етап – проведення АСДНР;

- II етап – завершення АСДНР, поступова передача функцій управління місцевим адміністраціям, виведення угруповань сил, проведення заходів щодо першочергового життєзабезпечення населення.

Ешелонування АСДНР має забезпечувати своєчасне виконання всього переліку аварійно-рятувальних робіт у можливий короткий термін (1-3 доби).

Для вирішення раптових завдань і нарощування зусиль на основних напрямках виконання АСДНР у групуванні сил передбачається резерв сил і засобів.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі розглянуто підвищення продуктивності та технологічних можливостей токарного верстата ЧПУ з максимальним діаметром обробки $D = 320$ мм за допомогою проведення аналізу та вибору оптимальної конструкції револьверної головки для обробки деталей типу тіл обертання складної форми з виконанням операцій фрезерування, свердління на торці і периферії.

Проведено аналіз конструкцій револьверних головок токарних верстатів з ЧПУ з погляду приводу повороту інструментального диску і інструмента.

Розглянуто конструкції різноманітних револьверних головок. Для розробки конструкції обрано оптимальну конструкцію револьверної головки з одним електродвигуном фірми Diplomatik.

Зроблено розрахунок навантажень, що визначають вибір типу електродвигуна. Виконано розрахунок характеристик електродвигуна його потужність та крутний момент. Розраховано параметри елементів приводу револьверної головки.

Розроблено конструкцію револьверної головки за аналогом.

Розроблена конструкція револьверної головки підходить для виконання складних операцій на токарному верстаті з ЧПУ. В порівнянні з іншими конструкціями розроблена конструкція має такі переваги: наявність одного електродвигуна, невеликі габарити, швидка зміна інструменту, простіша в обслуговуванні.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизація випробувань і дослідження металорізальних верстатів з ЧПУ. / Бібліотека верстатника, випуск 7 /, 1988 р.
2. Бушуев В.В. Основы конструирования станков. - М.: Станкин, 1992 - 520с.
3. Балакшин Б.С. Теорія і практика технології машинобудування. Книга 1., М.: Машинобудування, 1992, 240 с.
4. Богуславский Б.Л. Токарные полуавтоматы, автоматы и автоматические линии, 1961
5. Інтернет ресурс. Режим доступу: <https://www.baruffaldi.it/>
6. Інтернет ресурс. Режим доступу: <https://www.diplomatic.com/>
7. Справочник технолога - машиностроителя. Под ред. Р.И. Косиловой и К.С. Мещерякова в 2-х томах: Т.2, М: «Машиностроение», 1986г.
8. “Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического норматирования работ на металлорежущих станках”, Часть 1. М., Машиностроение, 1974.
9. Кочергин А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов.Мн.: Выш. шк., 1991.382 с.: ил.
10. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» у магістерських роботах студентів / Укл. : В.І. Шмирко – Запоріжжя: Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 32 с.
11. ГОСТ12.0.003-74* «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [електронний ресурс] – режим доступу: <https://docs.cntd.ru/document/5200224>.
12. Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці [Електронний ресурс] : НПАОП 0.00-4.12-05. – На заміну ДНАОП 0.00-4.12-99, ДНАОП 0.00- 8.01-93 ; чинний від 2005-02-26. – К. :

Держнагляд охорони праці України, 2005. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05>. – (Нормативно-правовий акт охорони праці) «Правила улаштування електроустановок» (ПУЕ) Наказ від 21.07.2017 № 476 Про затвердження Правил улаштування електроустановок [електронний ресурс] – режим доступу: nline.budstandart.com/ua/catalog/

13. Імплементативна Директива Ради 90/270/ЄЕС від 29 травня 1990 року про мінімальні вимоги безпеки та здоров'я при роботі з екранними пристроями (п'ята рамкова Директива в значенні частини першої статті 16 Директиви 89/391/ЄЕС) (Офіційний вісник ЄС L 156, 21.06.1990, с. 14). Режим доступу: <https://dsp.gov.ua/978/>

14. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин [Електронний ресурс] : ДСанПіН 3.3.2.007-98. – Чинний від 1998-12-10. – К. : МОЗ України, 1998. – URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. – (Державні санітарні правила та норми).

15. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями [Електронний ресурс] : НПАОП 0.00-7.15-18. – На заміну НПАОП 0.00-1.28-10 / МЮУ 25.04.2018 р. за № 508/31960 <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18/conv>.

16. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮУ 06.05.2014 р. За № 472/25249 [електронний ресурс] – режим доступу: Про затвердження Державних саніт... | від 08.04.2014 № 248 (rada.gov.ua)

17. ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [електронний ресурс] – режим доступу: <https://zakon.isu.net.ua>

18. ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны» та ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [електронний ресурс] – режим доступу: <https://zakon.isu.net.ua>

19. Опалення, вентиляція та кондиціонування [Текст] : ДБН В.2.5-67:2013. – На заміну СНиП 2.04.05-91 ; крім розділу 5 та додатка 22. ; чинний від 2014-01-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2013. – 149 с. – (Державні будівельні норми України)
20. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» [електронний ресурс] – режим доступу: <https://zakon.isu.net.ua> Природне і штучне освітлення. [Текст] : ДБН В.2.5-28-2018. – На заміну ДБН В.2.5-28-2006 ; чинний з 2019-03-01. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 133 с. – (Державні будівельні норми України)
21. ГОСТ 14254-96. Ступені захисту, що забезпечуються оболонками на заміну ГОСТ 14254-80 [електронний ресурс] — режим доступу: ГОСТ 14254-96. Ступені захисту, що забезпечуються оболонками (budstandart.com)
22. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку, [Електронний ресурс] : ДСН 3.3.6.037-99. – Чинний від 1999-12-01. – К. : МОЗ України, 1999.– URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99>. – (Державні санітарні норми)
23. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації, [Електронний ресурс] : ДСН 3.3.6.039-99. – Чинний від 1999- 12-01. – К. : МОЗ України, 1999. – URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>. – (Державні санітарні норми)
24. ДСНіП 3.3.6.096-2002 «Державними санітарними нормами і правилами при роботі з джерелами електромагнітних полів» [електронний ресурс] – режим доступу ДСанПіН 3.3.6.096-2002. ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів (40943) (dnaop.com)
25. ДСН 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» [електронний ресурс] – режим доступу ДСН 239-96 Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. (dbn.co.ua)

26. ГОСТ 12.1.045-84 «ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» [електронний ресурс] – режим доступу ГОСТ 12.1.045-84, ГОСТ 12.1.045-84 (gostexpert.ru)

27. ДГН 6.6.1-6.5.001-98 (НРБУ-97) «Норми радіаційної безпеки України» [електронний ресурс] – режим доступу Про введення в дію Державних гігі... | від 01.12.1997 № 62 (rada.gov.ua)

28. ДГН 6.6.1-6.5.061- 2000 (НРБУ-97/Д-2000) «Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення» [електронний ресурс] – режим доступу Про введення в дію Державних гігі... | від 01.12.1997 № 62 (rada.gov.ua)

29. ОСПУ-2005 «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» [електронний ресурс] – режим доступу Про затвердження державних саніта... | від 02.02.2005 № 54 (rada.gov.ua)

30. НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» [електронний ресурс] – режим доступу НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охраны труда при эксплуатации ..., - СОТ Запорожье (sop.zp.ua)

31. НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [електронний ресурс] – режим доступу 1759__1.1-36_2016_.pdf (dbn.co.ua)

32. ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» [електронний ресурс] – режим доступу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dbn_v.2.5-56_2014_-_zmina_1.pdf

33. «Правила експлуатації та типових норм належності вогнегасників» [електронний ресурс] – режим доступу: Про затвердження Правил експлуата... | від 15.01.2018 № 25 (rada.gov.ua)

34. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [електронний ресурс] – режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759/

35. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Текст] : ДБН В.1.1-7:2016. – На заміну ДБН В.1.1.7-2002 ; чинний від 2017-06-01. – К. : Мінрегіон України, 2017. – 47 с. – (Державні будівельні норми)

36. Системи протипожежного захисту [Текст] : ДБН В.2.5- 56:2014. – На заміну ДБН В.2.5-56:2010 ; СНиП 2.04.05-91 (розділи 5 та 22) ; чинний від 2015-07-01. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 191 с. – (Державні будівельні норми);

37. НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» [електронний ресурс] – режим доступу: Про затвердження "Правил будови ... | від 21.06.2001 № 272 (rada.gov.ua)

38. НПАОП 0.00-7.11-12 «Про затвердження Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників» [електронний ресурс] – режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/>

39. Кодекс Цивільного захисту в Україні [електронний ресурс] – режим доступу: Кодекс цивільного захисту Ук... | від 02.10.2012 № 5403-VI (rada.gov.ua).