

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Технологія машинобудування, верстати та інструменти
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проєкту)

другий (магістерський)
(освітній рівень)

на тему **«Проектування та вибір систем електроустаткування
верстатів з числовим програмним устаткуванням»**

Виконав: студент II курсу, групи **ВІ.М-01**
напряму підготовки (спеціальності)

133 Галузеве машинобудування

Металорізальні верстати та системи

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Сидоров Ю. Є.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Некрасов С. С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Суми – 2021 року

ЗМІСТ

1	ПРИНЦИПИ ПРОГРАМНОГО УПРАВЛІННЯ ВЕРСТАТАМИ. ОГЛЯД СЧПК.....	2
1.1	Принцип програмного керування	4
1.2	Апаратне та програмне забезпечення, СРЧ (Системи реального часу) 16	
1.2.1	Апаратне забезпечення.....	16
1.2.3	Системи реального часу	18
1.3	G, M, CAD/CAM-системи.....	21
1.3.1	CAD/CAM-системи	22
2	СИСТЕМА ЧПК ТА ЕЛЕКТРОПРИВІД ВЕРСТАТА.....	31
2.1	Загальна інформація про верстат	31
2.2	Технічні характеристики ЧПК HAAS	36
2.3	Вибір електроустаткування	38
2.4	Розрахунок кульково-гвинтової передачі	47
	Висновок до розділу 2	52
3	ПРОГРАМУВАННЯ ТА ОБРОБКА ДЕТАЛІ	54
3.1	EDGECAM.....	54
3.2	Написання програми для обробки деталі.....	55
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	60
4.1	Аналіз небезпечних та шкідливих факторів приміщення	60
4.1.1	Аналіз стану охорони праці в обраному приміщенні.....	60
4.1.2	Стан мікроклімату в приміщенні комп'ютерного класу.....	63
4.2	Інженерне рішення щодо забезпечення необхідних умов праці	67
4.3	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	71
4.4	Висновок до розділу 4.....	73
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	74

РЕФЕРАТ

Записка: 75 с., 31 рис., 2 табл., 21 джерело посилань.

Актуальність теми. Верстат токарний моделі HAAS TL-1 набув широкого поширення серед виробництв, працюючих в умовах серійного та дрібносерійного виробництв, та використовується для токарної обробки деталей різних конфігурацій та вимог до точності. Сьогодні в Україні суб'єкти малого бізнесу складають суттєвий сектор економіки, тому вдосконалення електричної схеми верстата HAAS TL-1 можна вважати актуальним завданням.

Мета дослідження. Метою дослідження є підвищення швидкості холостого руху токарного верстату HAAS TL-1 шляхом вдосконалення електричної схеми.

Об'єкт дослідження – розрахунок ресурсу ходового гвинта верстату з урахуванням швидкостей руху.

Предмет дослідження – ходовий гвинт повздовжньої подачі токарного верстату HAAS TL-1.

Наукова новизна: в результаті досліджень виконаний статичний та динамічний аналіз пропонованої конструкції механізму повздовжньої подачі токарного верстату з ЧПК HAAS TL-1. Проведений розрахунок дозволив визначити, що можливо збільшити швидкість холостого ходу повздовжньої подачі.

ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ, ШВИДКІСТЬ ХОЛОСТОГО ХОДУ, ТОКАРНА ОБРОБКА, ХОДОВИЙ ГВИНТ, ПОВЗДОВЖНЯ ПОДАЧА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О. Іванов

«___» _____ 20__ р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИБІР СИСТЕМ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ
ВЕРСТАТІВ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ**

Кваліфікаційна робота магістра

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування (Металорізальні верстати та системи)

Студент

Ю. Є. Сидоров

Керівник

С. С. Некрасов

Нормоконтроль

Суми – 2021

1 ПРИНЦИПИ ПРОГРАМНОГО УПРАВЛІННЯ ВЕРСТАТАМИ. ОГЛЯД СЧПК

1.1 Принцип програмного керування

Система автоматичного управління (САУ) є комплексом пристроїв і засобів зв'язку, що забезпечують точну та узгоджену в часі взаємодію робочих та допоміжних виконавчих механізмів верстата відповідно до програми управління, розробленої на основі прийнятого технологічного процесу обробки. Програма управління – це послідовність команд, які забезпечують задане функціонування робочих органів верстата. Елемент чи комплекс елементів, що несуть у собі програму управління, називається програмоносієм.

Класифікація систем автоматичного управління та їх порівняльний аналіз наведено у посібнику для самостійної роботи студентів. Там же розглянуті системи керування з РВ (з розподільчим валом), циклового програмного управління та стежучі копіювальні системи.

Розвиток електроніки та обчислювальної техніки, впровадження у виробництво ЕОМ призвело до розробки та широкого застосування у верстатобудуванні систем числового програмного управління (ЧПК) металорізальними верстатами, а також іншим технологічним обладнанням.

Числовим програмним управлінням називають управління за програмою, заданою в алфавітно-цифровому коді і представляє послідовність команд, записану певною мовою і забезпечує задане функціонування робочих органів верстата.

Принципова відмінність систем ЧПК від раніше розроблених САУ полягає у способі розрахунку та завдання програми управління та її передачі для керування робочими органами верстата.

У звичайних САУ програма управління втілюється у фізичні аналоги – кулачки, копії, упори та інші засоби, що є програмоносіями. Цей спосіб

завдання програми управління має два основних недоліків. Перший викликаний тим, що інформація креслення деталі із цифрової (дискретної) перетворюється на аналогову (у вигляді кривих кулачка, копіра). Це призводить до похибок, що вносяться при виготовленні кулачків, копіїв, розміщення шляхових упорів на лінійках, а також при зносі цих програмоносіїв у процесі експлуатації. Другим недоліком є необхідність виготовлення даних програмоносіїв з подальшим трудомістким налагодженням на верстаті. Це призводить до великих витрат коштів та часу і робить у більшості випадків неефективним застосування звичайних САУ для автоматизації серійного та особливо дрібносерійного виробництва.

У системах ЧПК на всьому шляху підготовки програми управління аж до її передачі робочим органам верстата ми маємо справу лише з інформацією у цифровій (дискретній) формі, отриманій безпосередньо з креслення деталі. Траєкторія руху різального інструменту щодо оброблюваної заготовки в верстатах з ЧПК представляється у вигляді ряду його послідовних положень, кожне з яких визначається числом. Вся інформація програми управління (розмірна, технологічна та допоміжна), необхідна для керування обробкою деталі, представлена в текстовій або табличній формі за допомогою символів (цифр, букв, умовних знаків), кодується (код ISO-7bit) та вводиться в пам'ять системи управління від ЕОМ або безпосередньо за допомогою клавіш на пульті управління. Пристрій ЧПК перетворює цю інформацію на керуючі команди для виконавчих механізмів верстата та контролює їх виконання.

Тому у верстатах з ЧПК стало можливим отримувати складні рухи його робочих органів не за рахунок кінематичних зв'язків, а завдяки управлінню незалежними координатними переміщеннями цих робочих органів за програмою, заданою у числовому вигляді. Якісно новим у верстатах з ЧПК є можливість збільшення числа одночасно керованих координат, у результаті стало можливим застосувати принципово нові компоновання верстатів з отриманням широких технологічних можливостей під час автоматичного управління. Загальну збільшену структурну схему системи ЧПК показано на

рис. 1. Вона включає такі основні елементи: будову ЧПК; приводи подач робочих органів верстата та датчики зворотного зв'язку (ДВЗ), встановлені за кожною керованою координатою. Пристрій ЧПК призначений для видачі впливів керуючих робочим органам верстата відповідно до програми управління, що вводиться в блок введення і зчитування інформації. Програма управління зчитується послідовно в межах одного кадру із запам'ятовуванням у блоці пам'яті, звідки вона подається до блоків технологічних команд, інтерполяції та швидкостей подач.

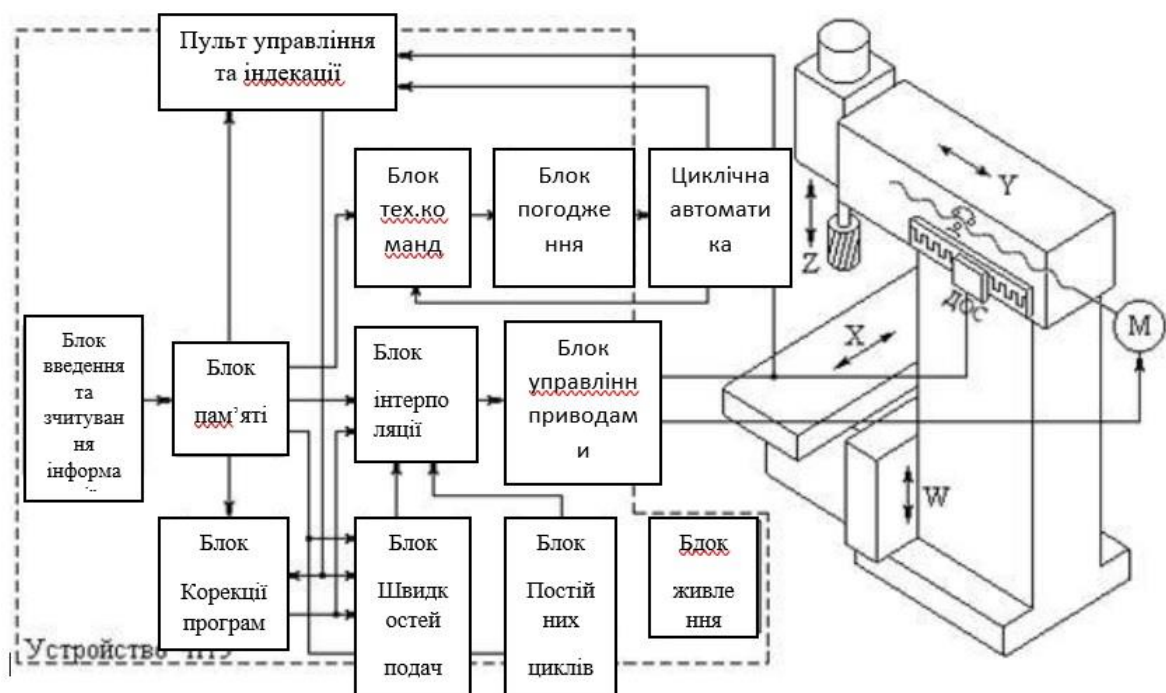


Рисунок 1.1 – Структурна схема системи ЧПК

Блок технологічних команд служить для управління цикловою автоматикою верстата, що складається в основному з виконавчих елементів типу пускачів, електромагнітних муфт, соленоїдів, кінцевих та колійних вимикачів, реле тиску і т.д., що забезпечують виконання різних технологічних команд (зміни інструменту, перемикання частот обертання шпинделя та ін), а також різних блокувань під час роботи верстата.

Блок інтерполяції – спеціалізований обчислювальний пристрій (інтерполятор) – формує часткову траєкторію руху інструменту між двома чи більше заданими у програмі керування точками. Вихідна інформація з цього

блоку, що надходить в блок управління приводами подач, зазвичай представлена як послідовності імпульсів для кожної координати, частота яких визначає швидкість подачі, а число – величину переміщення. Задана швидкість подачі вздовж оброблюваного контуру деталі, а також процеси розгону та гальмування забезпечуються блоком швидкостей подач. Блок корекції програми служить для зміни запрограмованих параметрів обробки: швидкості подачі та розмірів інструменту (довжини та діаметра). Введення корекції здійснюється з пульта управління та індикації, який служить для зв'язку оператора із системою ЧПК. Блок постійних циклів дозволяє спростити процес програмування при обробці елементів деталі, що повторюються, наприклад, при свердлінні і розточуванні отворів, нарізанні різьби та ін.

Привід подач робочих органів складається з приводного двигуна, систем його керування та кінематичних ланок. Точність переміщення робочих органів верстата з ЧПК залежить від схеми управління приводами подач, що застосовується: розімкнутої (без системи вимірювання дійсних переміщень керованого робочого органу) або замкнутої (із системою вимірювання). У другому випадку контроль точності відпрацювання керуючих сигналів за кожною керованою координатою верстата здійснюється датчиком зворотного зв'язку (ДВШ). Точність даного контролю багато в чому визначається типом, конструкцією та місцем встановлення датчиків на верстаті.

Системи ЧПК можна класифікувати за різними ознаками.

1) Виходячи з технологічних завдань управління обробкою всі системи ЧПК ділять на три групи: позиційні, контурні та комбіновані.

Позиційні системи ЧПК забезпечують управління переміщеннями робочих органів верстата відповідно до команд, що визначають позиції, задані програмою управління. При цьому переміщення вздовж різних осей координат можуть виконуватись одночасно (при заданій постійній швидкості) або послідовно. Даними системами оснащують в основному свердлильні та розточувальні верстати для обробки деталей типу плит, фланців, кришок та ін.,

яких проводиться свердління, зенкерування, розточування отворів, нарізування різьблення та ін.

Контурні системи ЧПК забезпечують управління переміщеннями робочих органів верстата по траєкторії та з контурною швидкістю, заданими програмою управління. Контурною швидкістю є результуюча швидкість подачі робочого органу верстата, напрямок якої збігається з напрямком дотичної в кожній точці заданого контуру обробки. Контурні системи ЧПК на відміну від позиційних забезпечують безперервне керування переміщеннями інструменту або заготівлі по чергово або відразу за декількома координатами, внаслідок чого може забезпечуватися обробка дуже складних деталей (з керуванням одночасно більш ніж двома координатами). Контурними системами ЧПК оснащені в основному токарні та фрезерні верстати.

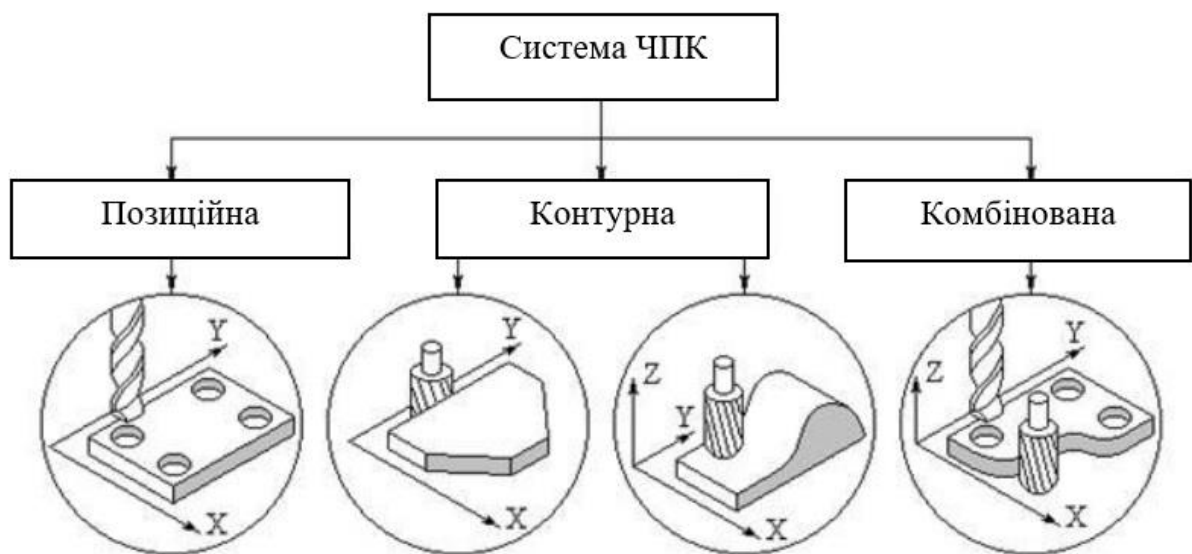


Рисунок 1.2 – Класифікація систем ЧПК

Комбіновані системи ЧПК, що поєднують функції позиційних та контурних систем ЧПК, є найбільш складними, але й більш універсальними. У зв'язку з ускладненням верстатів з ЧПК (особливо багатоопераційних), розширенням їх технологічних можливостей та підвищенням ступеня автоматизації застосування комбінованих систем ЧПК значно розширюється.

2) За наявності зворотного зв'язку всі системи ЧПК ділять на дві групи: розімкнуті та замкнуті.

Розімкнуті системи ЧПК будуються на основі силових або несилових крокових двигунів (КД). В останньому випадку КД застосовується зазвичай у комплекті з гідروпідсилювачем (ГП). Хоча ці системи є найпростішими, у них через відсутність контролю дійсного положення робочого органу верстата, на точність переміщення впливатимуть похибки крокового електродвигуна, гідропідсилювача та передавальних механізмів приводу подач (зубчастої передачі, пари гвинт – гайка та ін.).

При повороті ротора КД на певний кут гвинтова частина розподільника 1 вивертається з нерухомої в цей момент гайки 2, переміщуючи розподільник, наприклад, вліво. При цьому масло надходить у порожнину гідродвигуна 3, який через зубчасту передачу 4 обертає ходовий гвинт 5 приводу робочого органу 6. При повороті ротора гідродвигуна повертається гайка 2 (при нерухомій гвинтовій частині розподільника) і повертає розподільник назад до початкового положення до моменту перекриття в ньому щілин. Останнє відбудеться при повороті ротора гідродвигуна на такий самий кут, на який повернувся розподільник від КД.

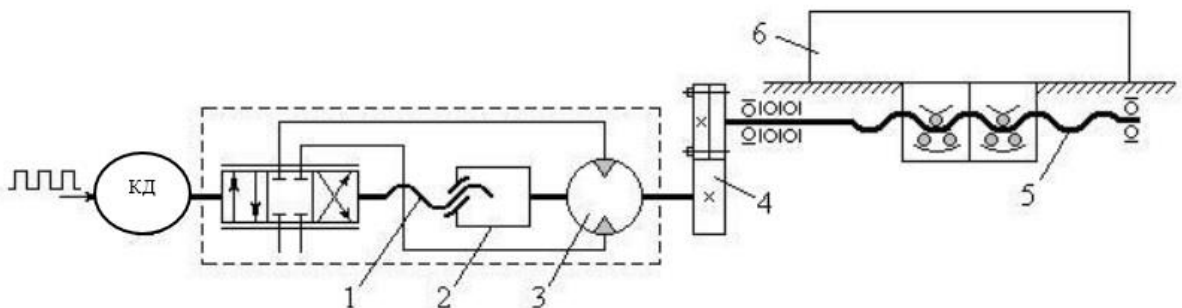


Рисунок 1.3 – Схема роботи КД із гідропідсилювачем

При повороті ротора КД в інший бік розподільник переміщається вже вправо і відкриває канали для проходу олії під тиском в іншу порожнину

гідродвигуна, обертаючи його в інший бік. Системами ЧПК розімкнутого типу оснащена значна частина верстатів із ЧПК.

В основі роботи замкнутих систем ЧПК лежить принцип стежачих систем управління. В якості приводного двигуна М у цих системах найчастіше використовують електродвигуни постійного струму.

Замкнуті системи ЧПК можуть бути: 1) із зворотним зв'язком щодо положення робочих органів верстата; 2) зі зворотним зв'язком щодо положення робочих органів верстата та з компенсацією похибок верстата; 3) самопристосовні (адаптивні).

Замкнуті системи ЧПК першої підгрупи може бути трьох типів. У замкнутих системах ЧПК першого типу проводиться непрямий вимір розташування робочого органу з допомогою кругового ДВШ, встановленого на ходовому гвинті. Ця схема досить проста і зручна з точки зору встановлення ДВШ. Габаритні розміри датчика не залежать від величини вимірюваного переміщення. При застосуванні кругових ДВШ, що встановлюються на ходовому гвинті, високі вимоги пред'являються до точності характеристик передачі гвинт-гайка (точність виготовлення, жорсткість, відсутність зазорів), яка в цьому випадку не охоплюється зворотним зв'язком.

Застосування в приводах подач верстатів з ЧПК точно виготовлених гвинтово-кулькових пар і створення в них попереднього натягу для усунення зазорів і збільшення жорсткості дозволяють широко застосовувати замкнуті системи ЧПК першого типу для отримання високої точності переміщень робочих органів.

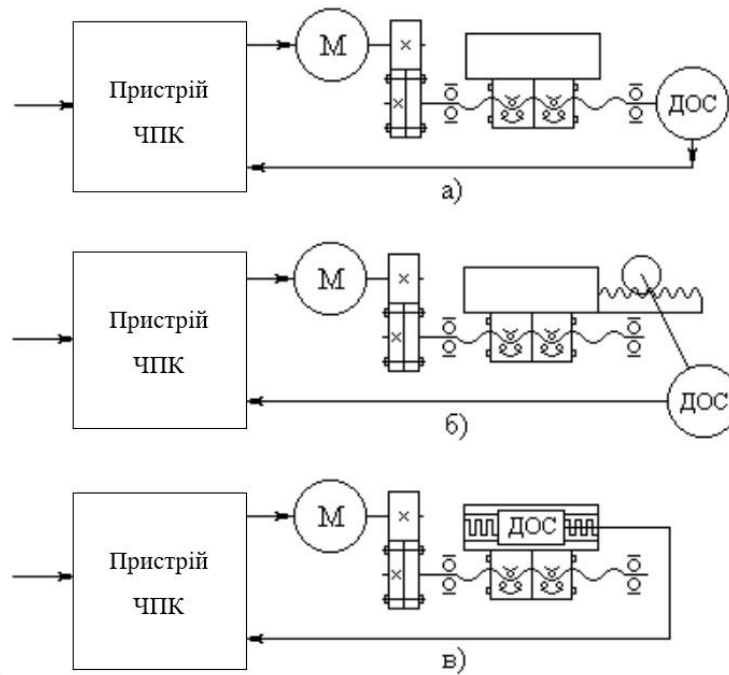


Рисунок 1.4 – Структурні схеми замкнутих систем ЧПК

У замкнутих системах ЧПК другого типу також використовують круговий ДВШ, але що вимірює переміщення робочого органу верстата через рейкову передачу. Хоча в даному випадку система зворотного зв'язку охоплює всі передавальні механізми приводу подачі, включаючи і передачу гвинт-гайка, вимірювання вноситься похибка рейкової передачі. Тому необхідно застосовувати прецизійну рейкову передачу з рейкою, довжина якої залежить від величини перебігу робочого органу верстата. Це ускладнює та подорожчає систему зворотного зв'язку.

На рисунку 1.4:

а – замкнута з круговим ДВШ на ходовому гвинті;

б – замкнута з круговим ДВШ та рейковою передачею;

в – замкнута з лінійним ДВШ.

Замкнуті системи ЧПК третього типу оснащені лінійними ДВШ, що забезпечують безпосередній вимір переміщення робочого органу верстата. Це дозволяє охопити зворотним зв'язком усі передавальні механізми приводу подачі, що забезпечує високу точність переміщень. Однак лінійні ДВШ складніші і дорожчі, ніж кругові; їх габаритні розміри залежить від довжини

ходу робочого органу верстата. На точність роботи лінійних ДВШ можуть впливати похибки верстата (наприклад, знос напрямних, теплові деформації та ін.).

У всіх трьох типах розглянутих замкнутих систем ЧПК враховуються лише похибки приводу подачі робочих органів верстата та не враховують похибки як самого верстата (відхилення від прямолінійності напрямних та їх зношування, вібрації, теплові деформації базових деталей), так і інших елементів технологічної системи (пружні деформації, знос інструменту та ін), що впливають на точність обробки деталей.

Замкнуті системи ЧПК другої підгрупи (рис.1.4) підвищення точності обробки оснащені додатковими системами зворотний зв'язок, з датчиками Д, компенсуючими похибки верстата (теплові деформації, вібрації, знос направляючих та інших).

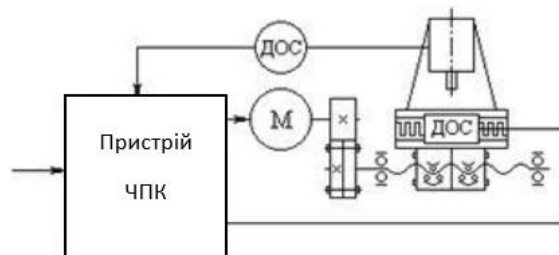


Рисунок 1.5 – Структурна схема системи ЧПК із компенсацією похибок верстата

Замкнуті системи ЧПК третьої підгрупи отримали назву самоприсосовних (адаптивних) систем управління. Завдяки наявності зворотних зв'язків не тільки за становищем робочих органів, але і за параметрами процесу обробки (пружні деформації технологічної системи, знос інструменту, температура в зоні різання, вібрації), вони забезпечують автоматичне пристосування режиму обробки верстата до умов обробки, що змінюються (коливання припуску на заготівлі, її твердості та ін.) для отримання заданої точності обробки, максимально можливої продуктивності чи мінімальної собівартості обробки.

Незважаючи на відносно малий термін застосування систем ЧПК, вони у своєму розвитку вже пройшли кілька етапів, що визначаються рівнем розвитку електронної техніки. При цьому розробники систем ЧПК використовували різні елементні бази: релейно-контакторну, транзисторну, мікросхеми малого та середнього ступеня інтеграції, міні-ЕОМ та, нарешті, мікропроцесорні набори та великі інтегральні схеми пам'яті (ВІС-пам'яті).

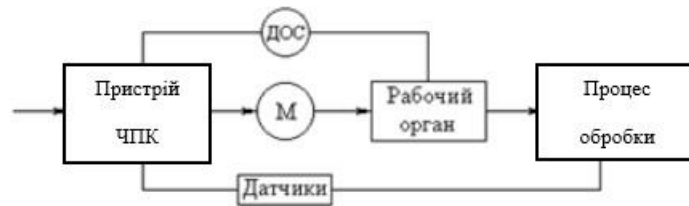


Рисунок 1.6 – Структурна схема самоприспосовної системи ЧПК

Повна автономність та спрощення кінематичних ланцюгів приводів подач, коли зв'язок між переміщеннями по кількох координатах одночасно здійснюється тільки через програму управління, дозволяє здійснювати в верстатах з ЧПК складну в часі та точну за становищем взаємодію великої кількості робочих та допоміжних механізмів. Можливість збільшення числа одночасно керованих координат при застосуванні систем ЧПК, дозволило створити принципово нові компонування верстатів з отриманням широких технологічних можливостей автоматичного керування.

Верстати з ЧПК є складними технологічними комплексами, що включають безпосередньо верстат і пристрій ЧПК (рис. 1.6), які повинні бути органічно взаємопов'язані з урахуванням їх особливостей та можливостей. Надійність та якість роботи верстата з ЧПК однаково залежать від надійності та якості роботи як самого верстата, так і пристрою ЧПК.

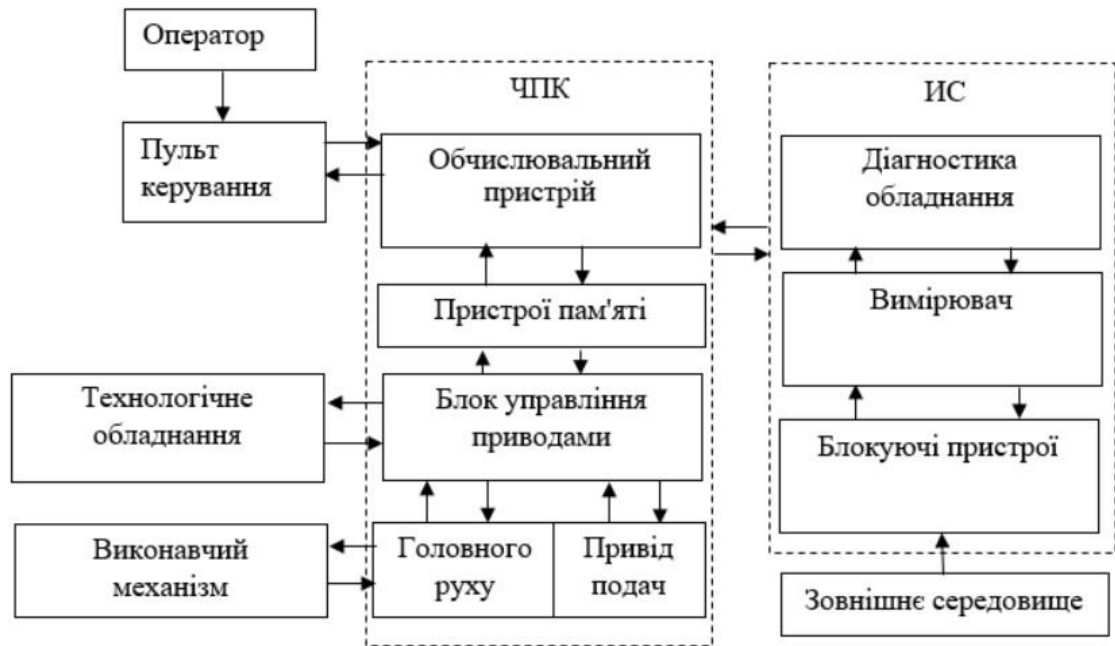


Рисунок 1.7 – Структурна схема технологічної системи
при застосуванні верстата з ЧПК

При роботі верстата з ЧПК відбувається взаємодія великої кількості механічних, гідравлічних, пневматичних та електронних пристроїв та елементів, від правильного та надійного функціонування яких значною мірою залежить точність виконання заданої програми керування обробкою деталей. При цьому важливо не тільки забезпечити безвідмовне функціонування верстата з ЧПК з точки зору виходу з ладу його окремих механізмів та блоків, але й забезпечити протягом певного періоду експлуатації виконання обумовлених його призначенням технологічних операцій з показниками якості та продуктивністю, встановленими нормативно-технічною документацією, забезпечити задану технологічну надійність.

Зміна точності верстата з ЧПК в процесі експлуатації, що відбувається під дією різних шкідливих процесів та зовнішніх впливів, зумовлюється появою допустимих та недопустимих пошкоджень як у самому верстаті, так і у пристрої ЧПК.

Ушкодження, що призводять відразу до зупинки верстата з ЧПК (через пошкодження самого верстата чи пристрою ЧПК) або до неприпустимих умов

його роботи, є причинами відмови його функціонування. Ці відмови є наслідком неправильних методів конструювання, виготовлення верстата чи його експлуатації.

Ушкодження, які не обмежують можливості функціонування верстата з ЧПК, але призводять при подальшій експлуатації до зниження точності обробки, є причинами його параметричних відмов (відмов по точності обробки). Параметричні відмови властиві будь-якому складному технологічному комплексу, яким є верстат із ЧПК.

Якщо характернішим для верстата є параметрична відмова, то для пристрою ЧПК – відмова функціонування. Останній може виявлятися у пристрої ЧПК у вигляді збоїв, що не індикуються, які не виявляються в момент їх виникнення; індикативних збоїв, які фіксуються системою ЧПК у момент їх виникнення із припиненням подальшого відпрацювання програми управління; стійких відмов, які призводять одразу до зупинки верстата з ЧПК. Таким чином, якщо індикативні збої та стійкі відмови пристрою ЧПК призводять до відмов функціонування верстата з ЧПК, то його неіндикативні збої призводять до параметричних відмов.

Неіндикативні збої в верстатах з розімкненими системами ЧПК виявляються у вигляді пропуску керуючих імпульсів, що може мати місце в самих електронних блоках пристрою ЧПК, під час роботи крокового електродвигуна та гідропідсилювача, а також у передавальних механізмах приводу подачі (наприклад, через наявність люфта у зубчастих) передачах і передачі гвинт-гайка в момент реверсу переміщення).

У верстатах із замкнутими системами ЧПК поява неіндикативних збоїв можлива через зміну параметрів точності самого верстата, датчика зворотного зв'язку, елементів блоку ДВШ у пристрої ЧПК. Так, теплові деформації базових елементів верстата, що переміщаються, пружні деформації, знос направляючих та інші похибки верстата можуть впливати на точність вимірювання датчиками зворотного зв'язку дійсного положення робочих органів. У цьому випадку ДГЗ передаватиме спотворену інформацію про

переміщення робочих органів, що призведе до появи збоїв, що не індикатуються, і відповідно до параметричної відмови станка з ЧПК.

1.2 Апаратне та програмне забезпечення, СРЧ (Системи реального часу)

1.2.1 Апаратне забезпечення

Структурно до складу ЧПК входять:

– пульт оператора (або консоль вводу-виводу), що дозволяє вводити програму, що управляє, задавати режими роботи; виконати операцію вручну. Як правило, усередині шафи пульта сучасної компактної ЧПК розміщуються її інші частини;

– дисплей (або операторська панель) – для візуального контролю режимів роботи та редагованої керуючої програми/даних; може бути реалізований у вигляді окремого пристрою для дистанційного керування обладнанням;

– контролер – комп'ютеризований пристрій, що вирішує завдання формування траєкторії руху ріжучого інструменту, технологічних команд управління пристроями автоматки верстата, загальним керуванням, редагування керуючих програм, діагностики та допоміжних розрахунків (траєкторії руху ріжучого інструменту, режимів різання);

– ПЗУ – пам'ять, призначена для довготривалого зберігання (роки та десятки років) системних програм та констант; інформація з ПЗП може лише зчитуватись;

– ОЗП – пам'ять, призначена для тимчасового зберігання керуючих програм і системних програм, що використовуються в даний момент.

У ролі контролера виступає промисловий контролер, мікропроцесор, на якому побудована вбудована система логічний програмований контролер, чи складніший пристрій управління – промисловий комп'ютер. Важливою характеристикою CNC-контролера є кількість осей (каналів), які він може

синхронізувати (керувати) – цього потрібно висока продуктивність і відповідне ПО.

Як виконавчі механізми використовуються сервоприводи, крокові двигуни. Для передачі між виконавчим механізмом і системою управління верстатом зазвичай використовується промислова мережу (наприклад, CAN, Profibus, Industrial Ethernet).

Найбільші виробників систем ЧПК:

Fagor Automation -8037, 8055, 8060, 8065, 8070;

Fanuc - 0i-MD, 0i-TD, 0i-PD, 0i Mate-MD, 0i Mate-TD, 30i-MODEL B.

Fidis - nC 12R, nC 15, C10, C20, C40;

Heidenhain - TNC 128, TNC 320, TNC 620, TNC 640, MANUALpus 620, CNC PILOT 640;

Mitsubischi Electronic -C70, M70V, M700V;

Rexroth Bosch Group - IndraMotion MTX micro, IndraMotion MTX standard, IndraMotion MTX performance, IndraMotion MTX advanced;

Siemens - Sinumeric 802D, 808D, 810D, 840D.

1.2.2.Програмне забезпечення.

Після того як складено керуючу програму, оператор за допомогою програматора вводить її в контролер. Команди керуючої програми розміщуються у ОЗУ. У процесі створення або після введення керуючої програми оператор (в даному аспекті виконує роль програміста) може відредагувати її, включивши в роботу системну програму редактора і виводячи на дисплей всю або потрібні частини керуючої програми та вносячи до них необхідні зміни. Працюючи у режимі виготовлення деталі керуюча програма кадр за кадром надходить виконання. Відповідно до команд керуючої програми контролер викликає з ПЗУ відповідні системні підпрограми, які змушують працювати підключене до ЧПК обладнання в необхідному режимі - результати роботи контролера у вигляді електричних сигналів надходять на

виконавчий пристрій - приводи подач або пристрої управління автоматикою верстата.

Керуюча система зчитує інструкції спеціалізованою мовою програмування (наприклад, G-код) програми, який потім інтерпретатором системи ЧПК перекладається з вхідної мови команди управління головним приводом, приводами подач, контролерами управління вузлів верстата (наприклад, включити/вимкнути подачу охолоджувальної емульсії).

Програма для верстата (обладнання) з ЧПК може бути завантажена із зовнішніх носіїв, наприклад, перфорованої паперової стрічки, магнітної стрічки, дискети або флеш-накопичувачів у власну пам'ять або тимчасово, до вимкнення живлення – в оперативну пам'ять, або постійно – у ПЗУ, карту пам'яті чи жорсткий диск чи твердотільний накопичувач. Крім цього, сучасне обладнання підключається до централізованих систем управління за допомогою заводських (цехових) мереж зв'язку. Найбільш поширена мова програмування ЧПК для металорізального обладнання називається G-код. В окремих випадках — наприклад, системи керування гравірувальними верстатами — мова керування принципово відрізняється від стандарту. Для простих завдань, наприклад, розкрою плоских заготовок, система ЧПК як вхідна інформація може використовувати текстовий файл у форматі обміну даними - наприклад, DXF або HPGL.

1.2.3 Системи реального часу

Для будь-яких систем, в яких протікають процеси управління, є спільна риса, а саме передача повідомлень про процеси, що відбуваються в окремих частинах системи, за допомогою сигналів. У технічних системах матеріальні носії інформації називають носіями сигналів, які можна змінювати відповідно до інформації, що передається. Конструктивні елементи системи управління повинні перетворювати фізичні величини та відповідні їм сигнали на найбільш зручний вигляд для подальшої цифрової обробки. В АСУ обладнанням з ЧПК

обробка та перетворення даних, узгодження вихідних сигналів із реакцією виконавчих механізмів обладнання виконується комп'ютером за допомогою спеціалізованої операційної системи. Актуальним питанням є вибір ОС, яка дозволить керувати обладнанням з ЧПК, забезпечуючи якість і точність технологічного процесу.

Для автоматизації виробничих процесів застосовують ОС РВ, які характеризуються такою реакцією об'єкта на вхідні сигнали чи дані, коли він досить швидко виробляються вихідні сигнали чи дані.

Перед проектуванням конкретної системи реального часу для систем ЧПК необхідно вивчити об'єкт: дослідити можливі події на ньому, визначити критичні терміни реакції системи управління на кожну подію та розробити алгоритм обробки. Ідеальною ОС РВ є операційна система, в якій програми реального часу розробляються мовою подій об'єкта (система, керована критичними термінами). Розробка програм реального часу в цій системі зводиться до опису можливих подій на об'єкті управління. У кожному блоці опису події вказуються часовий інтервал (критичний час обслуговування події) та адреса підпрограми її обробки. Надалі ОС РВ стежить, щоб підпрограма обробки події стартувала до закінчення критичного інтервалу часу.

На даний момент кількість операційних систем реального часу дуже велика. Залежно від специфіки розрізняють ОС РВ двох типів – системи жорсткого реального часу та системи м'якого реального часу. Приналежність системи до класу ОС РВ не пов'язана з її швидкістю. ОС РВ повинні реагувати на різні типи внутрішніх та зовнішніх подій. Вихідні вимоги до часу реакції системи та іншим часовим параметрам визначаються технічним завданням на систему чи логікою її функціонування. Швидкість ОС РВ має бути тим більшою, чим більша швидкість протікання процесів на об'єкті.

Незважаючи на наявність великої кількості ОС РВ для автоматизації верстатів з ЧПК, важко вибрати таку систему, яка забезпечила б функціонування комп'ютера при керуванні верстатом в оптимальному

режимі. Виконавчі частини верстатів з ЧПК нині виконують досить якісну роботу, але для найточнішої обробки деталей і виробів необхідно вибрати оптимальний блок керування верстатом з ЧПК, тобто. комп'ютер із ОС РВ.

У міжнародній практиці прийнято такі позначення систем ЧПК: NC (ЧПК) – числове програмне управління; HNC – різновид пристрою ЧПК із завданням програми оператором із пульта за допомогою клавіші, перемикачів та інших кнопок; SNC – пристрій ЧПК, що має пам'ять для зберігання всієї програми, що управляє; CNC – автономне керування верстатом з ЧПК, що містить мікро ЕОМ або процесор; DNC – групове керування верстатами від загального комп'ютера. Перераховані системи можна розділити на дві групи: з постійною структурою з введенням програми з клавіш або дисків (типу NC, HNC) і змінною структурою, в яких основні алгоритми роботи задаються програмно і можуть змінюватися (типу SNC, CNC, DNC). Пристрої класів SNC та CNC побудовані на основі мікро ЕОМ.

Для забезпечення цих завдань управління обладнанням з ЧПК найбільше застосування мала двокомп'ютерна архітектурна модель, яка передбачає розміщення одному комп'ютері ОС загального призначення (ОС Windows чи Linux), але в іншому – установку ОС РВ. Перший комп'ютер використовувався для введення-виведення інформації, а другий безпосередньо керував верстатом з ЧПК. Перспективні підприємства із сучасними системами ЧПК переходять на однокомп'ютерний архітектурний варіант, з використанням звичайного комп'ютера, оснащеного спеціальними пристроями у вигляді плат-контролерів. Такий варіант передбачає встановлення ОС загального призначення (Windows або Linux) з генерованими службами систем VxWorks (QNX, RTX або LinuxRT) для забезпечення управління та контролю зовнішніми пристроями обладнання. Перехід від двокомп'ютерної до однокомп'ютерної моделі здійснюється формальним перенесенням математичного забезпечення служб ОС РВ лише на рівні завдань.

ОС РВ VxWorks призначені для розробки програмного забезпечення вбудованих комп'ютерів, що працюють в системах жорсткого реального часу.

VxWorks задовольняє вимогам ОС РВ, але ця дорога система найбільше призначена для побудови високопродуктивних мережевих і сервісних служб, а не для систем управління верстатом.

QNX Neutrino – сумісна ОС РВ, призначена для використання у вбудовуваних системах та системах управління, що підтримує багатопоточність та симетричну багатопроцесорність, із вбудованою власною графічною оболонкою Photon, що підтримує стандарт XWindowsSystem. Ця ОС РВ найбільш популярна виробниками машинобудівного комплексу, на основі QNX Neutrino активно йде створення вітчизняних апаратно-програмних платформ для розробки САУ у відповідальних додатках.

У вітчизняному машинобудівному комплексі найбільше задіяні в роботі системи ЧПК SIEMENS, що функціонують на різних процесорах. Залежно від завдань, які має вирішувати система ЧПК, та від матеріальної забезпеченості підприємства, що встановлює устаткування з цією системою, застосовують ОС QNX, Windows NT/CE 2.0/XP, і навіть систему реального часу власної розробки SIEMENS. .

Залежно від специфікації обладнання з ЧПК використовуються різні ОС РВ, серед них найбільше застосовуються: QNX; AMX; FlexOS; Windows NT/CE 2.0/XP; VxWorks; Linux; OS-9; Nucleus; VRTX; pSOS+; RTMX; OSE; Real Time DOS; RT-Kernel.

1.3 G, M, CAD/CAM-системи

На виробництві, де працюють різні верстати з числовим програмним управлінням, використовується безліч різного програмного забезпечення, але в більшості випадків весь софт керує використовує один і той же керуючий код. Програмне забезпечення для аматорських верстатів також базується на аналогічному коді. У побуті його називають «G-код». У даному матеріалі представлена загальна інформація про G-код (G-code)

G-code це умовна назва мови для програмування пристроїв з ЧПК (CNC) (Числове програмне управління). Було створено компанією Electronic

Industries Alliance на початку 1960-х. Фінальна доробка була схвалена в лютому 1980 року як RS274D стандарт. Комітет ISO затвердив G-code як стандарт ISO 6983-1:1982.

Виробники систем управління використовують G-code як базове підмножина мови програмування, розширюючи його на власний розсуд.

Програма, написана за допомогою G-code, має жорстку структуру. Усі команди управління об'єднуються у кадри – групи, які з однієї чи більше команд. Кадр завершується символом перекладу рядка (ПС/LF) і має номер, крім першого кадру програми. Перший кадр містить лише один символ "%". Завершується програма командою M02 чи M30.

Основні, у стандарті називаються підготовчими, команди мови починаються з літери G:

- переміщення робочих органів обладнання із заданою швидкістю (лінійне та кругове);
- виконання типових послідовностей (таких, як обробка отворів та різьблень);
- керування параметрами інструмента, системами координат, та робочих площин.

1.3.1 CAD/CAM-системи

CAD-системи (computer – aided design) – комп'ютерна підтримка проектування, призначена для вирішення конструкторських завдань та оформлення конструкторської документації (звичніше вони називаються системами автоматизованого проектування – САПР).

CAM-системи (computer-aided manufacturing) – комп'ютерна підтримка виготовлення, призначена для проектування обробки виробів на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПК) та видачі програм для цих верстатів. CAM-системи називають системами технологічної підготовки виробництва.

CAE-системи (computer-aided engineering) – підтримка інженерних розрахунків, що представляє собою застосування великого класу систем, кожна з яких дозволяє вирішувати певну розрахункову задачу (групу задач), починаючи від розрахунків на міцність, аналізу та моделювання теплових процесів до розрахунків гідравлічних систем та машин, розрахунків процесів лиття. У CAE-системах використовується тривимірна модель виробу. CAE-системи ще називають системами інженерного аналізу.

CAD системи, що базуються на тривимірній геометрії, зараз широко застосовуються під час проектування широкого спектру виробів. У той же час інженерний аналіз з використанням CAE-систем необхідний при проектуванні виробу. Тому ключовим моментом для покращення процесу проектування є тісна безшовна інтеграція CAD і CAE. Можливість тісної інтеграції залежить від таких факторів: масштабу, меж та цілей CAE-аналізу; природи та якісних характеристик CAD-моделі; ступеня деталізації, необхідної для CAE.

Існують чотири основні підходи до інтеграції CAD та CAE:

- 1) CAD-орієнтований;
- 2) CAE-орієнтований;
- 3) CAD/CAE-орієнтований;
- 4) Використання технології управління інформацією про виріб протягом його життєвого циклу (Product Lifecycle Management, PLM).

Розглянемо докладніше кожен із цих підходів.

CAD-орієнтований підхід

У CAD-орієнтованому підході розглядається проектування, засноване на CAD-системі та інтерактивний аналіз, який проводиться з метою поліпшення виробу, що проектується. Ця методика вже набула широкого поширення. Практично у всіх сучасних CAD-системах передбачені додаткові модулі аналізу та імітації, які тісно інтегровані з системою моделювання. Ці модулі дозволяють вирішувати завдання кінематичного моделювання, аналізу методом скінчених елементів (МСЕ), генерації сітки та подальшої обробки безпосередньо у системі моделювання. Наприклад, система Pro/Engineer

фірми PTC включає модулі Pro/Mechanica, що виконують структурний, вібраційний, температурний і руховий аналіз. Pro/Mesh і Pro/FEMPOST - це пре-і постпроцесори аналізу з МКЕ відповідно. Таким чином МКЕ стає найбільш популярним методом для аналізу. На жаль, часто моделі створені в CAD непридатні для МКЕ. Як показано на рис. 1.8 для МКЕ в більшості випадків потрібна абстрактна модель, в той час як CAD-система забезпечує створення деталізованої твердотільної моделі.

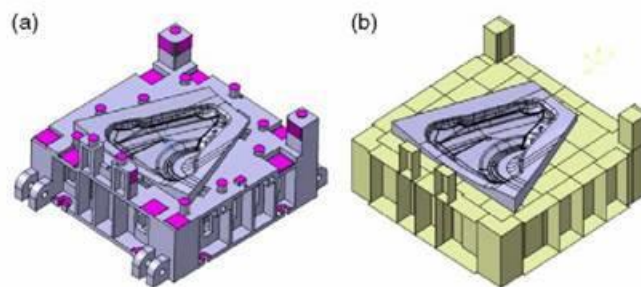


Рисунок 1.8 – Геометричні моделі: (а) деталізована CAD-модель; (б) абстрактна модель САЕ

Отже, як показано на рис.1.8, для отримання МСЕ-специфічної моделі необхідний процес перетворення, який видаляє деякі елементи і навіть змінює розміри вихідної моделі. Видалення елементів полягає в тому, що маленькі геометричні елементи, які у моделі, ігноруються чи ховаються. Існують спеціальні експертні системи, в які завантажуються CAD-модель і вони селективно приховують геометричні елементи та їх властивості, щоб отримати модель для аналізу. А при зміні розмірів відбувається спрощення твердотільної моделі. В результаті виходить, наприклад, каркасна модель або поверхнева.

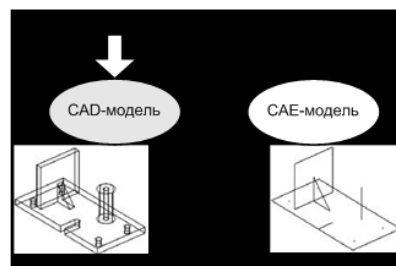


Рисунок 1.9 – CAD-орієнтований підхід до інтеграції CAD та САЕ

Перетворення моделей залежить від наявності тих чи інших властивостей у CAD-моделі. Якщо CAD-модель не містить інформації про необхідні CAE властивості, проводиться визначення цих властивостей, шляхом аналізу твердотільної моделі. В іншому випадку необхідні властивості конвертуються у властивості CAE-моделі. Якщо властивості CAD-моделі повністю ідентичні властивостям CAE-моделі, жодної конвертації не здійснюється. Технології, що використовуються в процесі перетворення, включають: проектування на основі конструктивних елементів геометричної моделі (фічерів), визначення властивостей моделі, конвертація властивостей, видалення деяких елементів моделі і зміна розмірів. Також тут використовується твердотільне моделювання і топологічне моделювання (NMT), що самоперетинається. Число загальних ребер у моделях має бути трохи менше або дорівнює подвійній кількості ребер. Якщо це число більш ніж удвічі перевищує число ребер, тоді модель вважається самоперетинається, в якій одне або більше ребер лежить на перетині більш ніж двох граней, тобто вона має ребра, що збігаються. Самопересічні моделі дозволяють будувати топологію, що включає точки, криві, поверхні та тривимірні об'єкти, що містять у собі точки, криві або поверхні, приєднані чи ні до зовнішньої межі.

CAE-орієнтований підхід.

У CAE-орієнтованому підході насамперед проводиться інженерний аналіз на основі абстрактної моделі з метою визначення всіх параметрів CAE-моделі. Як показано на рис.1.10, модель для проектування виходить шляхом додавання додаткових елементів, а також необхідної інформації про розміри.

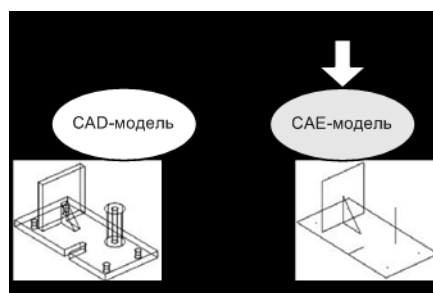


Рисунок 1.10 – CAE-орієнтований підхід до інтеграції CAD та CAE

Цей підхід, заснований на додаванні елементів моделі та змірюванні прямо протилежний CAD-орієнтованому підходу, який вимагає спрощення геометрії моделі з метою наближення до моделі МКЕ. У разі орієнтації на CAE потрібні автоматизовані процедури формування твердотільних моделей на основі абстрактних попередників. В іншому випадку, конструкторам потрібно вручну відновлювати геометрію по проектній документації У випадку CAE-орієнтованого підходу, аналогічно CAD-підходу, існують різні технології перетворення залежно від наявності та змісту властивостей CAE моделі. При цьому підході використовуються технології проектування на основі фічерів, визначення властивостей моделі та конвертації властивостей з NMT-моделі, а також додавання елементів та розмірів NMT-моделі. Додавання розмірів – це технологія створення твердотільних моделей з абстрактних NMT-моделей, що використовується у CAE-орієнтованому підході. Додається товщина для поверхонь і потовщення каркасів.

CAD- та CAE-орієнтовані підходи вимагають подвійних зусиль зі створення та безперервної підтримки двох різних моделей одного виробу. Відсутність автоматизованих засобів трансформації з одного типу моделі до іншої може призвести до того, що модель доведеться відновлювати за документацією. Це вузьке місце в інтеграції CAD-CAE. На додаток, при інженерному аналізі часто потрібно змінювати ступінь деталізації (LOD) та/або рівень абстракції (LOA) моделі. Як тільки змінюються LOD та LOA, необхідно заново проводити процес трансформації. Як розв'язання даних проблем пропонуються варіанти загального модельного простору, і навіть двонаправленої інтеграції CAD-CAE [6]. В даному випадку система дозволяє CAD-системі автоматично генерувати моделі для аналізу, а CAE-системі автоматично модифікувати геометрію деталей та проводити новий аналіз. Процес перетворень повторюється, доки буде досягнуто заданий критерій.

Цей метод називається CAD/CAE-інтегрованим підходом, що забезпечує уніфіковане моделювання для «безшовної» інтеграції CAD/CAE. На рис.1.3.7 показаний потік даних у цьому підході. В його основі лежать такі

технології: проектування з використанням фічерів, NMT, багатомасштабні уявлення.

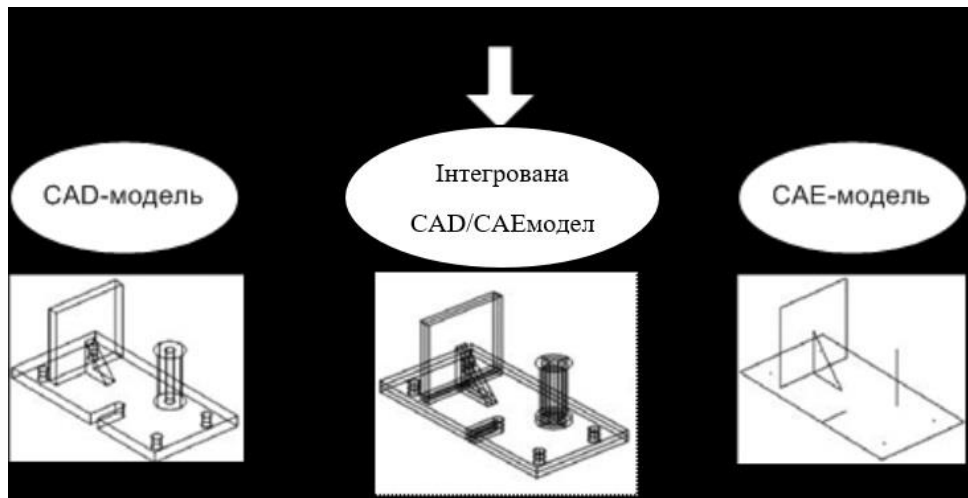


Рисунок 1.11 – Інтегрований підхід CAD CAE

При цьому підході одночасно створюються різні типи геометричних моделей проектування та аналізу для кожної операції моделювання фічера. Усі моделі інтегруються у одну загальну модель. Твердотілі моделі з різними LOD легко виходять з інтегрованої моделі. Більш того, для кожного LOD можна отримати абстрактну модель NMT з різним LOA і передати її в CAE-систему.

Використання технології PLM.

На відміну від описаних вище принципів інтеграції CAD та CAE, використання технології управління інформацією про виріб протягом його життєвого циклу торкається не окремих питань покращення спільної роботи цих двох систем, а більш глобальних завдань об'єднання в одне ціле всіх процесів проектування, виробництва, модернізації та супроводу. технічно складні вироби.

Що таке PLM? Точно відповісти на це питання непросто, тому що чіткого визначення немає, а формулювання головних ідеологів хоч і докладні, але дуже розпливчасті. Наприклад, компанія CIMdata, яка спеціалізується на аналізі ринку PLM, стверджує, що це стратегічний підхід до організації бізнесу, що дозволяє підприємствам за допомогою інтегрованого набору корпоративних систем колективно розробляти, розповсюджувати та

використовувати інформацію про виріб, а також керувати нею протягом його життєвого циклу. від проекту до утилізації. Компанія EDS визначає PLM як комплексну корпоративну інформаційну систему, що забезпечує управління всіма аспектами життєвого циклу виробу, від вироблення вимог, аналізу ринку та розробки до виробництва, постачання та сервісного обслуговування.

Всі визначення звучать настільки красиво і неконкретно, що на перший погляд навіть може здатися, що PLM – скоріше маркетингове гасло, ніж реальна технологія. І хоча, деяка маркетингова складова в PLM є, було б передчасно заявляти, що цим вичерпуються можливості цієї концепції. Адже якщо абстрагуватися від ефектних формулювань і розібратися в суті PLM, стає ясно, що це така ж комп'ютерна технологія, як і багато інших, зі своїми завданнями, перевагами та проблемами.

Отже, узагальнюючи вище сказане, основне завдання PLM – це об'єднання окремих ділянок автоматизації в єдиному інформаційному просторі та реалізація наскрізного конструкторського, технологічного та комерційного циклу від підготовки проекту до утилізації. Такий підхід обіцяє підприємствам чималі вигоди, головні з яких:

- прискорення випуску нових продуктів;
- посилення контролю за якістю;
- скорочення витрат заміною фізичних макетів віртуальними;
- економія за рахунок багаторазового використання проектних даних;
- розширення можливостей оптимізації виробів;
- економія завдяки скороченню відходів виробництва;
- зниження витрат за допомогою повної інтеграції інженерного документообігу.

Але щоб скористатися перевагами даної концепції, необхідно подолати серйозні технічні труднощі. Основна проблема, що стоїть перед користувачами та розробниками полягає в необхідності об'єднання різномірних систем автоматизації на підприємстві та забезпечення колективної

роботи персоналу. Зазвичай, кожен підрозділ видає свою інформацію і по своєму її обробляє. Так, відділи проектування (що використовують CAD), та аналізу продукції (CAE) можуть використовувати зовсім різні специфікації та стандарти та приймати рішення незалежно один від одного. Тому перед впровадженням PLM повинні бути встановлені корпоративні стандарти на формати даних. Також багато підприємств до виконання окремих завдань виробничого процесу використовують програмне забезпечення - ПЗ (найчастіше САПР) різних постачальників. Для їхньої інтеграції в рамках PLM-середовища доводиться застосовувати засоби перетворення даних з одного формату в інший, що нерідко викликає помилки та погіршує якість інформації. Найбільш очевидний спосіб уникнути цього – впроваджувати PLM-продукти одного постачальника. Однак лише небагато постачальників пропонують весь набір засобів PLM, та й підприємства навряд чи захочуть міняти звичні САПР на нові. Єдиний вихід – створення відкритого формату даних. Такі спроби робляться, але, на жаль, особливого прогресу тут немає. Організація ISO випустила стандарт STEP (Standard for Exchange Product Model Data) для опису тривимірних CAD-моделей, але він не отримав серйозної підтримки у постачальників. Тепер йде розробка форматів на основі метамови XML. Наприклад, компанія EDS пропонує для візуалізації та опису геометрії формат PLM XML. Ці розробки ще тільки починають впроваджуватися, і поки незрозуміло, чи стануть вони основою стандарту PLM.

Підприємства дедалі більше цікавляться технологіями інтеграції та вивчають їх можливості для свого бізнесу. Однак в умовах економічної нестабільності вони виявляють обережність, уважно аналізуючи пропозиції розробників та ретельно оцінюючи коефіцієнт окупності інвестицій. Тому, за результатами проведеного вище аналізу, постачальникам ПЗ рекомендується враховувати особливості реальних виробничих процесів та вдосконалювати свої продукти, забезпечуючи взаємодію Космосу з системами інших гравців цього ринку. Підприємства все більше цікавляться технологіями інтеграції та

вивчають їх можливості для свого бізнесу. Проте в умовах економічної нестабільності вони виявляють обережність, уважно аналізуючи пропозиції розробників та ретельно оцінюючи коефіцієнт окупності інвестицій. Тому, за результатами проведеного вище аналізу, постачальникам ПЗ рекомендується враховувати особливості реальних виробничих процесів та вдосконалювати свої продукти, забезпечуючи взаємодію з системами інших гравців цього ринку.

2 СИСТЕМА ЧПК ТА ЕЛЕКТРОПРИВІД ВЕРСТАТА

2.1 Загальна інформація про верстат



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд верстата HAAS TL-1

Універсальні токарні верстати поєднують функціональність сучасних верстатів із ЧПК з простотою ручних універсальних верстатів. Верстати часто купуються для невеликих виробництв та навчальних закладів. Завдяки системі інтуїтивного програмування оператори верстатів із ручним керуванням легко переходять на роботу з ЧПК. Верстати дозволяють виконувати всі токарні операції: зовнішнє точення циліндричних та фасонних поверхонь, внутрішнє розточування, свердління, нарізання різьблення та ін.

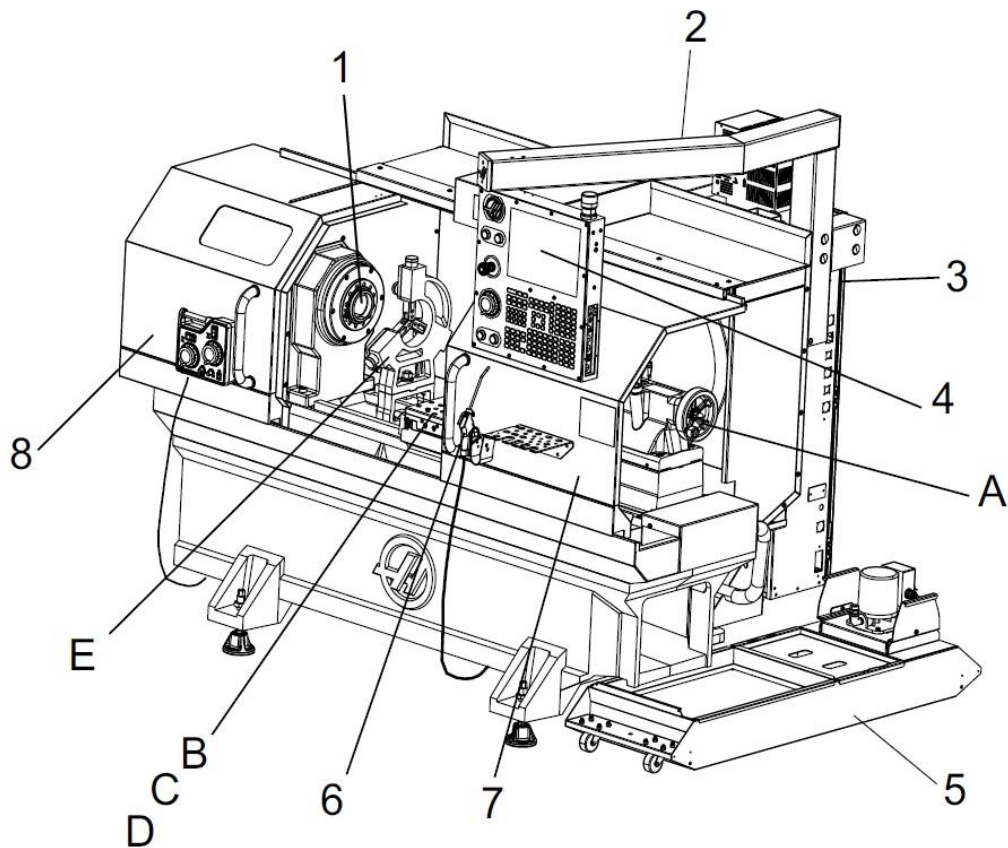


Рисунок 2.2 – Основні вузли верстата моделі TL-1

Основними складовими верстата є наступні вузли: 1-Револьверна головка на 4 позиції, 2-Державка, 3-Кришка електродвигуна револьверної головки, 4-Установча плита ТТ-4, 5-Кріпильні болти (2 у кожній), 8-Ліві двері, 9-Електронний маховичок, А-Задня бабка, В. Салазки супорта,С-Револьверна головка ТТ-4 , D-Револьверна головка АТТ4, Е-Люнет .

Токарні верстати HAAS серії TL дозволяють обробляти деталі великої довжини. Максимальна довжина обробки від 762 мм на TL-1 до 1219 мм на TL-2. Для роботи з такими деталями HAAS для всіх моделей пропонує ручні задні бабки та люнети. Задня бабка має надійну фіксацію без обмежень за місцем розташування.

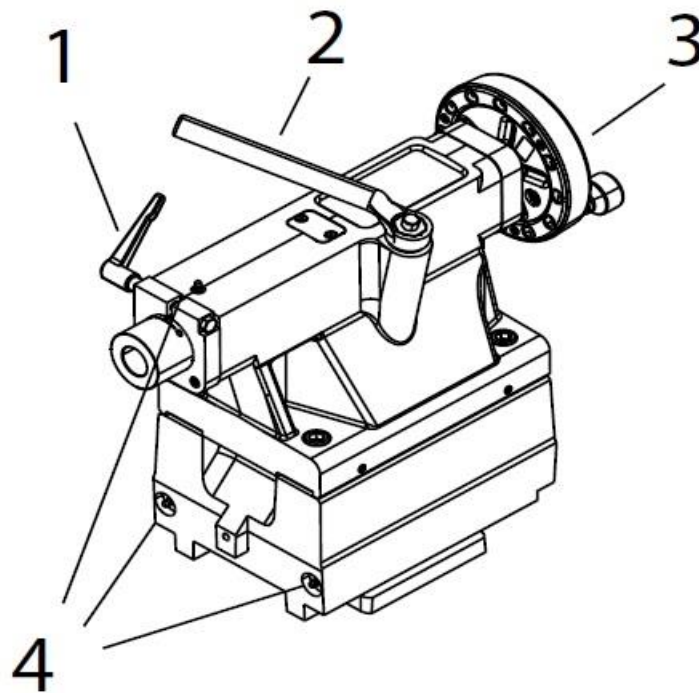


Рисунок 2.3 – Задня бабка

Основні складові задньої бабки: 1 – Затискач пінолі, 2 – Регулювальне колесо пінолі, 3 – Стопорний ключ основи, 4 – Прес-масляни (3 у кожному).

Верстати мають захисну огорожу робочої зони. На лицьовій частині корпусу є утримувач для ручного пневмопістолета, ключа для трикулачкового патрона, щітки та інших речей. На двох верхніх стелажах оператор може зручно зберігати весь необхідний інструмент. Конструкція передньої бабки верстатів TL-1 та TL-2 забезпечує достатній зазор між торцем шпинделя та захисним кожухом для зручного закріплення деталі патронним ключем.

До базової комплектації токарних верстатів HAAS серії TL входить також система подачі ЗОР з баком на 76 літрів та помпою потужність 186 Вт. ЗОР подається через супорт. ЗОР може подаватися безпосередньо через утримувач інструменту. Поперечні напрямні мають звичну для нас конструкцію але завдяки принципу модульності дозволять встановлення револьверних головок на 4, 6 та 8 позицій інструментів.

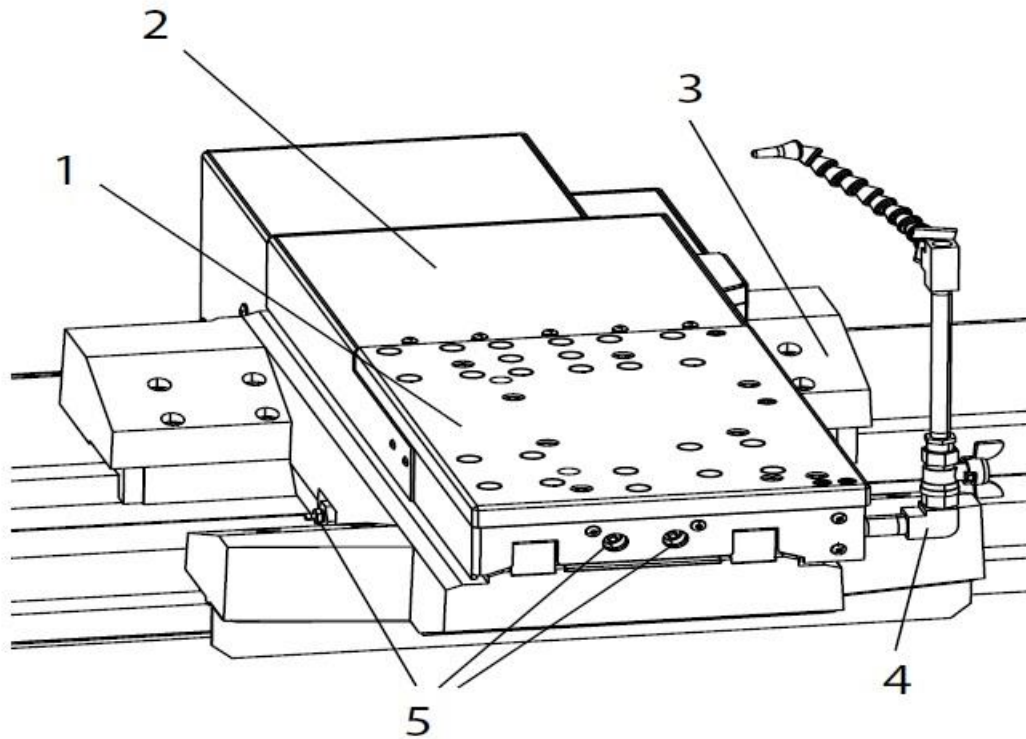


Рисунок 2.4 – Напрямні супорта

Основні складові: 1 – Установча пластина санок супорта, 2 – Санки супорта, вісь X, 3 – Поздовжня каретка, вісь Z, 4 – Блок подачі ЗОР, 5 – Прес-масляни.

Оскільки даний верстат використовується в навчально-демонстраційних цілях на ньому встановлена револьверна головка на 4 інструменти, цього цілком є достатньо для виконання як типових так і більш складних операцій. Проте при бажанні можна замінити її на більш містку для виконання виробничих завдань.

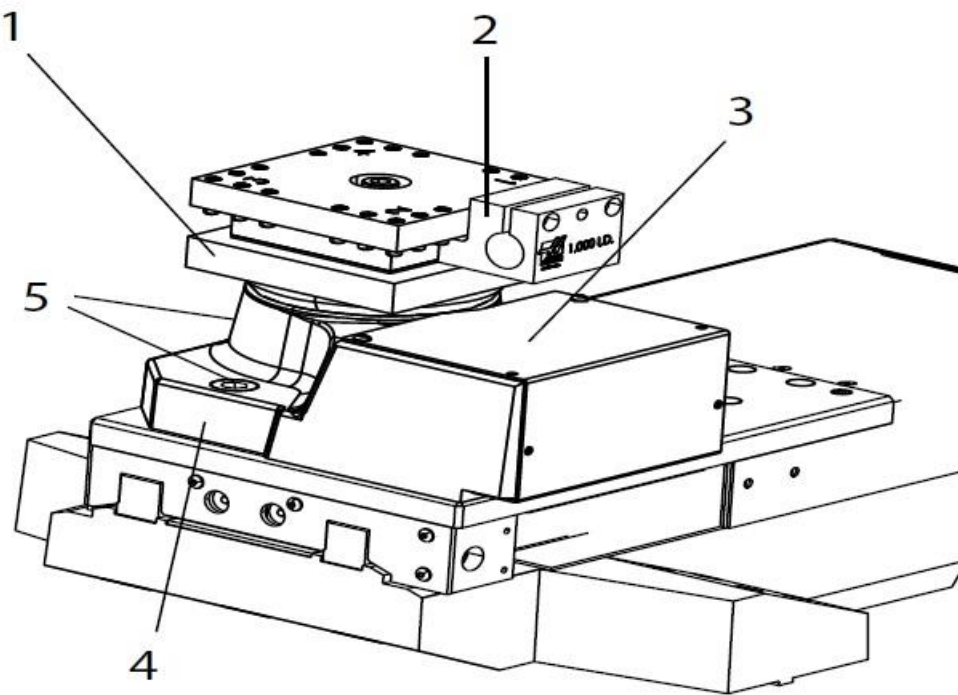


Рисунок 2.5 – Револьверна головка ТТ-4

Основні складові: 1 – Револьверна головка на 4позиції, 2 – Державка, 3 – Кришка електродвигуна револьверної головки, 4 – Установча плита ТТ-4, 5 – Кріпильні болти (2 у кожній).

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики токарного верстата з ЧПК HAAS TL 1

Найменування параметру	Значення
Макс. діаметр, що встановлюється над станиною, мм	508
Макс. діаметр, що встановлюється над кареткою, мм	279
Макс. оброблюваний діаметр (залежить від різцетримача), мм	406
Макс. довжина обробки (без патрона), мм	762
Діаметр 3 х кулачкового патрона, мм	300
Макс. частота обертання шпинделя, об/хв	4000

Продовження табл.2

Максимальний крутний момент, Нм	146
Максимальна потужність шпинделя, кВт	11
Переміщення по осі X, мм	203
Переміщення по осі Z, мм	762
Об'єм бака ЗОР, л	76
Орієнтовна маса верстата (залежить від комплектації), кг	2225
Кількість гнізд в автоматичному револьвері, шт	4

2.2 Технічні характеристики ЧПК HAAS

Пристрій числового програмного управління (УЧПК) HAAS належить до найбільш розвинених систем, що дозволяють за рахунок багатих функціональних можливостей створювати гнучкі верстатні модулі, що легко вбудовуються в структуру сучасного автоматизованого виробництва. Основні характеристики УЧПК:

- Кількість керованих координат – 5, з них по трьох одночасно;
- Високошвидкісна обробка;
- Поворот та масштабування системи координат;
- Програмоване усунення системи відліку координат;
- Осьова та радіусна корекція інструменту.



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд ЧПК HAAS

- 1 Мб пам'яті з можливістю її збільшення;
- Три 32 – розрядних процесори;
- Сумісність з G-кодом стандарту ISO\$
- Контроль зносу інструмента;
- Контроль навантаження на інструмент;
- Гвинтова інтерполяція;
- Редагування в фоновому режимі;
- Багатовіконний режим перегляду програм;
- Калькулятор кутів;
- Калькулятор швидкостей та подач;
- Калькулятор для розрахунку дуг;
- Програмування в дюймах та метричній системі;
- Використання змінних;
- Розгалужені та циклічні алгоритми програмування;
- USB-роз'єм;

- Інтерфейс Ethernet;
- RS-232 канал зв'язку системи групового ЧПК;
- Вбудовані математичні функції;
- Розвинута система діагностики;
- 42 постійних цикли обробки типових поверхонь;
- Управління точністю контурної обробки;
- Обкатка програми з графічним відображенням;
- Можливість керувати зовнішніми пристроями верстату;
- Гравіювання;
- Багатофункціональний маховик керування;

Оскільки СЧПК HAAS має декілька своїх унікальних G – кодів при написанні програми потрібно звертати на це увагу, щоб уникнути фатальних помилок в роботі, які можуть привести до поломки обладнання і завдати шкоди життю та здоров'ю оператора. Більшість з них стосується фрезерної обробки проте їх варто пам'ятати.

2.3 Вибір електроустаткування

На верстатах з ЧПК треба встановлювати електрообладнання з урахуванням функцій верстата, габаритів, розмірів верстата та оброблюваних деталей, навантажень. Однією з найважливіших частин верстата є двигун головного руху. На верстаті HAAS обробляються мало-габаритні деталі, тим не менш двигун має бути надійним.

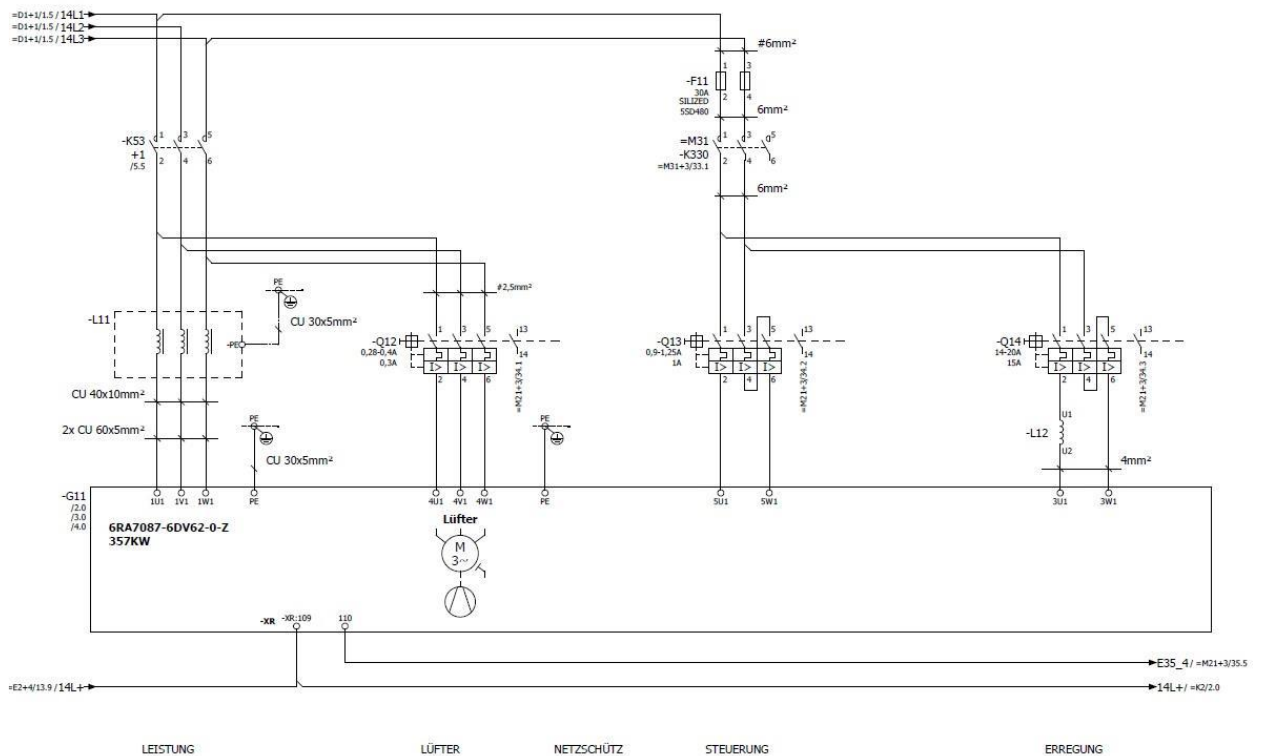


Рисунок 2.12 – Схема головного приводу

На верстаті НААС встановлений двигун змінного струму. Перше, що має зробити користувач, це об'єктивно оцінити варіанти, які пропонуються на ринку регульованих приводів, технічно відповідні вимогам прикладного завдання/процесу. Головними критеріями цієї оцінки повинні бути:

1. Сукупна вартість закупівлі регульованого приводу та необхідного додаткового обладнання.
2. Поточні експлуатаційні витрати:
 - обслуговування;
 - виробничі витрати, ККД і т.д.;
 - потрібна площа розміщення.
3. Технологічні та інноваційні аспекти:
 - динамічний відгук, час розгону; 4-х квадрантні операції; аварійний стоп і т.д.;
 - масо-габаритні характеристики.
4. Експлуатаційна надійність, придатність приводів:

– відповідність міжнародним вимогам та стандартам IEC, EN, CE-EMC; CSA, UL, і т.д.;

– умови довкілля; ступінь захисту корпусу; ремонт «по-місцю».

5. Вплив на зовнішнє середовище:

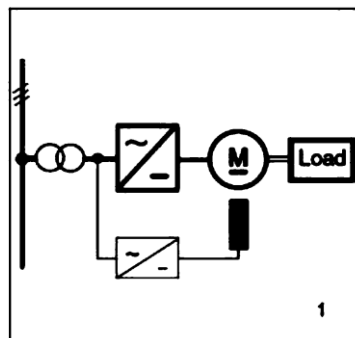
– спотворення мережевої напруги EMC.

6. Відведення тепла.

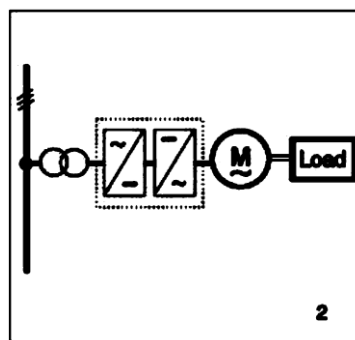
Порівняння основних характеристик приводів постійного та змінного струму у промисловому застосуванні. Порівняння проводиться між 6-пульсними 3-фазними тиристорними приводами постійного струму з незалежним збудженням і 3-фазними електроприводами змінного струму на перетворювача частоти з широтно-імпульсною модуляцією та асинхронного двигуна:

ППС – $P = 11 \text{ kW} \dots 5200 \text{ kW}$; $U = 200 \text{ V} \dots 1190 \text{ V}$

ДЗС – $P = 0.75 \text{ kW} \dots 2000 \text{ kW}$; $U = 380 \text{ V} \dots 690 \text{ V}$



Привід постійного струму



Привід змінного струму

Рисунок 2.13 – Схема ДПС та ДЗС

При першому розгляді істотних відмінностей між цими приводами не так багато; однак, при більш детальному розгляді, виявляються характерні особливості приводів та відмінність фізичних принципів функціонування. Далі у статті розкриваються аспекти відхилення приводів за такими пунктами:

- характеристики двигунів як електромеханічних перетворювачів
- характеристики перетворювачів електричної енергії
- 4-х квадрантні приводи
- вплив на зовнішнє середовище
- модернізація приводів постійного струму

Відмінності між двигунами постійного та змінного струму.

Більшість користувачів мають таке загальне уявлення про електродвигуни: «Двигуни постійного струму складні, що вимагають частого обслуговування, що робить їх експлуатацію дорогою; до того ж вони мають низький рівень захисту. Двигуни змінного струму (асинхронні двигуни) прості і надійні, не потребують обслуговування, мають нижчу ціну, а також більш високий ступінь захисту». Така класифікація може бути правильною для багатьох простих застосувань; проте цей загальний вердикт бажано піддати більш ретельному розгляду!

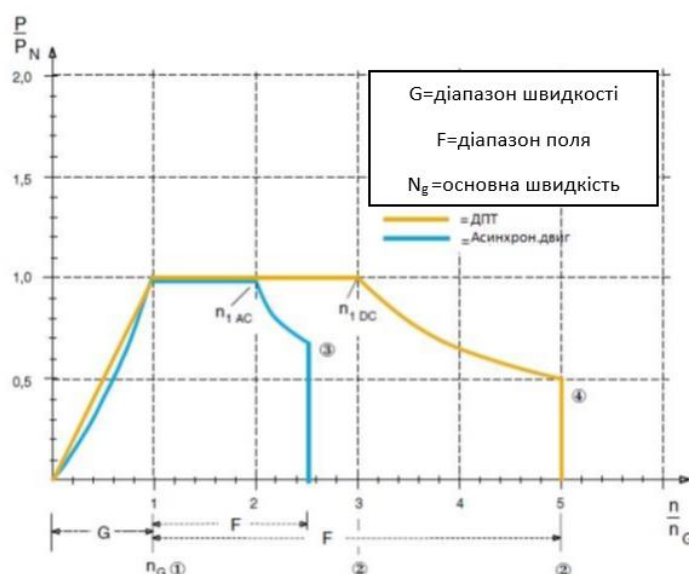


Рисунок 2.14 – Характеристики ДПС та ДЗС

На відміну від стандартного асинхронного двигуна з фіксованою базовою (номінальною) частотою обертання (синхронні швидкості 3000/1500/1000/... об/хв на 50 Гц), двигун постійного струму може бути спроектований з базовою частотою обертання в діапазоні приблизно від 300 до 4000 об/хв для кожної робочої точки. Залежно від типорозміру двигуни постійного струму (як компенсовані, так і не компенсовані) можуть мати область роботи з ослабленням поля 1 : 3 або 1 : 5 . Обмеження потужності пов'язане з максимальним моментом асинхронного двигуна, що зменшується квадрату швидкості ($1/n^2$). Обмеження потужності пов'язане із зменшенням комутаційної здатності колекторного двигуна постійного струму.

Порівняння робочих характеристик двигунів показує, що двигун постійного струму вигідніший за асинхронний при тривалій роботі на низьких швидкостях і для широкого діапазону швидкостей при постійній потужності. Перевантажувальна здатність у короткочасному режимі залежить не тільки від параметрів двигуна, але великою мірою від характеристик перетворювача частоти/тиристорного перетворювача. Чим ширший діапазон швидкостей, у якому двигун може видати максимальну потужність, тим краще може бути адаптований до процесів, що вимагають забезпечення постійного моменту у всьому діапазоні швидкостей. Типове застосування: намотувальні пристрої.

Типорозміри, моменти інерції та час розгону: Основні технічні відмінності двигунів постійного та змінного струму, методи формування магнітного потоку та розсіювання втрат потужності також обумовлюють різні розміри (висота осі обертання вала H) та момент інерції ротора (J_{rotor}), при одному і тому ж номінальному моменті обертання двигуна. Двигуни постійного струму мають значно меншу висоту осі обертання H і масу ротора, ніж асинхронні двигуни, і отже володію нижчим моментом інерції ротора J_{rotor} , що є істотною перевагою у високодинамічних застосуваннях, таких як випробувальні стенди, леткі ножиці та реверсивні приводи. це впливає на час розгону та динамічний відгук двигуна у 4-х квадрантних додатках (у рухових та гальмівних режимах).

Широкий діапазон швидкостей при постійній потужності (робота з ослабленням поля або діапазон регулювання збудження): Для спеціалізованих приводних додатків, як привід намотника та розмотувача, випробувальний стенд, лебідка тощо, потрібний дуже широкий діапазон швидкостей при постійній потужності. У цьому випадку традиційний режим роботи з ослабленням поля двигуна постійного струму з незалежним збудженням є особливо економічно ефективним.

Обслуговування двигуна:

В даний час, залежно від складності програми, ресурс щіток двигуна постійного струму становить приблизно 7000 ... 12000 годин, завдяки сучасному колекторному вузлу, вуглецевим щіткам і оптимізованому полю збудження. Залежно від механічних умов експлуатації, інтервал заміни мастила в двигунах постійного/змінного струму може бути порівнянний, а часто і менше, ніж ресурс щіток колекторного двигуна.

Ступінь захисту двигуна:

Історично склалося так, що починаючи з 20-х років двигуни постійного струму розроблялися в основному для регульованих приводів, що зумовило застосування в них внутрішньої форсованої незалежної вентиляції (прим. в 85% двигунів до 250 kW). Стандартні асинхронні двигуни активно почали застосовуватися в 70-х/80-х роках і здебільшого (прим. 90 % до 250 kW) вироблялися з поверхневою самовентиляцією, оскільки частотно-регульовані приводи тоді не були поширені. Практично всі асинхронні двигуни потужністю, прим. до 1400 kW мають ступінь захисту IP 54, як стандарт, завдяки їхній простій і міцній конструкції. Для експлуатації в зонах з підвищеною небезпекою практично виключно використовуються вибухозахищені асинхронні двигуни. Асинхронний двигун відіграв для себе провідну позицію та довів свою ефективність у тих секторах промисловості, які характеризуються агресивними умовами навколишнього середовища, високим ступенем забрудненості та запиленості.

Відмінності між тиристорними перетворювачами постійного струму та перетворювачами частоти

Комутація та перетворення електричної енергії:

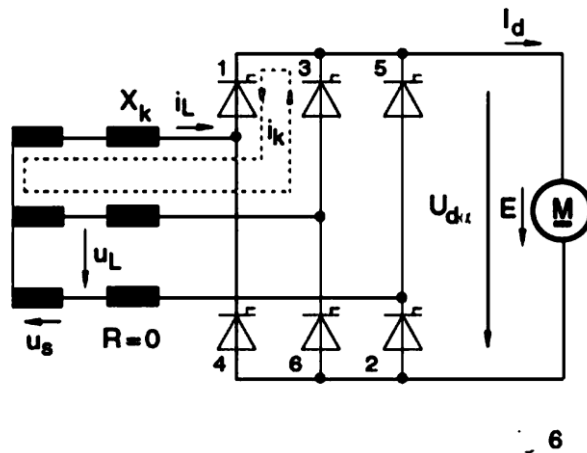


Рисунок 2.15 – Структурна схема 1-квadrантного привоу постійного струму

Перехід струму від одного тиристора до іншого починається з пускового імпульсу і після цього продовжується в лінійно взаємопов'язаному режимі. Це означає, що напруга між комутованими фазами мережі поляризується таким чином, що струм тиристора, що знову відкривається, збільшується, і замикає попередній тиристор, знижуючи його струм до нуля. Комутація тиристорів проводиться природним шляхом (напругою мережі) при переході струму через нуль і замикання тиристорів відбувається без будь-яких проблем навіть при значному навантаженні. Тому тиристори можуть вибиратися не за піковим струмом, а за середньодіючим номінальним струмом навантаження.

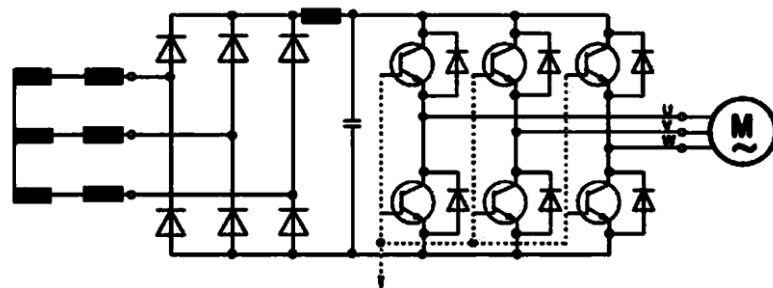


Рисунок 2.16 – Структурна схема перетворювача частоти

Хоча вхідний випрямний міст перетворювача частоти працює подібно до привоу постійного струму, проте випрямлений ним струм повинен бути

перетворений назад у 3-х фазний змінний за допомогою інвертора. Оскільки постійного струму немає жодних переходів через нуль, то перемикаючі елементи (IGBT транзистори) повинні переривати повний струм навантаження. Коли IGBT транзистор закривається, струм проходить через зворотний діод протилежний полюс напруги постійного струму. Перемикання відбувається без контролю напруги, але воно можливе будь-коли незалежно від форми мережевої напруги.

Результат: Комутація в перетворювачах частоти відбувається з великою частотою і у вихідній напрузі з'являється високочастотна складова і можуть виникнути проблеми з електромагнітною сумісністю. Перетворювачі постійного струму мають лише один контур перетворення енергії (AC → DC). У перетворювачах частоти два контури перетворення енергії (AC → DC та DC → AC), тобто. втрати потужності подвоюються порівняно із приводами постійного струму.

Втрати потужності, одержані емпіричним шляхом наступні: ДПС - 0.8 % ... 1.5 % від номінальної потужності; ДЗС - 2%...3.5% від номінальної потужності. Місце, необхідне розміщення шафи перетворювача потужністю від 100 kW: ДПС - 100 %, ДЗС - 130 % ... 300 %. Ця перевага приводів постійного струму обумовлює зменшення розміру та вартості електрошафи та системи охолодження.

Вплив на напругу мережі:

Лінійні струми приводів постійного струму з 6-пульсним тиристорним мостом завжди будуть утримувати крім основної гармоніки ще 5-у, 7-у, 11-у та 13-ю гармоніки у відповідному відсотковому відношенні: 22 %, 14 %, 9 %, 7.6 % . В у разі роботи кількох приводів постійного струму, підключених в одному джерелі напруги, вони трохи врівноважують один одного за рахунок різної фазової послідовності, і загальне спотворення напруги буде знижено. У перетворювачах частоти перемикання IGBT транзисторів практично не створює низькочастотних гармонійних спотворень, але суттєвими є високочастотні складові.

Реактивна потужність:

Обидва типи приводів споживають реактивну потужність з мережі. Її розмір не значний у частотно-регульованих приводах, а приводах постійного струму більш значний і залежить від частоти обертання двигуна. Перевага у цьому питанні мають частотні приводи. Значення, отримані емпіричним шляхом для приводів постійного струму: 1-квартні програми - $\cos 0 \dots 0.9$ 4-квартні програми - $\cos 0 \dots 0.85$. Значення, отримані емпіричним шляхом для частотно-регульованих приводів: 1-квартні програми (з діодним входним мостом) - $\cos \approx 0.99$ 4-квартні програми (з тиристорним входним мостом та рекуперацією в мережу) - $\cos \approx 0.9$.

Модернізація наявних приводів постійного струму.

Коли виникає питання про те, чи варто модернізувати існуючий привід постійного струму або дешевше повністю його замінити на електропривод змінного струму, треба підійти до цього питання виважено і розглянути всі аргументи і «за» і «проти».

В основному є кілька рівнів модернізації:

- Повна заміна приводу постійного струму (перетворювача та двигуна) на новий сучасний привід постійного струму.
- Заміна лише перетворювача, якщо двигун у хорошому стані.
- Заміна одного з модулів перетворювача на новий
- Заміна аналогової електроніки на цифрову без зміни силової частини (рекомендується тільки на потужностях більше 1 МВт).
- Повна заміна усієї приводної системи на частотно-регульований привід.

Відповідаючи на запитання, про який підхід вибрати в кожному конкретному випадку, важливо оцінити низку критеріїв:

- Чи може виникнути потреба у зміні приводу в майбутньому (змінюватися тип або характер навантаження, умови експлуатації тощо)

- У якому стані знаходяться індивідуальні компоненти системи (надійність, вік, експлуатаційні витрати)?
- До прийняття рішення щодо заміни приводу постійного струму на ЧРП врахуйте наступні пункти:
 - Витрати на прокладання нових кабелів.
 - Місце розміщення перетворювача частоти.
 - Чи потрібна заміна комутаційної апаратури?
 - Можливість та складність механічного монтажу нового двигуна
 - Тривалість усіх робіт із заміни приводів.

2.4 Розрахунок кульково-гвинтової передачі

Основні геометричні параметри кульково-гаинтової передачі:

- d_0 – номінальний діаметр різьблення;
- p – крок різьблення;
- d_w – діаметр кулі;
- α – кут контакту ($\alpha = 45^\circ$);
- i_3 – кількість входів ниток (зазвичай $i_3 = 1$);
- d_3 – це внутрішній діаметр гвинтової нитки уздовж нижньої частини

розетки:

$$\boxed{d_3 = d_0 - 1,012d_w}, \quad (2.1)$$

$$25 - (1.012 * 3) = 21.964$$

d – зовнішній діаметр гвинтової нитки:

$$\boxed{d = d_0 - 0,35d_w}. \quad (2.2)$$

$$25 - (0.35 * 3) = 23.95$$

Щоб запобігти відкриттю між однією з гайок і корпусом під час експлуатації, створюють силу $F_H(N)$ попередньої напруги ϵ

$$F_h = (0.1 \dots 0.2)C_a \text{ при умові } F_h \geq F_a/3 \quad (2.3)$$

$$F_H \geq \frac{17321}{3} = 5773.66$$

$$0.1 * 16580 = 1658$$

де C_a – динамічна осьова вантажопідйомність кульково-гвинтової передачі, N (див. табл. 2.2): F_a – зовнішня осьова сила, N .

При дії зовнішньої осьової сили F_a на гвинт перерозподіляються сили, що діють на гайки. Так, наприклад, якщо на передачу, зібрану з силою попереднього натягу F_H з боку лівої гайки буде діяти зовнішня осьова сила F_a , то осьові сили J і F_n , діючи в зонах контакту з гвинтом відповідно, лівими і правими гайками, визначаються за формулами:

$$\left[F_L = F_H(1 + 0,25 F_a/F_H)^2; \quad F_{II} = F_L - F_a \right] \quad (2.4)$$

$$F_l = 1658(1 + 0.25 * \left(\frac{17321}{1658}\right))^2 = 21623$$

$$F_p = 21623 - 17321 = 4302.57$$

Для обчислюваного значення осьової сили F_E в передачі береться більше з двох значень: $F_E = F_n$ або $F_E = F_n$.

В передачах без попереднього натягу $F_E = F_a$.

Розрахунок передачі на міцність. Основними критеріями продуктивності добре змащених і захищених трансмісій є стійкість до контактної втоми робочих поверхонь і відсутність пластичних деформацій.

Подібно до підшипників кочення кульково-гвинтові передачі не конструюють, а підбирають з каталогу. Розрахунок здійснюється за динамічно

осьовим навантаженням для запобігання руйнування і по статично осьовим навантаженням для запобігання пластичних деформацій.

У таблиці 2.1 показано значення базових динамічних C_a та статичних C_0 осьових навантажень кульово-гвинтових передач з трьозахідними гайками.

Таблиця 2.2 – Кульові гвинтові передачі (вибірка)

Номінальна діаметр різьби </". Мм	Крок різьблення р, мм	Діаметр кульки DW, Мм	Базова осьова вантажопідйомність, Н	
			динамічний C_a	статичний C_0 ,
25	5 10	3	16580	28100
25 32	5 10	6	46400	48800
32		3	17710	37500
		6	49800	65 000

Для для передач які мають гайки з 1; 2; 4; 5 або 6 витками значення таблиці C_a повинні бути зменшені відповідно на 2,57; 1,42; 0,78, 0,64 або 0,55 рази, а значення C_{0a} також повинні бути зменшені відповідно в 3; 1,5; 0,75; 0,6 або 0,5 рази відповідно.

Базова динамічна осьова вантажопідйомність C_0 – осьова сила в Н, яку може сприймати кульково-гвинтова передача з базовою довговічністю, складає 10^6 обороту гвинта.

Базова статична осьова вантажопідйомність C_{0a} - це статична осьова сила в Н, що викликає загальну залишкову пластичну деформацію кульки, гвинтових канавок і гайки, що дорівнює діаметру кулі 0,0001.

Базова динамічна осьова вантажопідйомність відповідає надійності 90% і поширюється на передачі, виготовлені для нормальних умов експлуатації. Якщо властивості матеріалу відрізняються від звичайних, а також в залежності від класу точності і з підвищеними вимогами до надійності передачі, значення

скоригованої динамічної осьової вантажопідйомності $C_{ДК}$ визначається за формулою

$$C_{aK} = K_M K_P K_a C_a, \quad (2.5)$$

$$1.7 * 1 * 1 * 16580 = 28186$$

де K_m – коефіцієнт з урахуванням якості матеріалу (звичайне плавлення $K_m=1$, плавлення з вакуумною дегацією, $K_m=1,25$, вакуумний переплав, $K_m=1,7$); $K_{П}$ – коефіцієнт надійності передачі (при 90% надійності $K_{П}=1$, при 95% $K_{П} = 0,85$, при 97% $K_{П} = 0,75$);

K_a – коефіцієнт, який враховує точність передачі ($K_a = 0,8...1,0$ – великі значення відповідають високоточним передачам); C_a є базовим динамічним осьовим навантаженням на кульково-гвинтову передачу в Н.

Показником довговічності кульково-гвинтових передач є ресурс, тобто час роботи до граничного стану (втома фарбування рухомих поверхонь), виражений в мільйонних оборотах гвинта L або в годинах L_h :

$$L = (C_{aK}/F_F)^3, \text{ млн. об.}; \quad (2.6)$$

$$L = \left(\frac{28186}{1658}\right)^3 = 4913$$

$$L_h = 10^6 L / (60n), \text{ ч}, \quad (2.7)$$

$$n = 11.4 * \frac{1000}{5} = 2280$$

$$L_h = 10^6 * \frac{4913}{60 * 2280} = 35913.74$$

де $C_{ак}$ – зкореговна динамічна вантажопідйомність, Н; F_E – парна осьова сила, Н; L – швидкість гвинта, min^{-1} . Умова придатності кулькової гвинтової передачі є

$$L_h \geq L'_h, \quad (2.8)$$

$$35913.74 \geq 30000$$

де L_h – розрахунковий ресурс, h ; L'_h – є даним ресурсом, h .

Статична контактна міцність забезпечується при задоволенні умови

$$F_F \leq K_{0a} C_{0a} \quad (2.9)$$

$$1658 \leq 25290$$

де F_E – розрахункова осьова сила, Н, K_{0a} – коефіцієнт, який враховує точність передачі ($K_{0a} = 0,7..1,0$ – великі значення відповідають високоточним передачам); C_{0a} – базова статична осьова вантажопідйомність, Н. Розрахунок стійкості передачі виконується так само, як і для передачі гвинт-гайка ковзання.

Правила проектування.

1. Вкладиші з обвідним каналом для повернення кульок виготовляються з загартованої сталі, точно підганяють гайки до вікон і запаюють. Довговічність передачі істотно залежить від точності поєднання зворотного каналу з різью гайки.

2. Порожнина гайки заповнюється пластиковим мастилом під час складання. Гайка постачаються з ущільнюючими пристроями і пристроями для очищення гвинтової нитки від забруднень (в основному циліндричними гармоніками і пластиковими герметизуючими гайками).

3. Багатопрхідні гвинти дозволяють отримати високу швидкість осьових рухів приводів.

Рекомендації щодо проектувального розрахунку.

Метою розрахунку є визначення основних геометричних розмірів кулькової гвинтової передачі, забезпечення її працездатності в заданих умовах завантаження, а також вибір стандартної передачі.

По-перше, знайдено приблизне значення необхідної базової динамічної осьової вантажопідйомності C'_a (Н):

За таблицею виберіть кульково-гвинтову передачу з найближчим великим значенням базової динамічної осьової вантажопідйомності C_a .

Обчисліть ресурс отриманої передачі: виконайте статичний тест на міцність контакту і стабільність. З позитивними результатами розрахунку, попередніми розмірами і характеристиками прийнятий як остаточний. В іншому випадку розмір передачі змінюється до тих пір, поки не будуть виконані всі критерії продуктивності: стійкість до контактної втоми, статична контактна міцність, стабільність гвинта.

Висновок до розділу 2

Основним недоліком аналогового приводу постійного струму є низька завадостійкість, складність у налаштуванні та нестабільність параметрів. Як датчик зворотного зв'язку по швидкості застосовується тахогенератор, що має ті ж недоліки, що і колекторний двигун. Для реверсивних приводів після тахогенератора доводиться встановлювати діодний міст, що обмежує діапазон регулювання на малих швидкостях через зникнення зворотного зв'язку. У разі синхронізації механізмів з різними приводами в режимі «провідний – ведений частотний перетворювач набагато кращим, т.к. як датчик швидкості застосовуються цифрові датчики типу енкодера, резольвера або sin/cos перетворювачі, що дозволяє будувати системи з електричними валами. Наявність додаткових пристроїв (опцій) частотних перетворювачів дозволяють нарощувати функції останніх: збільшувати число входів виходів, використовувати сучасні шини та протоколи обміну, застосовувати привід у пристроях позиціонування, стежити за температурним режимом двигуна та приводу, використовувати привід у режимі віртуального кулачка (змінна

швидкість обертання за один оборот валу) та багато іншого. Сучасні мікроконтролери, що управляють частотним перетворювачем, дозволяють обробляти дані за період у кілька десятків мікросекунд (десять років тому цей час становило 200 мС), що дозволило розширити діапазон регулювання зі зворотним зв'язком до 1:1000 з точністю підтримки швидкості 0,2 обороту у всьому діапазоні, що наближає частотні приводи до сервоприводів.

Однак, враховуючи стійке зростання ринку регульованих приводів, очікується, що обсяг ринку приводів постійного струму залишиться більш менш стійким протягом деякого періоду. Це уявлення підтверджено останніми дослідженнями ринку. Порівняння робочих характеристик двигунів показує, що двигун постійного струму вигідніший за асинхронний при тривалій роботі на низьких швидкостях і для широкого діапазону швидкостей при постійній потужності. Перевантажувальна здатність у короткочасному режимі залежить не тільки від параметрів двигуна, але великою мірою від характеристик перетворювача частоти/тиристорного перетворювача. Чим ширший діапазон швидкостей, у якому двигун може видати максимальну потужність, тим краще може бути адаптований до процесів, що вимагають забезпечення постійного моменту у всьому діапазоні швидкостей.

3 ПРОГРАМУВАННЯ ТА ОБРОБКА ДЕТАЛІ

3.1 EDGECAM

EDGECAM – сімейство сучасних CAM-систем, об'єднаних спільним інтерфейсом та єдиним підходом до вирішення завдань технологічного проектування. Завдяки універсальності рішень та відкритості даних EDGECAM успішно використовується підприємствами найрізноманітніших галузей.

EDGECAM забезпечує:

- побудова геометричної моделі деталі;
- завдання обробки: побудова траєкторії руху інструменту та призначення технологічних команд;
- отримання керуючих програм для різних верстатів із ЧПК;
- автоматичне створення тексту програми мовою EDGECAM;
- засоби розробки та налагодження програм;
- обмін геометричними даними з іншими CAD/CAM-системами;
- засоби налаштування на конкретне обладнання з ЧПК.

EDGECAM/Токарна обробка

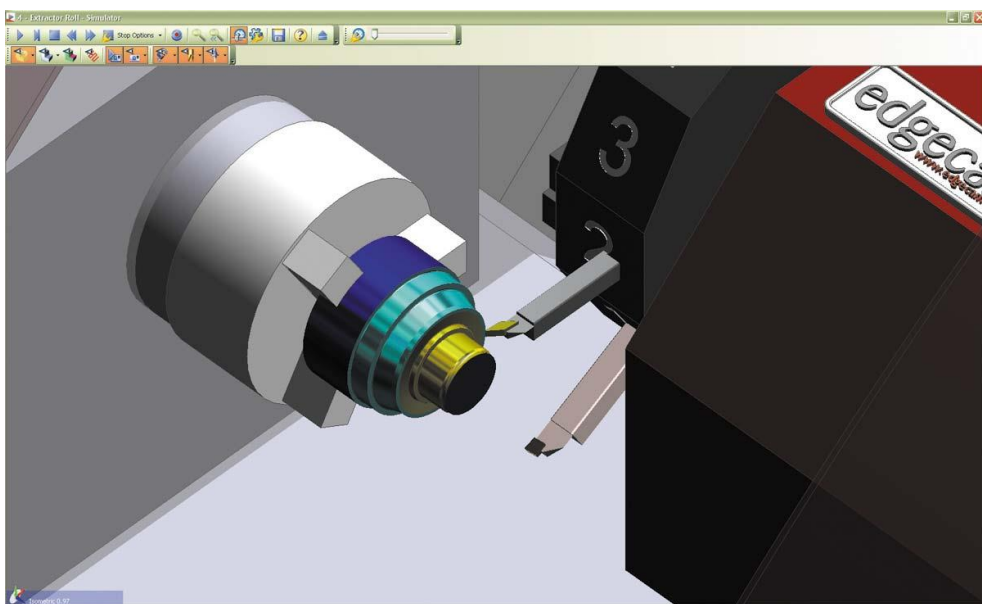


Рисунок 3.1 – Візуалізація токарної обробки

Програма призначена для проектування керуючих програм обробки деталей на токарних та карусельних верстатах із ЧПК, а також на обробних центрах.

- Виділення зони обробки, обмеженої контурами деталі, заготівлі та спеціальними «забороненими» зонами.
- Опис інструментів різних типів.
- Автоматична генерація траєкторії для попережидної обробки (точіння, розточування, підрізка, точення канавок, нарізання різьблення і мітчик, обробка гвинтового паза, свердління та ін.).
- Графічний контроль стану заготовки після кожного переміщення інструменту.
- Перевірка на предмет зіткнень інструменту з патроном, деталлю та заготівлею (на прискорених переміщеннях).

3.2 Написання програми для обробки деталі

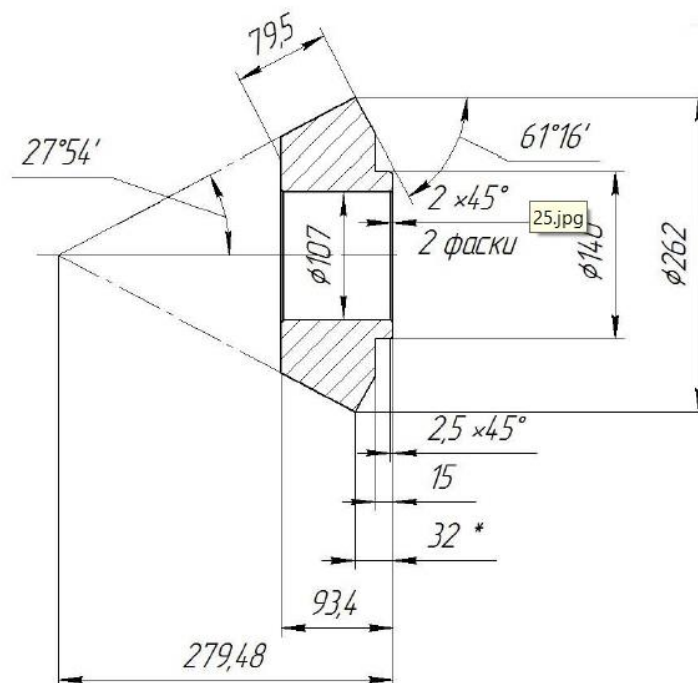


Рисунок 3.2 – Ескіз деталі колесо

Карта кодування інформації для верстата із системою ЧПК
«НААС»

						5	1
СумДУ	Завдання №1						
Колесо							005
Обладнання, пристрій ЧПК			Особливі вказівки				
НААС							
Кодування інформації, зміст кадру					Зміст переходу		
%							
00001(KOLESO)							
N1 G28 U0 W0							
N2 G54 G21 G18							
N3 G40 G80 G97 G99							
N4 T0101							
N7 S1200 M04							
N8 G0 X270.							
N9 Z2.							
N10 M8							
N11 G1 G41 Z0.F.15							
N12 X-1.							
N13 Z2.G40							
N14 G0X261.6							
N15 G71U2.R.2							
N16 G71P17Q23U.4W.2F.25							
N17 G0X131.772S100							
N18 G1Z.946F.2							
N19 X139.6Z-2.969							
N20 Z-15.							
N21 X198.565							
N22 X260.411Z-32.							
N23 X261.6							
					Розроб.		
					Н. контр.		
ККІ							

		5	2
Колесо			005
Кодування інформації, зміст кадру		Зміст переходу	
N24 G0Z2			
N25 G70P17Q23			
N26 G0Z1.5 M9			
N28 M5			
N29 Z150			
N30 X300			
T0202			
N31 G97			
N32 G99			
N33 S600 M04			
N34 G0 X0.Z5			
N35 Z2			
N36 M8			
N37 G1Z-3 F.08			
N38 G0 Z10.			
N39 M9			
N40 Z150			
N41 X300			
T0303			
N43 G97			
N44 G99			
N45 M8			
N46 S850 M04			
N47 G0 X0.Z5			
N48 Z2.			
N49 M8			
N50 G83 Z-115.R-3.Q0F.05			
N51 G0 Z5.M9			
N52 M05			
N53 X300			
N54 Z150			
KKI			

		5	3
Колесо			005
Кодування інформації, зміст кадру		Зміст переходу	
N60 T0404			
N61 G50S5000			
N62 G96S100M04			
N63 G0X38.617Z1.414			
N64 G71U2.R.2			
N65 G71P66Q72U-.4W.2F.25			
N66 G0X115.228S550			
N67 G1Z.946F.4			
N68 X107.4Z-2.969			
N69 Z-91.972			
N70 X121.542Z-101.187			
N71 Z-106.971			
N72 X38.617			
N73 G0Z1			
N74 X38.617			
N75 G70P96Q102			
N76 Z1.			
N77 M05			
N78 M9			
N79 Z150			
N80 X300			
N81 M05			
N82 M30			
%			
%			
O0002(KOLESO)			
N1 G28 U0 W0			
N2 G54 G21 G18			
N3 G40 G80 G97 G99			
N4 T0101			
N7 S1200 M04			
KKI			

		4	4
Колесо			005
Кодування інформації, зміст кадру			
N8 G0 X270.			
N9 Z2.			
N10 M8			
N11 G1Z0.F.25			
N12 X-2.			
N13 Z2.			
N14 G0X264			
N15 G0Z3.			
N16 G71U2.R.2			
N17 G71P18Q21U.4W.2F.25			
N18 G0X193.524S100			
N19 G1Z2.936F.2			
N20 X263.231Z-63.169			
N21 X263.866			
N22 G0Z3.538			
N23 G70P18Q21			
N24 Z1.			
N25 M05			
N26 M9			
N27 Z150			
N29 X300			
N30 M05			
N31 M30			
%			
KKI			

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів приміщення

Відповідно до теми дипломної роботи в якості об'єкта дослідження в розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» обраний комп'ютерний клас навчального приміщення СумДУ, так як в даній аудиторії А-211 проводилася підготовка результатів дослідження магістерської роботи.

Дане приміщення знаходиться на другому поверсі лабораторного корпусу «А». Загальна площа приміщення складає 30,21 м², висота 2,7 м, приміщення має два вікна. Кількість працюючих в приміщенні – 15 чоловік. Таким чином, на одного працюючого в приміщенні приходиться 2,014 м² робочої площі. Відповідно СНиП 2.09.04-87 [1] на кожного працюючого повинно приходиться не менше 4 м²/чол. робочої площі. Таким чином, нормативи розмірів і забезпечення працюючих необхідною площею не витримані.

4.1.1 Аналіз стану охорони праці в обраному приміщенні

При виконанні робіт на персональному комп'ютері (ПК) згідно ГОСТу 12.0.003-74 [2] «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» підрозділяють за природою дії на наступні групи чинників:

- хімічні;
- фізичні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

На рисунку 4.1 зображено план приміщення. Розглянемо ряд небезпечних і шкідливих чинників, які виникають в комп'ютерному класі навчального приміщення і проаналізуємо їх.

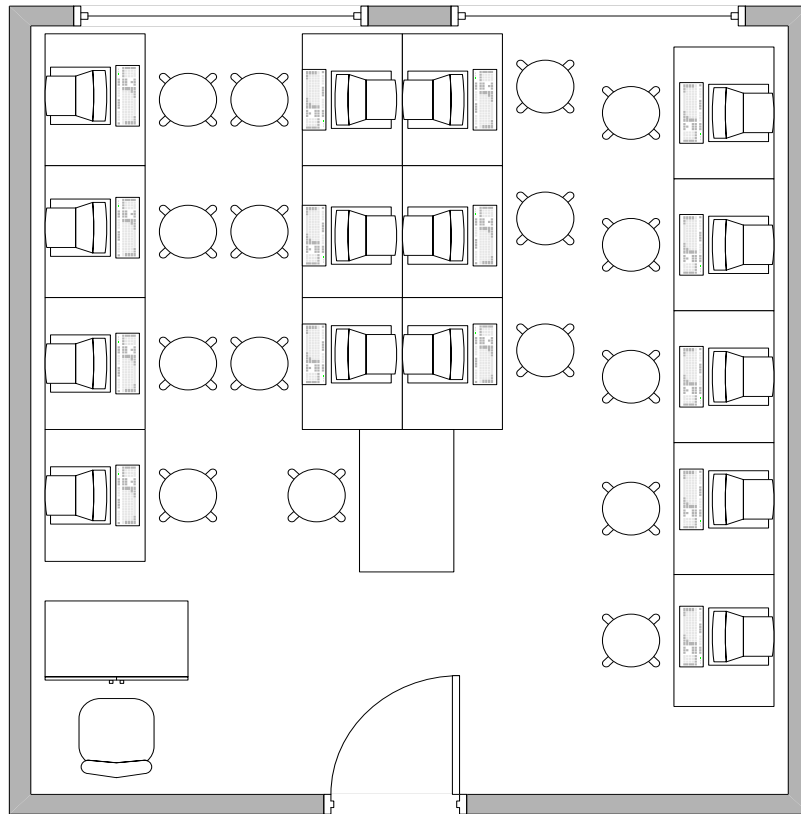


Рисунок 4.1 – План приміщення

В повітрі приміщень майже завжди є присутніми забруднюючі речовини, які при перевищенні встановлених нормами меж можуть чинити несприятливу дію на працюючого.

1 Хімічний чинник

Робітники комп'ютерного класу зіштовхуються з такими хімічними чинниками, як дією на людину їдких та подразнюючих речовин.

По ГОСТу 12.1.007-76 [3] існує 4 класи небезпеки шкідливих речовин. У приміщенні комп'ютерного класу є присутніми шкідливі речовини 3-4 класу небезпеки: помірно небезпечні і малонебезпечні (пил і виділення парів етилового спирту після профілактичної чистки ПК) з концентраціями (0,7 мг/м³, 200 мг/м³).

За змістом цих шкідливих речовин при порівнянні з нормами робимо висновок про клас умов праці (УП): допустимий, оскільки їх концентрації менше ГДК.

Для пилу ГДК складає $0,75 \text{ мг/м}^3$, а для спирту ГДК складає 1000 мг/м^3 . Інших шкідливих речовин в приміщенні не знайдеться. Отже, по хімічному чиннику робимо висновок, що умови праці в комп'ютерному класі допустимі.

2 Фізичний чинник

Робітники комп'ютерного класу зіштовхуються з дією таких фізичних факторів, як підвищення рівня шуму, стан мікроклімату в приміщенні, відсутність або недостатність освітленості робочої зони, забезпечення електробезпеки а також протипожежний захист.

2.1 Освітленість приміщення і робочих місць

В даному приміщенні комп'ютерного класу можна встановити розряд зорової роботи. Оператор сприймає зображення на екрані, повинен постійно стежити за динамікою зображення, розрізняти текст рукописних або друкарських матеріалів, виконувати машинописні, графічні роботи і інші операції, програмує. Дуже часто роботи ведуться при фіксованому напрямі лінії зору оператора на робочу поверхню. На основі цього розряд зорової роботи встановлюється як I а.

Природна освітленість допустима, забезпечується в приміщенні 2-ма великими вікнами. Штучне освітлення складає 350 лк, що відповідає встановленим нормам по освітленості для приміщень адміністративних і громадських, по яких освітленість приміщень повинна знаходитися в межах 300-500 лк. Слід обмежувати пряму блескність від джерел освітлення, при цьому яскравість поверхонь (вікна, світильники та ін.), що світяться, знаходяться в полі зору, має бути не більше 200 кд/м^2 . Також слід обмежувати відбиту блескність на робочих поверхнях (екран, стіл, клавіатура та ін.) за рахунок правильного вибору типів світильників і розташування робочих місць по відношенню до джерел природного і штучного освітлення, при цьому яскравість відблисків на екрані ПЕВМ не повинна перевищувати 40 кд/м^2 і яскравість стелі не повинна перевищувати 200 кд/м^2 .

Показник засліпленості для джерел загального штучного освітлення в приміщеннях не більше 15.

Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50 до 90 градусів з вертикаллю в подовжній і поперечній площинах повинна складати не більше 200 кд/м², захисний кут світильників має бути не менше 40 градусів.

Світильники місцевого освітлення повинні мати відбивач, що не просвічує, із захисним кутом не менше 40 градусів.

Слід обмежувати нерівномірність розподілу яскравості у полі зору користувача ПЕВМ, при цьому співвідношення яскравості між робочими поверхнями не повинне перевищувати 3:1-5:1, а між робочими поверхнями і поверхнями стін і устаткування 10:1.

Даний комп'ютерний клас відповідає всім перерахованим вимогам умов праці за показниками світлового середовища.

4.1.2 Стан мікроклімату в приміщенні комп'ютерного класу

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ [4] параметри мікроклімату повинні відповідати значенням параметрів поданих в таблиці 7.1. В даному приміщенні комп'ютерного класу впродовж усього року підтримуються нормовані значення температури, вологості повітря, і швидкості руху повітря.

Таблиця 4.1 – Оптимальні норми мікроклімату для приміщень з ЕОМ

Період року	Категорія робіт, Вт	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Легка - 1	22-24	40-60	0,1
Холодний	Легка - 1	21-23	40-60	0,1
Теплий	Легка - 1	23-25	40-60	0,1
Теплий	Легка - 1	22-24	40-60	0,1

1. Рівень шуму у комп'ютерному класі

На оператора в комп'ютерному класі впливає шум. Джерелами шуму є різні друкуючі пристрої, кондиціонери. Проте їх рівень шуму зведений до

мінімуму, завдяки використанню звукоізолюючих корпусів. Якщо оператор і піддається дії шуму, то лише короткочасно при роботі друкуючих пристроїв.

При фактичному вимірі рівень шуму, який вони створюють, складає 45дБа, що відповідає нормованому значенню, згідно ГОСТ 12.1.003-83 [5] він складає 60 дБа.

Звідси слідує, що аудиторія А-211 за умовами праці допустима.

2. Забезпечення електробезпеки

У даному приміщенні знаходяться робочі комп'ютери, принтери, сканери, безперебійні джерела живлення, які можуть бути причиною ураження людей електричним струмом. Хоча в усіх цих приладах застосовані сучасні заходи захисту, все ж проводиться постійний контроль з боку електровідділу відносно стану електропроводки, вимикачів, штепсельних розеток і шнурів, за допомогою яких включаються в мережу електроприлади.

Основне живлення використовуваного устаткування здійснюється від 3-х фазній мережі, частотою 50 Гц, напругою 220 В.

В даному приміщенні все устаткування відповідає ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ [6]. Згідно стандарту устаткування повинно мати I клас захисту. Лінія електромережі для живлення електроприладів виконана як окрема 3-х дротяна мережа, шляхом прокладення фазного, нульового робочого і нульового захисного проводів. Захисне заземлення (занулення) здійснюється при підключенні електроприладів до мережі за допомогою трьох дротяного електричного шнура із спеціальним заземлюючим контактом. Нульовий захисний дріт прокладений від стійки групового розподільного щита до розеток живлення. Площі перетинів нульового захисного, нульового робочого і фазного проводів рівні.

Приміщення, де обладналося робоче місце, відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки поразки електричним струмом згідно ГОСТ 12.1.005-88 [4].

По ступенях захисту від поразки електричним струмом відповідає класу захисту 1.

3. Забезпечення протипожежних заходів

Згідно ОНТП 24-86 [7] класифікації приміщень за пожежною безпекою приміщення комп'ютерного класу відноситься до категорії В.

Пожежна безпека забезпечується системою запобігання пожежі і системою пожежного захисту. У приміщеннях вивішені «Плани евакуації людей при пожежі», регламентуючі дії персоналу у разі виникнення вогнища займання і що вказує місця розташування пожежної техніки.

У необхідних місцях розміщені ручні вогнегасники (вуглекислі ОУ-8 у кількості 1 шт).

Засобами виявлення і сповіщення про пожежу є автоматичні датчики-сигналізатори про пожежу типу ДТП, що реагують на підвищення температури. Засобом сповіщення співробітників про пожежу слугує автоматична пожежна сигналізація.

4 Вплив електромагнітного випромінювання (ЕМВ) на оператора

Джерелом неіонізуючих ЕМВ в приміщенні комп'ютерного класу є електричні прилади (монітори ПК, розмножувальна техніка). Їх дія на людину відбувається в процесі роботи з пристроями. Проте, оргтехніка сертифікована для роботи з нею людей, тому на певній відстані від устаткування ЕМВ не перевищує ПДУ. Звичайно це 60-90 см.

У залі з ПК на оператора діють електростатичне поле напруженістю до 18 кВ/м, постійні магнітні поля напруженістю до 0,2 А/м, ЕМВ від ПК напруженістю менше 10 В/м, які на відстані довше 60 см вже не перевищують ПДУ.

На основі перерахованих чинників підсумкова оцінка УП по неіонізуючих випромінюваннях в приміщенні з ПК допустима.

5 Біологічний чинник

Дане приміщення комп'ютерного класу не містить джерел виділення і розвитку мікроорганізмів, патогенних і непатогенних організмів, білкових препаратів, а так само гормонів, ферментів і фармацевтичних речовин.

По біологічному чиннику робимо висновок, що клас оптимальний.

6 Психофізичні шкідливі і небезпечні чинники

Психофізіологічні шкідливі і небезпечні чинники: напруга зору і уваги; інтелектуальні, емоційні і тривалі статичні навантаження; монотонність праці; великий об'єм інформації, що обробляється в одиницю часу; нераціональна організація робочого місця.

6.1 Забезпечення вимог технічної естетики

Забарвлення стін світло-коричневе, стелі – біле, підлога – лінолеум, світло-коричневе. Кольорове оформлення виконане з урахуванням рекомендацій СН-181-70 [8]: кольору стін, стелі, підлоги гармоніюють між собою. З точки зору кольоротерапії, жовтий і світло-коричневий кольори покращують настрій, позитивно впливають на нервову систему і внутрішні органи.

6.2 Забезпечення ергономічних параметрів робочого місця

Відповідно до вимог ГОСТ 12.2.032-78 [9] в комп'ютерному класі навчального приміщення СумДУ використовуються просторі робочі столи з висотою робочої поверхні 725 мм, а також робочі стільці, які мають відрегульовану висоту, певний кут нахилу сидіння і спинки, що повністю задовольняють роботу студента під час занять.

6.3 Інтелектуальне і психо-емоційне перенапруження оператора

Робота студента за комп'ютером характеризується високим рівнем психічного навантаження. Наслідками впливу є: швидка перевтома, головний біль, поганий сон та зниження працездатності. Інтелектуальним навантаженням людина піддається як сидячи за ПК, а й поза нею під час вирішення інших завдань, які пов'язані з набором тексту, формул, програмуванням. Проте за наявності ПК ступінь інтелектуальних і психо-емоційних навантажень зростає. Така небезпека проявляється і під час відповідальних завдань із використанням ПК. Ступінь його впливу залежить від рівня складності виконуваного завдання. Оператор ПК піддається її впливу протягом усієї робочої зміни. Щоб знизити ризик перевтоми, виснаження нервово-психічних ресурсів організму, для цього роблять перерви у роботі

регламентовані навчальним закладом. Монотонність роботи за показником УП допустимі.

4.2 Інженерне рішення щодо забезпечення необхідних умов праці

Проаналізуємо повітрообмін в приміщенні.

У відповідності з СНиП II-4-79 [10] та ГОСТ 12.4.021-75 [11] в приміщенні передбачена природна вентиляція.

При дослідженні достатності вентиляції в адміністративно-управлінських приміщеннях, відповідно до СНиП 2.09.04-87 [1] об'єм виробничого приміщення, який доводиться на одного робочого, повинен бути не менше 40 м³.

Якщо ці умови не виконуються, то для нормальної роботи в приміщенні необхідно забезпечити постійний повітрообмін за допомогою вентиляції не менше 30 м³/год на одного робочого.

Таким чином, для приміщень з нормальним мікрокліматом і за відсутності шкідливих речовин або дотриманням їх у межах норм необхідний повітрообмін, який визначається за формулою:

$$L_H = L^1 \cdot n, \quad (4.1)$$

де L^1 – об'єм повітря, необхідний одному працюючому на годину для нормальної роботи, $L^1 = 30\text{м}^3/\text{год}$;

n – найбільша можлива кількість працюючих у приміщенні.

$$L_H = 30 \cdot 15 = 450 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Фактичне значення повітрообміну L_ϕ , м³/год, в приміщенні здійснюється за допомогою природної вентиляції і визначається за формулою:

$$L_\phi = \mu \cdot F \cdot V \cdot 3600, \quad (4.2)$$

де μ – коефіцієнт витрати повітря 0,4-0,6, приймаємо $\mu = 0,55$;

F – площа кватирки ($F = 0,6 \cdot 1,2 = 0,72 \text{ м}^2$);

V – швидкість виходу повітря через кватирку або вентиляційний канал, м/с, яка розраховується за формулою:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta H_2}{y_6}}, \quad (4.3)$$

де g – прискорення вільного падіння, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;

ΔH_2 – тепловий тиск, який розраховується за формулою:

$$\Delta H_2 = h_2 \cdot (y_n - y_6), \quad (4.4)$$

де h_2 – відстань від площини рівного тиску до центру кватирки, м;

y_n і y_6 – відповідно об'ємна вага повітря ззовні приміщення та всередині його, кг/м^3 .

Її можна визначити з наступного співвідношення: відстані від площинами рівних тисків до центрів нижніх і верхніх прорізів відповідно h_1 та h_2 і обернено пропорційні до квадратів площ цих прорізів $F_{кв}$ та $S_{об}$, тобто:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{F_{кв}^2}{S_{об}^2} \quad (4.5)$$

З геометричних розмірів приміщення $h_1 + h_2 = h$,

де h – висота між центрами нижніх і верхніх прорізів, $h = 2,0 \text{ м}$.

Таким чином, з системи двох рівнянь з двома невідомими знаходимо (рисунок 4.2)

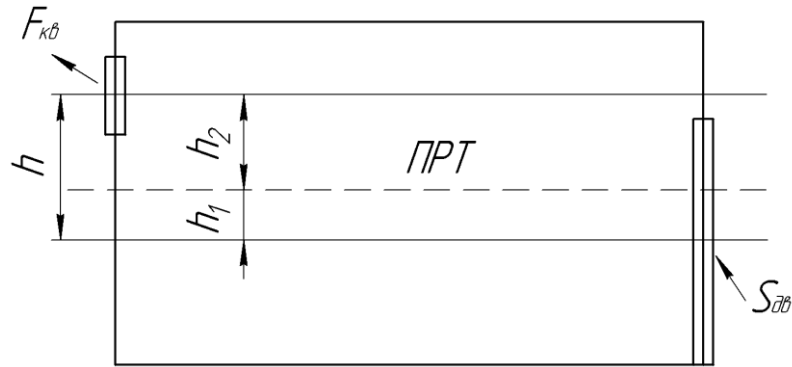


Рисунок 4.2 – Схема розрахунку природної вентиляції

Отже розв'яжемо рівняння:

$$\frac{h - h_2}{h_2} = \frac{F_{кв}^2}{S_{об}^2};$$

$$h \cdot S_{об}^2 - h_2 \cdot S_{об}^2 = F_{кв}^2 \cdot h_2,$$

$$F_{кв}^2 \cdot h_2 + h_2 \cdot S_{об}^2 = h \cdot S_{об}^2,$$

$$h_2 = \frac{h \cdot S_{об}^2}{F_{кв}^2 + S_{об}^2},$$

$$h_2 = \frac{2,0 \cdot 1,6^2}{0,72^2 + 1,6^2} = 1,66 \text{ м.}$$

Тоді, об'ємна вага повітря визначається за формулою:

$$\gamma = 0,465 \cdot \frac{P_{\sigma}}{T}, \quad (4.6)$$

де P_{σ} – барометричний тиск, $P_{\sigma} = 750$ мм рт. ст.;

T – температура повітря, К.

Для відділу, де виконуються легкі роботи, температура повинна складати:

- для теплого періоду року – не більше $t = 28$ °С або 301 К;
- для холодного періоду – $t = 17$ °С або $T = 290$ К.

Для зовнішнього повітря температура відповідно СНиП 2.04.05-91[12] :

- для літа – $t = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ або 297 K ;
- для зими – $t = -11 \text{ }^{\circ}\text{C}$ або 262 K .

Розрахуємо для літнього періоду:

- об'ємна вага повітря:

$$\gamma_{\text{в}} = 0,465 \cdot \frac{750}{301} \approx 1,16 \text{ кг/м}^3;$$

$$\gamma_{\text{н}} = 0,465 \cdot \frac{750}{297} \approx 1,17 \text{ кг/м}^3.$$

- тепловий натиск:

$$\Delta H_2 = 1,66 \cdot (1,17 - 1,16) \approx 0,0166 \text{ кг/м}^2.$$

Вважаємо що об'ємна вага повітря в усіх частинах приміщення постійна.

- швидкість повітря, що виходить з верхнього отвору:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 0,0166}{1,16}} \approx 0,53 \text{ м/с}.$$

- фактичний повітрообмін:

$$L_{\phi} = 0,55 \cdot 0,72 \cdot 0,53 \cdot 3600 \approx 755,57 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Розрахуємо для зимового періоду:

- об'ємна вага повітря:

$$\gamma_{\text{в}} = 0,465 \cdot \frac{750}{290} = 1,2 \text{ кг/м}^3;$$

$$\gamma_{\text{н}} = 0,465 \cdot \frac{750}{262} = 1,3 \text{ кг/м}^3.$$

- тепловий натиск:

$$\Delta H_2 = 1,66 \cdot (1,3 - 1,2) = 0,166 \text{ кг/м}^2.$$

- швидкість повітря, що виходить з верхнього отвору:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 0,166}{1,2}} = 1,65 \text{ м/с}.$$

- фактичний повітрообмін:

$$L_{\phi} = 0,55 \cdot 0,72 \cdot 1,65 \cdot 3600 = 2352,24 \text{ м}^3/\text{ГОД}.$$

Оскільки фактичне значення повітрообміну значно перевищує нормативне значення як взимку, так і влітку, то природна вентиляція (аерація) не ефективна, бо вона може викликати переохолодження працюючих.

Тому для підвищення ефективності вентиляції в приміщенні необхідні додаткові заходи: установити в приміщенні кондиціонер і провітрювати приміщення влітку кожних 11 хв, а взимку – 36 хв.

Температура провітрювання приміщення визначається за формулою:

$$t_{\text{пров.}} = \frac{L_n \cdot 60}{L_{\phi}}, \text{ хв}$$

$$t_{\text{пров.вл.}} = \frac{L_n \cdot 60}{L_{\phi.\text{вл.}}} = \frac{450 \cdot 60}{755,57} = 36 \text{ хв};$$

$$t_{\text{пров.вз.}} = \frac{L_n \cdot 60}{L_{\phi.\text{вз.}}} = \frac{450 \cdot 60}{2352,24} = 11 \text{ хв}.$$

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація (НС) – порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, епідемією, епізоотією, епіфітотією, великою пожежею, застосуванням засобів

ураження, що призвели або можуть призвести до людських і матеріальних втрат.

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій – це підготовка та реалізація комплексу правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу (спостережень), експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій із метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків.

Основні параметри при оцінці радіаційного, хімічного, інженерного та пожежного становища:

Радіаційне становище – це сукупність наслідків радіоактивного забруднення (зараження) місцевості, які впливають на виробничу діяльність об'єктів господарської діяльності, дії сил (формувань) цивільної оборони при проведенні рятувальних та інших невідкладних робіт та життєдіяльність населення.

Тобто основним уражаючим фактором при радіаційних аваріях є підвищені рівні радіації, що негативно можуть вплинути на здоров'я населення.

Радіаційне становище характеризується масштабами (розмірами зон) і характером радіоактивного забруднення місцевості (рівнем радіації).

Розміри зон радіоактивного забруднення і рівні радіації є основними показниками ступеня радіаційної небезпеки.

Інтенсивність іонізуючого випромінювання на забруднених територіях залежить від кількості радіоактивної речовини, що осіла на місцевості в результаті аварії на АЕС та її ізотопного складу.

Хімічне становище – це сукупність умов, які виникають на території міста, району або ОГД внаслідок аварії на хімічно-небезпечному об'єкті (ХНО) з викидом небезпечних хімічних речовин (НХР), які негативно

впливають на довкілля і потребують проведення відповідних заходів для захисту населення.

Характер становища при аваріях на ХНО з витіканням небезпечних хімічних речовин (НХР) і можливі наслідки залежать від масштабів і виду аварії, кількості викинутої речовини, її фізико-хімічних і токсичних властивостей, метеорологічних умов, умов зберігання та рельєфу місцевості.

Основним уражаючим фактором при хімічних аваріях є токсичний вплив небезпечних речовин.

4.4 Висновок до розділу 4

При аналізі стану охорони праці проаналізовано різні параметри і запропоновано методи поліпшення існуючих недоліків. В цілому для поліпшення умов праці можна запропонувати наступні заходи:

- проведення вступного, первинного та подальших видів інструктажів;
- ознайомлення персоналу з правилами пожежної безпеки;
- проведення лекцій із застосування і використання нових методик роботи;
- використання нових систем вентиляції і освітлення;
- використання сучасних протипожежних сигналізацій і засобів гасіння пожеж;
- застосування спеціальних приладів для поліпшення мікроклімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Аверьянов, О. И.** Модульный принцип построения станков с ЧПУ / О.И. Аверьянов. – М.: Машиностроение, 1987. – 232 с.
2. Адаптивное управление станками /Под ред. Б. С. Балакшина: – М.: Машиностроение, 1973. – 688 с.
3. **Базров, Б. М.** Модульная технология в машиностроении / Б. М. Базров. – М.: Машиностроение, 2001. – 368 с.
4. **Блинов В. Б.** Экспериментальные исследования статических и динамических характеристик многоцелевого станка / В. Б. Блинов, В. Н. Евстигнеев, А. В. Гринглаз //Станки и инструмент. –1986. – № 12. – С. 5-8.
5. **Бушуев, В. В.** Жесткость станков / В. В. Бушуев // СТИН. – 1996. – №8. – С.26-32; №9. С. 17-20.
6. **Васильев, Г. Н.** Проблемы диагностики и обеспечение надежности металлорежущих станков / Г. Н. Васильев, А. Г. Ягопольский, А. П. Трemasов //СТИН. – 2003. – №7. – С. 14-17.
7. **Врагов, Ю. Д.** Анализ компоновок металлорежущих станков / Ю. Д. Врагов – М.: Машиностроение, 1978. – 208 с.
8. **Горшков, Б. М.** Лазерно-процессорный метрологический комплекс для координатно-расточных станков / Б. М. Горшков, Ю. Я. Морговский, Д. Г. Токарев // Наука – Производству. – 2001. – № 9. – С. 27-28.
9. **Горшков, Б. М.** О некоторых аспектах повышения точности координатно-расточных станков / Б. М. Горшков, Ю. Я. Морговский, Д. Г. Токарев //Наука, техника, образование г. Тольятти и Волжского региона: Межвуз. сб. науч. трудов. – Тольятти, ТолПИ, 2001. – С. 14-21.
10. **Горшков, Б. М.** Коррекция угловых положений шпиндельных узлов станков / Б. М. Горшков, Д. Г. Токарев //Труды Всероссийской науч.-техн. конф. с международ. уч. «Прогрессивные технологические процессы в машиностроении», – Тольятти: изд-во ТГУ, 2002. –С. 80-82.
11. **Горшков, Б. М.** Повышение точности вертикальных координатно-

расточных станков путем компенсации погрешностей / Б.М. Горшков, Д. Г. Токарев // Материалы Всероссийской науч.-техн. конф. «Теплофизические и технологические аспекты управления качеством в машиностроении». – Тольятти, изд-во ТГУ, 2005. – С. 13-15.

12. **Горшков, Б. М.** Исследование динамической модели координатно-расточного станка вертикальной компоновки / Б. М. Горшков, Д. Г. Токарев, О.В. Маршанская // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки», № 2 (22) – 2008. – С. 128-131.

13. Детали и механизмы металлорежущих станков /Под общ. ред. Д. Н.Решетова [и др.]. т.1. – М.: Машиностроение, 1972. – 664 с.

14. **Дьяконова, Н.П.** Оценка точности металлорежущих станков по характеристикам жесткости / Н.П. Дьяконова // Станки и инструмент. – 1984. № 9. – С. 6-7.

15. **Застрогин, Ю. Ф.** Прецизионные измерения параметров движения с использованием лазера / Ю. Ф. Застрогин. – М.: Машиностроение, 1986. – 272 с.

16. **Корсаков, В. С.** Точность механической обработки / В. С. Корсаков – М.: Машгиз, 1961. – 380 с.

17. **Кудинов, В. А.** Динамика станков / В. А. Кудинов. – М.: Машиностроение, 1967. – 359 с.

18. **Левина, З. М.** Контактная жесткость машин / З. М. Левина, Д. Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1971. – 264 с.

19. **Проников, А. С.** Программный метод испытания металлорежущих станков / А. С. Проников. – М.: Машиностроение, 1985.

20. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: справочник-учебник в 3 т. Т. 1. Проектирование металлорежущих станков /Под ред.А. С. Проникова – М.: Машиностроение, 1995. – 448 с.

21. **Пуш, В. Э.** Конструирование металлорежущих станков / В. Э Пуш. – М.: Машиностроение, 1977. – 390 с.