

РЕФЕРАТ

ПЗ: сторінок –51, рисунків – 15, літературних джерел–10.

Об'єктом досліджень є двокоординатний похило-поворотний стіл багатоцільового верстата.

Метою роботи є порівняльний аналіз реалізації поворотних осей на багатоцільових верстатах, вибір конструкції поворотного стола для двокоординатної обробки деталей на багатоцільовому верстаті. Вибір, обґрунтування і розрахунок параметрів двокоординатного стола.

У роботі проведений аналіз типів і конструкцій поворотних столів багатоцільових верстатів. Виходячи з призначення, числа ступенів рухомості та маси оброблюваної заготовки вибрано прототип стола. Виконані розрахунки приводу стола за віссю С: розраховано та вибрано моментний двигун . Виконані розрахунки довговічності опор стола за віссю С. Вибрано тип датчика .

Методи дослідження: теоретичний аналіз, графічний та графоаналітичний метод. схеми реалізації поворотних осей, що розглядаються в аналізі; схеми конструкцій поворотних столів

ВЕРСТАТ, ДВООСЬОВИЙ ПОХИЛО-ПОВОРОТНИЙ СТИЛ, КРУТНИЙ МОМЕНТ, ШЕСТИРНЯ, МОМЕНТ ІНЕРЦІЇ, ДВИГУН, ПІДШИПНИК

ABSTRACT

Number of pages: 51, figures - 15, references - 10.

The object of research is a two-axis tilt-turn table for multi-purpose machine.

Purpose of work is to develop the design of two-axis table for multipurpose machines.

Tasks: comparative analysis of the implementation of rotary axes on multipurpose machines, the choice of the design of the rotary table for two-axis machining of parts on a multipurpose machine. Selection, justification and calculation of parameters of the two-coordinate table.

The paper analyzes the types and designs of rotary tables of multipurpose machines. Based on the purpose, the number of degrees of motion and the mass of the workpiece selected prototype table. The calculations of the table drive along the C-axis were performed: the torque motor was calculated and selected. The calculations of the durability of the table supports along the C-axis were performed. The type of sensor was selected.

Methods of research: theoretical analysis, graphical and graph-analytical method. schemes of realization of rotary axes considered in the analysis; schemes of construction of rotary tables

MACHINE, TWO-AXIS TILT-TURN TABLE, TORQUE, GEAR, MOMENT OF INERTIA, MOTOR, BEARING

ЗМІСТ

Реферат.....	4
Вступ.....	8
1. Види поворотних столів.....	10
1.1. Двохосьовий поворотний стіл з приводом зубчастою передачею.....	10
1.2. Поворотні столи з приводом від моментних електродвигунів.....	12
1.3. Двохосьовий поворотний стіл.....	13
1.4. Стіл фірми HAASCNC TP-210.....	14
1.5. Двохосьовий поворотний стіл з нахилом від ЧПУ CNCT 1000 GSA.....	15
1.6. Похило – поворотний стіл Ø255 мм.....	16
1.7. Принцип роботи столу.....	17
2. Вибір та обґрунтування вибору конструкції столу верстата	19
2.1 Конструкція поворотного столу верстата.....	22
3. Проектний розрахунок поворотного стола.....	24
3.1. Визначення моментів інерції деталей.....	29
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	34
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	34
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	35
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	38
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	40
4.5 Евакуація людей при пожежі.....	42
4.6 Організація цивільного захисту на промисловому об'єкті.....	46
Висновки.....	50
Список використаних джерел.....	51

ВСТУП

Фрезерування є одним із високопродуктивних та поширених способів обробки різанням, його застосовують для отримання плоских або профільних (фасонних) гладких, рифлених поверхонь деталей, отримання пазів, різних канавок. Для забезпечення обробки складних за конфігурацією деталей, на сучасних фрезерних верстатах з ЧПК часто використовують поворотні столи різного типу.

Стіл поворотний – це частина оснастки свердлильних та фрезерних верстатів, призначена для розширення функціональних можливостей обладнання. За допомогою поворотного столу можна без переустановки робити обробку деталей розташованих по колу, обертати заготовку в різних координатах і виконувати інші операції.

Поворотні столи широко застосовуються на верстатах різного призначення – як на автоматичних лініях при крупно серійному та масовому виробництві деталей, так і на окремих установках. Головною перевагою поворотного столу є можливість обробки деталей в різних площинах. Так, для фрезерних верстатів окрім переміщення заготівлі в трьох основних напрямках (подовжнє, поперечне і вертикальне), поворотний стіл може забезпечити обертання деталі у вертикальній і горизонтальній площинах. Стіл забезпечує переміщення заготовки в різних координатах під необхідним кутом нахилу і здійснювати високоточну обробку. Застосування поворотного столу дозволяє значно зменшити час на обробку, підвищити продуктивність праці.

Метою роботи є розробка конструкції двокоординатного похило поворотного столу багатоцільового верстата для обробки складних деталей. Об'єкт дослідження: двокоординатний похило поворотний стіл багатоцільового верстату.

Задачі: провести аналіз існуючих конструкцій поворотних столів; проаналізувати та описати прототип; вибрати схему стола та тип приводів за поворотними осями; визначити навантаження, що діють на елементи конструкції і приводи стола; вибрати електродвигуни для осей повороту; виконати розрахунки елементів конструкції та приводу повороту за віссю С.

1 ВИДИ ПОВОРОТНИХ СТОЛІВ

Поворотні столи для металорізальних верстатів і іншого устаткування класифікуються залежно від можливого напрямку руху. Існує п'ять основних типів столів :

- похило-поворотний стіл використовується як для комплектації фрезерних, так і для середньо габаритних свердлильних установок. Похило-поворотний стіл є оптимальним варіантом для обробки поверхонь, розташованих під нахилом від 0° до 90° .

- поворотний стіл з подовжнім переміщенням значно спрощує роботу з отворами всередині плоских металевих деталей, також підходить для будь-яких інших видів фрезерувальних робіт з деталями, які не потребують багаторазового переустановлення, оскільки монтаж і демонтаж заготовки на такому столі утруднений через його конструкційні особливості. Найчастіше такі столи комплектуються ділильним диском, який дозволяє ділити робочу поверхню на функціональні частини.

- поворотні горизонтально-вертикальні столи забезпечують можливість ефективно працювати як в горизонтальному, так і у вертикальному положенні. За поліпшення фіксації оброблюваної деталі відповідає додаткова задня бабка. Горизонтально-вертикальні поворотні столи є оптимальним варіантом робочої поверхні для обробки деталей з метою виготовлення гвинтових канавок, і кругового фрезерування. Також даний вид поворотних поверхонь добре підходить для роботи з елементами конструкцій, розташованих один до одного під кутом.

- горизонтальний поворотний стіл має найбільш просту конструкцію. Горизонтальний стіл є стандартним варіантом для всіх малогабаритних універсальних фрезерних верстатів. Поворотний горизонтальний стіл дозволяє ефективно проводити кругове фрезерування деталей, виготовляти пази і уступи, і будь кутові елементи деталей.

Система фіксації представлена кривошипним механізмом, за допомогою якого робочу поверхню можна надійно закріпити під будь-яким необхідним кутом.

– поворотний стіл з поперечно-подовжнім переміщенням має найбільш технологічну в плані функціональних можливостей конструкцію, яка на порядок збільшує ефективність і можливості роботи будь-якого фрезерного верстата з ЧПК. Особливо добре він підходить для верстатів, які не обладнані системою поперечно-подовжнього переміщення оброблюваних деталей. Продуктивність роботи на такій поверхні збільшується за рахунок того, що він може повністю повертатися по основі, завдяки чому спрощується обробка заготовок, елементи яких розташовані під різними кутами один до одного.

Поворотні столи, що застосовуються в верстатах з ЧПК, також класифікуються за такими ознаками:

- а) кількість осей – одновісний і двовісний;
- б) положення осі обертання – з горизонтальною віссю обертання і з вертикальною віссю обертання для свердління отворів і фрезерування великої кількості різних деталей (фрезерні, свердлильні, розточувальні, зуборізні, шліфувальні верстати);
- в) тип приводу – електромеханічний, електричний, гідравлічний. Електромеханічний привід розділяється на приводи з циліндричної передачею, черв'ячною передачею, зубчато-рейковою передачею.

1.1 Двохосьовий поворотний стіл з приводом зубчастою передачею

Розглянемо двухосьовий поворотний стіл HERMLE з зубчатим приводом (рис. 1.1). Стіл разом із заготовкою може обертатися за двома координатами: рух за віссю А може здійснюватися від приводного

синхронного двигуна через зубчасту передачу. Для зменшення скручування стола в процесі обробки передбачена можливість використання в приводі осі А двох електродвигунів, установлених на протилежних кінцях столу.

Технічні характеристики даного типу стола приведені для для верстата С-32:

- діаметр стола - 650 мм;
- частота обертання за віссю С (поворот планшайби) – 30 об/хв, для черв'ячного приводу і 65 об/хв. для приводу від моментного двигуна;
- частота обертання для осі А (гойдання) – 25 об/хв.;
- максимальне навантаження на стіл: для одностороннього приводу – 600 кг, для двостороннього – 1000 кг;



Рисунок 1.1 – Двохосьовий поворотний стіл HERMLE з зубчастим приводом

- кут повороту за віссю А $+100/-130^\circ$;
- синхронний електродвигун QSY190CEcoDynHEIDENHAIN;
- номінальна частота – 3000 об/хв^{-1} ;
- номінальна потужність – $7,2 \text{ кВт}/6,5 \text{ кВт}$;
- номінальний момент – $23 \text{ Нм}/20,7 \text{ Нм}$;
- передавальне відношення зубчатої передачі 1:4,67;
- крутний момент на валу колеса – $107,3 \text{ Нм}$.

1.2 Поворотні столи з приводом від моментних електродвигунів

Стіл верстата PICOMAX 825 VERSA (рис. 1.2) дозволяє обробляти деталі складної форми з важкооброблюваних матеріалів за одну установку. Стіл складається з каретки, яка переміщується двома лінійними напрямними кочення з трьома опорами кочення на кожній, передньої та задньої опор, моста та інших складових елементів. У передній опорі і мості розташовуються моментні електродвигуни, що передають крутний момент через кільця на вали, які з'єднані безпосередньо з мостом (обертання за віссю А) та з поворотним столом (обертання за віссю С).

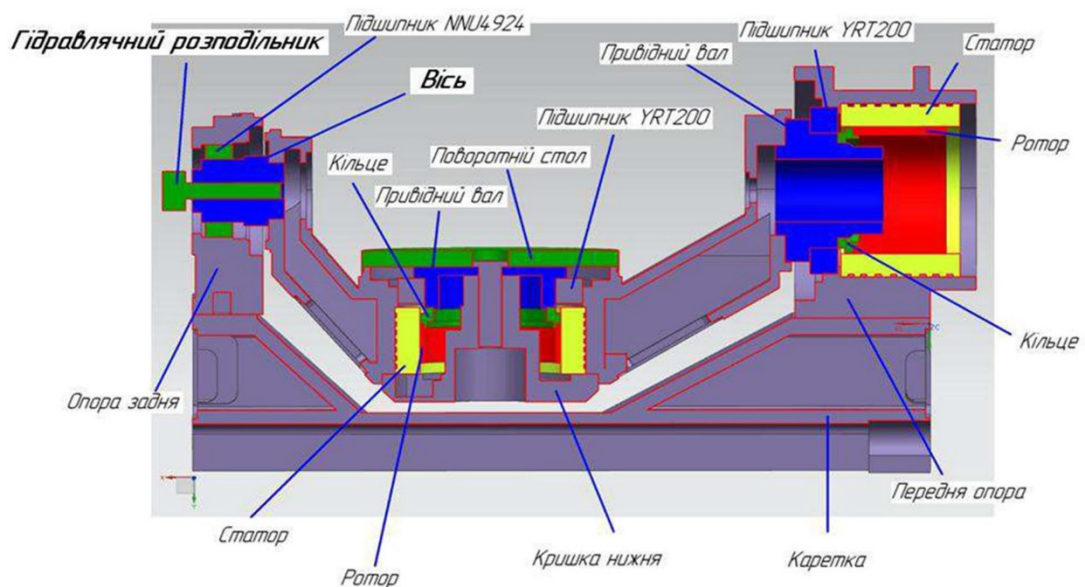


Рисунок 1.2 – Стіл верстату PICOMAX 825 VERSA

Технічна характеристика столу:

- розміри стола 460x460 мм;
- максимальне навантаження на стіл 300кг;
- приводи за осями С і А від моментних електродвигунів;
- швидкість обертання за віссю С – 60 об/хв.;
- швидкість обертання за віссю А – 30 об/хв.;
- кут повороту за віссю А - $\pm 115^\circ$;
- максимальний момент приводу за віссю С – 580 Н/м;
- максимальний момент приводу за А – 1500 Н/м.

1.3 Двохосьовий поворотний стіл

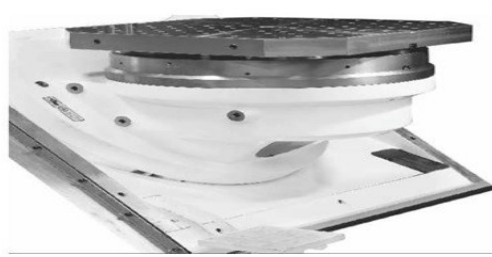


Рисунок 1.3 – Стіл верстату HuronK2X10 five

За допомогою двохосьових поворотних столів (рис. 1.3) можна виконувати обробку всіх видів складних деталей (прес-форми, деталі для авіаційного виробництва, штампи різних видів.).

Технічна характеристика столу верстатів HuronKX five:

- Діаметр столу - $d\ 630\text{ мм}$;
- кут повороту за віссю А – $-45^{\circ}/+180^{\circ}$;
- максимальне навантаження на стіл – 500 кг ;
- швидкість руху за осями: вісь А – 40 об/хв. , вісь С – 90 об/хв. ;
- приводи за осями від моментних електродвигунів;
- максимальний сталий момент приводу за віссю С – 588 Н/м ; за віссю А – 780 Н/м .

1.4 Стіл фірми HAASCNC TP-210



Рисунок 1.4 – Стіл верстату HAASCNC TP-210

Конструктивні складові та технічні характеристики стола фірми Haas (рис. 1.4) є:

- черв'ячні колесо великого діаметру з алюмінієвої бронзи з прецизійним відшліфованим черв'яком з легованої сталі (твердість HRC60), що працюють у ванні з синтетичного масла.

- діаметр планшайби – 210 мм;
- максимальне навантаження – 91 кг.;
- максимальна швидкість гойдання за віссю А – 10 об/хв.;
- максимальний кут нахилу $\pm 120^\circ$;
- максимальна частота обертання за віссю С – 10 об/хв.;
- максимальний момент за віссю А – 407 Нм; за віссю С – 285 Нм.;
- передавальне відношення черв'ячної передачі для обох осей 1:90,
- передавальне відношення пасової передачі 1:2,
- «мертвий» хід – 30",
- тип двигуна - серводвигун 1,5 HP (1,1 кВт).

1.5 Похилий двохосьовий поворотний стіл верстата CNCT 1000 GSA



Рисунок 1.5 – Стіл верстату ЧПУ CNCT 1000 GSA

Компонування столу CNCT 1000 GSA (рис.1.5) дозволяє встановлювати його на верстаті з довжиною стола від 1 м. За допомогою 1–осьового контролера GSA, що підключається до системи ЧПУ через М-коди для програмованого нахилу столу, можна виконувати 5-осьову обробку без зміни конструкції верстата і його електрообладнання. Столи мають в своїй основі прецизійні нікель-бронзові черв'ячні шестерні і черв'ячні вали з зміцненої загартованої сталі в комбінації з багато точковою пневматичною стопорною системою, що гарантує точність позиціонування навіть після тривалої експлуатації. Столи можуть працювати як реальні осі, для одночасної обробки по 4-м або 5-ти осях (якщо ЧПУ верстата дозволяє проводити одночасну 4-х або 5-ти осьову обробку), або як індексовані головки, для позиційної обробки (індексація здійснюється за допомогою контролера або вручну).

Технічні характеристики столу CNCT -1000:

- діаметр - 1000мм;
- загальна висота - 960 мм;
- вага - без двигуна 105 кг;
- центральний отвір - 75Н7 мм;
- ширина Т-пазів - 22Н7 мм;

Стіл може бути оснащений як гідравлічним, так і пневматичним затискним пристроєм. Для підвищення точності позиціонування може бути встановлений фотоелектричний датчик.

1.6 Похило – поворотний стіл Ø255 мм

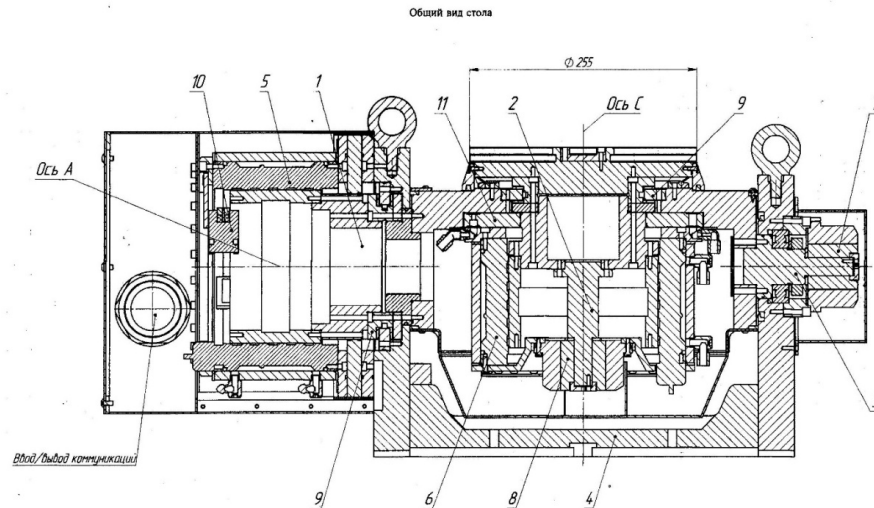


Рисунок 1.6 – Похило поворотний стіл Ø 255 мм

Стіл (рис. 1.6) призначений для установки на трьох координатні фрезерні верстати оснащені числовим програмним керуванням, для використання в якості четвертої і п'ятої осі. Застосовується для обробки деталей типу дисків, крильчаток, лопаток, складних валів, штампів, прес-форм. Стіл дозволяє виконувати нахил куліси - нахил осі С щодо осі А, та поворот планшайби на задану величину кута на холостому ході і в процесі обробки (силове фрезерування).

Стіл складається з чотирьох основних вузлів: вузла нахилу планшайби 1 (вісь А), куліси 2 (вісь С), опори 3 і плити 4. Вісь нахилу куліси розташована горизонтально (вісь А). В якості приводів нахилу куліси і обертання планшайби встановлені двигуни 5 і 6 відповідно (ТМВ-0210-100-3ТВN). У столі встановлено універсальний підшипник 9 (УВТ 100), який витримує великі осьові і радіальні навантаження і забезпечує високу точність нахилу куліси і повороту планшайби. У столі встановлені датчики кутового положення 7 і 8 з точністю вимірювання $\pm 5''$ (RCN226 EnDat 22). Стіл обладнаний постійно замкнутою гальмівною системою 11 для затиску планшайби стола (RC 140N) і гальмівною системою 10 для утримання від повороту куліси (RC 160N). розфіксація проводиться при подачі стисненого повітря номінальним тиском 4 бари. (0,4 МПа). Тип гальмівної системи - пневматичний. Фіксація кутового положення

планшайби і куліси здійснюється приводами електродвигунів 5 і 6. Для обмеження кута нахилу куліси встановлено кінцевий датчик «Balluff» BNS 819-B02-D08-40-13-580.

1.7 Принцип роботи столу

Поворот планшайби стола і нахил куліси здійснюються прямим приводом від двигуна через універсальний підшипник. При цьому необхідно подати тиск 0,4 МПа (4 кгс / см²) в поршневу порожнину гальмівної системи для її розфіксації. Управління столом проводиться стандартним набором команд системи ЧПУ. Можливі наступні варіанти роботи столу:

- багато-осьова безперервна обробка (поворот столу в процесі фрезерування);
- багато осьова позиційна обробка в фіксованому положенні (забезпечується механічним гальмом столу);
- багатоосьова позиційна обробка в слідкуючому режимі (забезпечується приводом двигуна за зворотнім зв'язком від датчика).
- Вибір варіанту обробки здійснюється виходячи з технологічного процесу, матеріалу деталі, режимів обробки для забезпечення оптимальних параметрів різання з дотриманням вимог ступенів точності і призначається робочою програмою. Для фіксації деталі (пристосування) на планшайбі столу є центровий отвір і радіально розташовані шість Т-подібних пазів під болт М10. Для роботи столу необхідне підведення до пневматичної магістралі номінальним тиском 0,4 МПа (4 кгс/см²). Для забезпечення температурного режиму необхідне підведення охолоджуючої рідини до електродвигунів. Витрати охолоджуючої рідини 395 л/год. Температура охолоджувальної рідини на

вході не більше 30°C і не нижче температури навколишнього середовища більш, ніж на 5°C . Внутрішній тиск не більше $0,5\text{МПа}$ (5 кгс/см^2)

Технічні характеристики:

- діаметр планшайби - 255мм ;
- висота від фундаменту до площини планшайби - 340мм ;
- висота від фундаменту до осі нахилу куліси - 210 мм ;
- розмір Т-пазу $12\text{Н}6\text{мм}$;
- центрувальні діаметр, $\text{мм } 30\text{H}6 (0'016)$;
- кут нахилу куліси $\pm 110^{\circ}$;
- кут обертання планшайби $\pm 360^{\circ}$;
- габаритні розміри - $860 \times 300 \times 300\text{ мм}$;
- номінальна швидкість обертання планшайби - 100 об/хв ;
- номінальна швидкість обертання куліси 80 об/хв ;
- точність позиціонування $0,005^{\circ}$;
- похибка повторного виходу $0,003^{\circ}$;
- максимальна сумарна потужність - $6,62\text{кВт}$;
- номінальний момент обертання планшайби - 244Нм ;
- номінальний момент обертання куліси - 244Нм ;
- номінальний затискної момент планшайби - 319Нм ;
- номінальний затискної момент куліси - 42Нм ;
- максимальний затискної момент планшайби - 588Нм ;
- максимальний затискної момент куліси - 756Нм ;
- тиск у системі охолодження - не більше $0,5\text{МПа}$;
- максимальна вантажопідйомність - 50кг ;
- маса столу - 255кг .

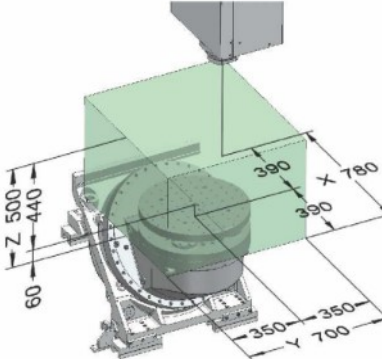
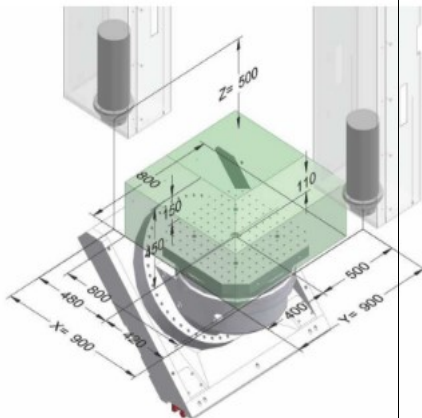
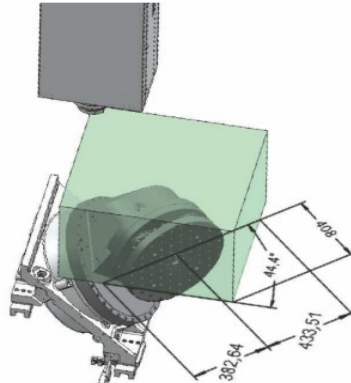
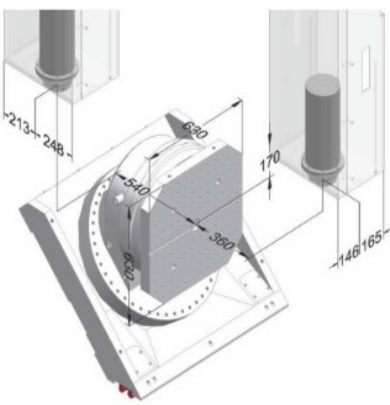
2 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ СТОЛУ ВЕРСТАТА

Вище було розглянуто декілька варіантів конструкції столів для верстатів різних типів. Враховуючи розглянуті переваги та недоліки різних конструкцій та враховуючі вихідні дані для заданого типу обробки, а саме: обробка заготовок деталей складної форми масою до 400 кг з чавуну, сталі та важкооброблюваних сплавів фрезами та осьовим інструментом, з різних боків без переустановлення, було вирішено обрати двоосьовий поворотний стіл з віссю обертання нахиленою під кутом до горизонталі. Такий стіл має компактну конструкцію, що забезпечує малі його габарити і зручний доступ. Конструкція стола забезпечує достатню вантажопідйомність для обробки деталей заданих розмірів і маси, можливість обробки складнопрофільних деталей без переустановлення на інше обладнання.

Для забезпечення заданих параметрів як прототип для розрахунку було вирішено обрати двокоординатні поворотні столи: K3X 8 Five та K2X 10 Five. Основним фактором при виборі були конструкція столу та технічні характеристики цих столів, які наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняння технічних характеристик поворотних столів верстатів серії Huron KX Five

	K3X 8 Five	K2X 10 Five
	K3X 8 Five 	K2X 10 Five 

Вісь А - кут повороту - швидкість обертання - точність відліку	$-30^{\circ}/+180^{\circ}$ 50 об/хв 0,001°	$-45^{\circ}/+180^{\circ}$ 40 об/хв 0,001°
Вісь С - кут повороту - швидкість обертання - точність відліку	360° 50 об/хв 0,001°	$-45^{\circ}/+180^{\circ}$ 40 об/хв 0,001°
Розміри робочої зони	500мм	
Допустима вага	250 кг	500 кг
Система встановлення заготовок	Отвори М12 50/50 мм 20 Н 7 мм – довжина 5 40 Н 7мм – довжина 15	8 слотів 18Н12 20 Н 7 мм – довжина 5 40 Н 7мм – довжина 15
Стіл в горизонтальній позиції		
Стіл в вертикальній позиції		

Виходячи з розглянутих технічних характеристик, за прототип обираємо стіл K2X10. Він забезпечує більшу зону обробки, що дає змогу встановлювати великі заготовки; має більше максимальне навантаження, це 500 кг, а за певних умов і 750 кг; більші кути обертання дають змогу оброблювати заготовку складніших форм.

2.1 Конструкція поворотного столу верстата

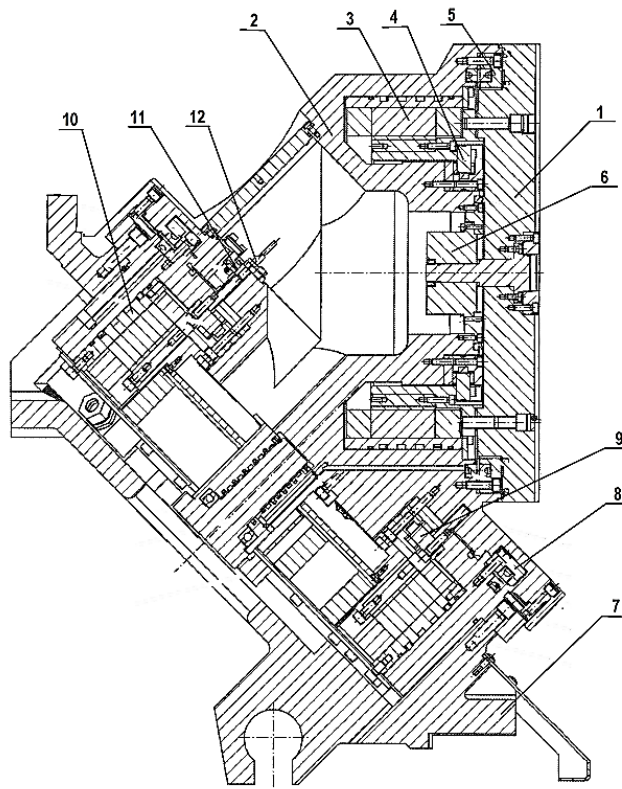


Рисунок 2.2 – Конструкція поворотного столу верстата

Вісь корпусу поворотного стола нахилена відносно вертикалі на 45° . Рух планшайби 1 стола за віссю С здійснюється від моментного електродвигуна 3 з водяним охолодженням, статор якого вбудовано в корпус 2 стола, а ротор закріплений на планшайбі. Для контролю за температурою двигуна в його конструкцію вбудований термодатчик. Планшайба базується в корпусі стола на комбінованому роликовому підшипнику 4, який сприймає осьові, радіальні сили та перекидні моменти. Для забезпечення фіксації планшайби в визначеному положенні

використовується гідравлічне гальмо 5. Корпус стола, встановлений в комбінованому роликовому підшипнику 9 через перехідний стакан на супорті 7, обертається за віссю А. Кут повороту корпусу в напрямку проти годинникової стрілки складає 45° , а за годинниковою стрілкою - 180° .

Рух корпусу за віссю А здійснюється моментним електродвигуном, статор якого встановлений в стакані, а ротор закріплений на корпусі поворотного стола.

Електродвигун 10, як і електродвигун 3 охолоджується рідиною. Для закріплення корпусу в потрібному положення застосовується гідравлічний гальмівний пристрій 8. Для контролю за положенням планшайби стола за віссю С використовується датчик 6 кутових переміщень Heidenhain RCN 226 з точністю вимірювання $\pm 5''$, а положення корпусу стола контролюється оптичним безконтактним датчиком Renishaw RGH22 (поз.11) та двома індуктивними сенсорами 12.

3 ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК ПОВОРОТНОГО СТОЛА

Момент в перехідних режимах необхідний для подолання сил тертя в механізмах приводу і придання інерційним масам необхідного прискорення визначається за формулою:

$$M = M_O + M_{\text{дин}},$$

де M_O - момент сил опору,

$M_{\text{дин}}$ - динамічний момент на валу двигуна

Момент в процесі різання з постійною швидкістю необхідний для подолання сил різання і сил опору тертя:

$$M_{\text{п}} = M_F + M_O,$$

де M_F - момент сил різання,

M_O - момент сил опору.

Момент сил опору для конструкції поворотного стола визначається втратами на тертя в підшипнику.

Для столу який проектується, обираємо підшипники із каталогу INA-FAG:

- підшипника YRT 200 – $M_o = 15$ Нм, для планшайби (вісь С);
- підшипника YRT 260 – $M_o = 25$ Нм, (вісь А).

Момент сил різання визначається для обробки заготовки найбільшого діаметру: фрезерування чорнове по контуру деталі. Максимальний діаметр заготовки для прототипу 500 мм.

Вибираючи максимальний діаметр інструмента для багатоцільового верстата слід враховувати, що його збільшення веде до збільшення розмірів накопичувача інструментів за тієї самої ємності та до збільшення часу заміни інструмента. Тому в таких верстатах максимальний діаметр доцільно обмежувати, в залежності від розмірів верстата.

$$D=(100-160)\text{мм} = 100 \text{ мм},$$

Як інструмент для розрахунку обираю фрезу 490-100Q32-08H із каталогу Sandvik Coromant.

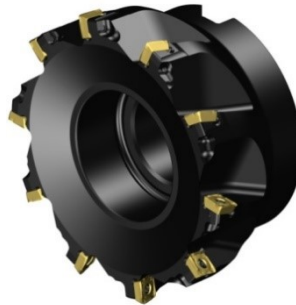


Рисунок 3.1 - фреза 490-100Q32-08H

Таблиця 3.1 – Параметри інструменту

Параметри інструменту	Значення
Діаметр	100 мм
Головний кут в плані	90°
Число ріжучих елементів	10
Максимальна глибина різання	5,5 мм
Максимальне відношення ширини фрезування до діаметру фрези	1
Максимальний кут врізання	0°

Ширина фрезерування

$$B=1 \cdot D = 1 \cdot 100 = 100 \text{ мм},$$

Глибина різання.

$$t = 5,5 \text{ мм}$$

Подача.

$$S=0,12 \text{ мм/об}$$

При визначенні швидкості різання беремо вуглецеву сталь з $\sigma_B=1000$ МПа. Обираємо матеріал пластини фрези – твердий сплав.

Швидкість різання розраховується за формулою

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot z^p \cdot B^u} \cdot K_v,$$

де V - швидкість різання, м/хв;

C_v - коефіцієнт;

q, m, x, y, p, u - показники ступеню;

T - стійкість інструмента, хв;

t - глибина різання, мм;

S - подача, мм/об;

z - кількість зубців фрези;

D - діаметр фрези;

B - ширина фрезерування

K_v - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання.

Швидкість різання:

$$C_v=332 ; q=0,2; m=0,2; x=0,1; y=0,4; p=0; u=0,2; T=120 \text{ хв.}$$

$$K_v = \left(\frac{750}{\sigma_a} \right)^{n_v} = \left(\frac{750}{1000} \right)^{0,9} = 0,772 ;$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot z^p \cdot B^u} \cdot K_v = \frac{332 \cdot 100^{0,2}}{120^{0,2} \cdot 5,5^{0,1} \cdot 0,12^{0,4} \cdot 10^0 \cdot 100^{0,2}} \cdot 0,772 = 193,7 \text{ м/хв,}$$

Частот обертання шпинделя

де n - частоти обертання шпинделя, об/хв.

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 V}{\pi D}$$

де n - частоти обертання шпинделя, об/хв.

V - швидкості різання, прийняті для розрахунків, м/хв.

D - діаметри оброблюваних заготовок або різального інструменту, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 193,7}{3,14 \cdot 100} = 617 \text{ об/хв,}$$

Розрахунок сил різання

Розрахунок сил різання потрібен для визначення ефективної потужності різання та вибору електродвигуна з відповідними характеристиками.

Розрахунок сил різання при фрезеруванні виконуємо за формулою:

$$P_z = \frac{C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_p$$

де P_z - головна складова сили різання;

C_p - постійний коефіцієнт;

t - глибина;

S - подача;

B - ширина фрезерування;

z - кількість зубців фрези;

D - діаметр фрези;

n - частота обертання шпинделя;

x, y, u, q, w, n - показники ступенів;

K_p - поправочний коефіцієнт.

Далі, згідно отриманої швидкості різання, визначаємо силу різання:

де $C_p=825$; $x=0,1$; $y=0,75$; $u=1,1$; $q=1,3$; $w=0,2$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_a}{750} \right)^n = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,3} = 1,09$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5,5^{0,1} \cdot 0,12^{0,75} \cdot 100^{1,1} \cdot 10}{100^{1,3} \cdot 617^{0,2}} \cdot 1,09 = 2394,6 \text{ Н}$$

Крутний момент:

$$M_F = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2394,6 \cdot 100}{2 \cdot 1000} = 119,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Отже момент в процесі різання:

$$M_{\Pi} = 119,7 + 15 = 134,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

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

$$M_{\text{дин}} = J_{\text{зв}} \cdot \epsilon, \text{ Н} \cdot \text{м},$$

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

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

Момент інерції елементів стола зведений до вала двигуна:

$$J_{\text{зв}} = J_{\text{ст}} + J_{\text{д}} + J_{\text{р}} + J_{\text{ад}} + J_{\text{кп}}$$

де $J_{\text{ст}}$ – момент інерції стола, $\text{кг}/\text{м}^2$;

$J_{\text{д}}$ - момент інерції датчика;

$J_{\text{р}}$ - момент інерції ротора двигуна;

$J_{\text{ад}}$ – момент інерції адаптера;

$J_{\text{кп}}$ – момент інерції кільця підшипника.

На рис. 3.2 вказані геометричні параметри датчика Heidenhain RCN 226 з точністю вимірювання $\pm 5''$.

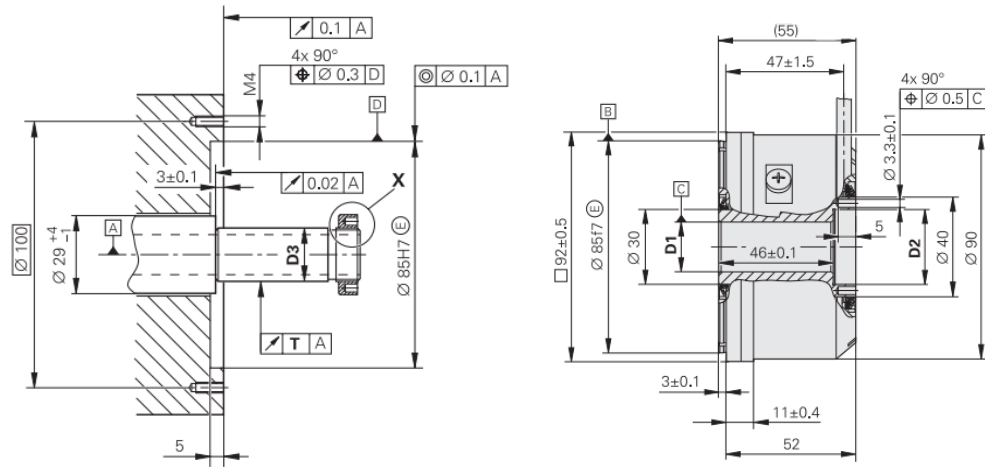


Рисунок 3.2 – Геометричні параметри датчика RCN 226

Таблиця 3.2 - Геометричні параметри датчика RCN 226

Параметр	Значення
D1	$\phi 20H7$
D2	$\phi 30H7$
D3	$\phi 20g7$
T	0,02

Момент інерції ротора датчика RCN 226: $J_d = 73 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Попередньо для проекту поворотного стола, було вирішено обрати моментний двигун ETEL TMB 0360-070-3VB фірми HEIDENHAIN.

Момент інерції ротора двигуна: $J_p = 0,152 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

3.1 Визначення моментів інерції деталей

$$J_B = \sum \frac{m_i \cdot r_i^2}{2}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Момент інерції циліндричної деталі розрахуємо за формулою:

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

Маса m i -ої ділянки деталі визначається за формулою:

де r_i – радіус i -ої ділянки, м;

d_i – діаметр i -ої ділянки, м;

l_i – довжина i -ої ділянки, м;

ρ - густина матеріалу, кг/м^3 ,

Для розрахунку моментів інерції деталі, для початку розрахуємо маси деталей. Густина сталі $\rho=7850 \text{ кг/м}^3$.

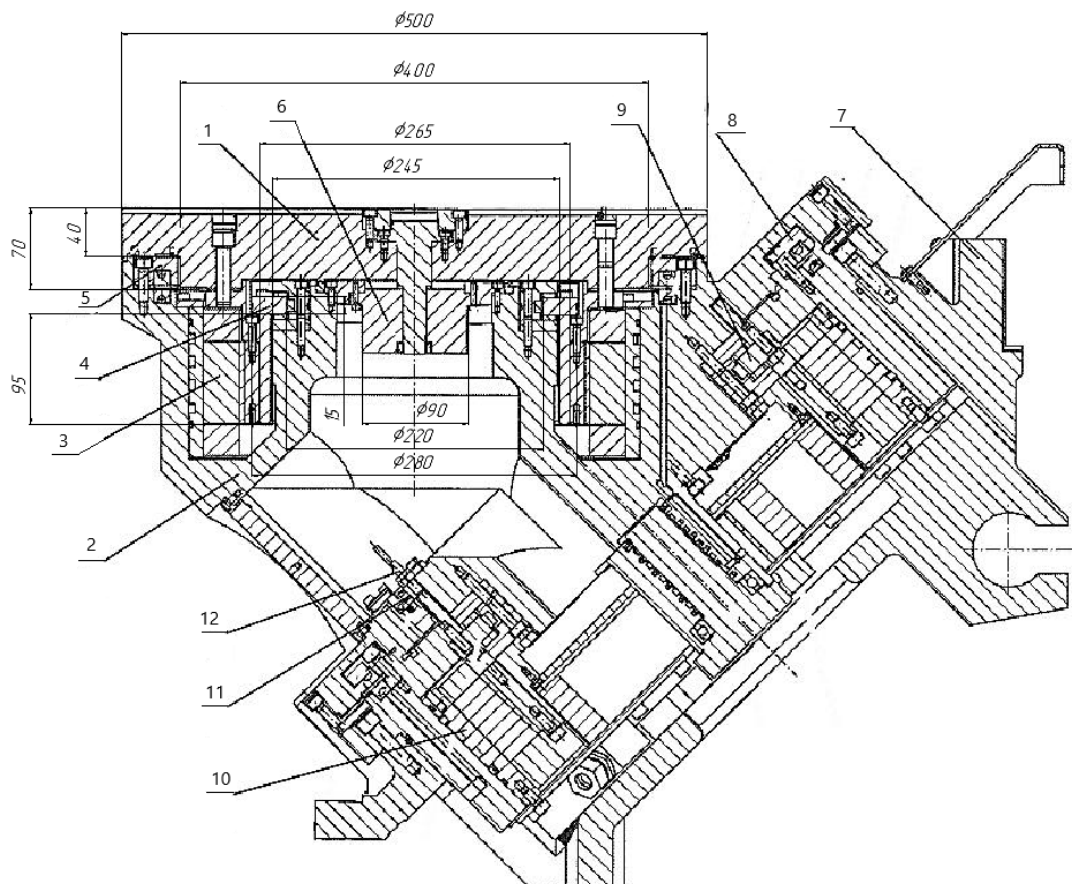


Рисунок 3.3 – Конструкція столу який проектується

$$m_{cm} = \frac{\pi \cdot d_{cm}^2 \cdot l_{cm}}{4} \rho = \frac{\pi \cdot 0,5^2 \cdot 0,07}{4} \cdot 7850 = 107,8 \text{ кг}$$

Визначення маси стола $m_{ст}$, позиція 1 рис. 3.3:

де $d^{ст}$ – діаметр столу;

$l^{ст}$ – довжина ділянки столу.

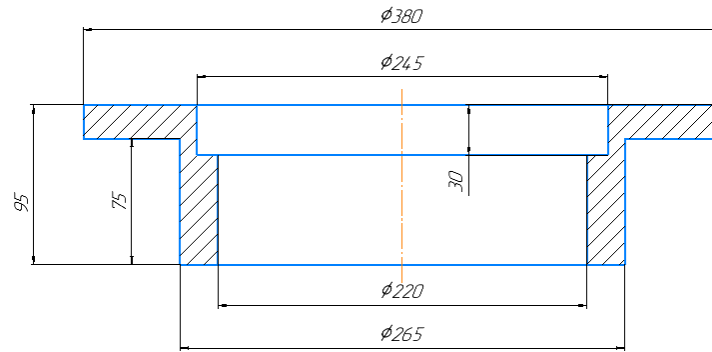


Рисунок 3.4 – Розміри адаптера

Визначення маси адаптера $m_{ад}$:

$$m_{ад} = \left(\frac{\pi \cdot d_{адЗ}^2 \cdot l_{ад}}{4} - \frac{\pi \cdot d_{адВ}^2 \cdot l_{ад}}{4} \right) \rho = \left(\frac{\pi \cdot 0,380^2 \cdot 0,020}{4} + \frac{\pi \cdot 0,265^2 \cdot 0,075}{4} - \frac{\pi \cdot 0,245^2 \cdot 0,095}{4} \right) \cdot 7850 = 15,1 \text{ кг}$$

де $d_{адЗ}$ – зовнішній діаметр адаптера;

$d_{адВ}$ – внутрішній діаметр адаптера;

$l_{ад}$ – довжина ділянки адаптера.

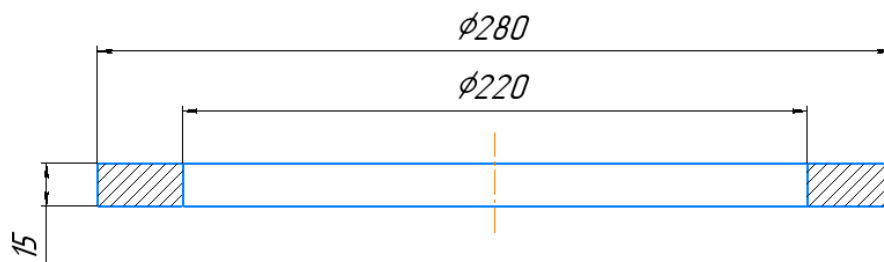


Рисунок 3.5 – Розміри кільця підшипника

Визначення маси кільця підшипника $m_{кп}$, рис. 3.5:

$$m_{\text{кп}} = \left(\frac{\pi \cdot d_{\text{кпЗ}}^2 \cdot l_{\text{кп}}}{4} - \frac{\pi \cdot d_{\text{кпВ}}^2 \cdot l_{\text{кп}}}{4} \right) \rho = \left(\frac{\pi \cdot 0,28^2 \cdot 0,015}{4} - \frac{\pi \cdot 0,22^2 \cdot 0,015}{4} \right) \cdot 7850 = 2,8 \text{ кг}$$

де $d_{\text{кпЗ}}$ – зовнішній діаметр кільця підшипника;

$d_{\text{кпВ}}$ – внутрішній діаметр кільця підшипника;

$l_{\text{кп}}$ – довжина кільця підшипника.

$$J_{\text{ст}} = \sum \frac{m_{\text{ст}} \cdot r_{\text{ст}}^2}{2} = \frac{107,8 \cdot 0,25^2}{2} = 3,3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Момент інерції стола $J_{\text{ст}}$:

де $m_{\text{ст}}$ – маса стола;

$r_{\text{ст}}$ – радіус стола.

Момент інерції адаптера $J_{\text{ад}}$:

$$J_{\text{ад}} = \sum \frac{m_{\text{ад}} \cdot r_{\text{ад}}^2}{2} = 15,1 \cdot \left(\frac{0,190^2}{2} - \frac{0,1225^2}{2} \right) = 0,15 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

де $m_{\text{ад}}$ – маса адаптера;

$r_{\text{ад}}$ – радіус адаптера.

Момент інерції кільця підшипника $J_{\text{кп}}$:

$$J_{\text{кп}} = \sum \frac{m_{\text{кп}} \cdot r_{\text{кп}}^2}{2} = 2,8 \cdot \left(\frac{0,140^2}{2} - \frac{0,110^2}{2} \right) = 0,0105 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

де $m_{\text{кп}}$ – маса кільця підшипника;

$r_{\text{кп}}$ – радіус підшипника.

За розрахованими вище значеннями моментів інерції визначаємо момент інерції елементів стола зведений до валу двигуна:

$J_{зв} = J_{ст} + J_{д} + J_{р} + J_{ад} + J_{кп} = 3,3 + 73 \cdot 10^{-6} + 0,152 + 0,15 + 0,0105 = 3,61 \text{ кг/м}^3$

Динамічний момент на валу двигуна:

$M_{дин} = 3,61 \cdot 6 = 21,6 \text{ Нм,}$

де $\varepsilon = 6 \text{ рад/с}^2$ – кутове прискорення.

Отже, за розрахованими значеннями динамічного моменту двигуна $M_{дин} = 21,6 \text{ Н·м}$ і за значенням моменту процесу різання $M_{п} = 134,7 \text{ Н·м}$ обираємо двигун для осі С, поворотного столу.

Це моментний двигун ETEL TMB 0360-070-3VB фірми HEIDENHAIN. Розміри обраного двигуна представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Розміри двигуна ETEL TMB 0360-070-3VB

L1	L2	L3	L4	N1	N2	B
130	95	15	71	12	12	30 ⁰

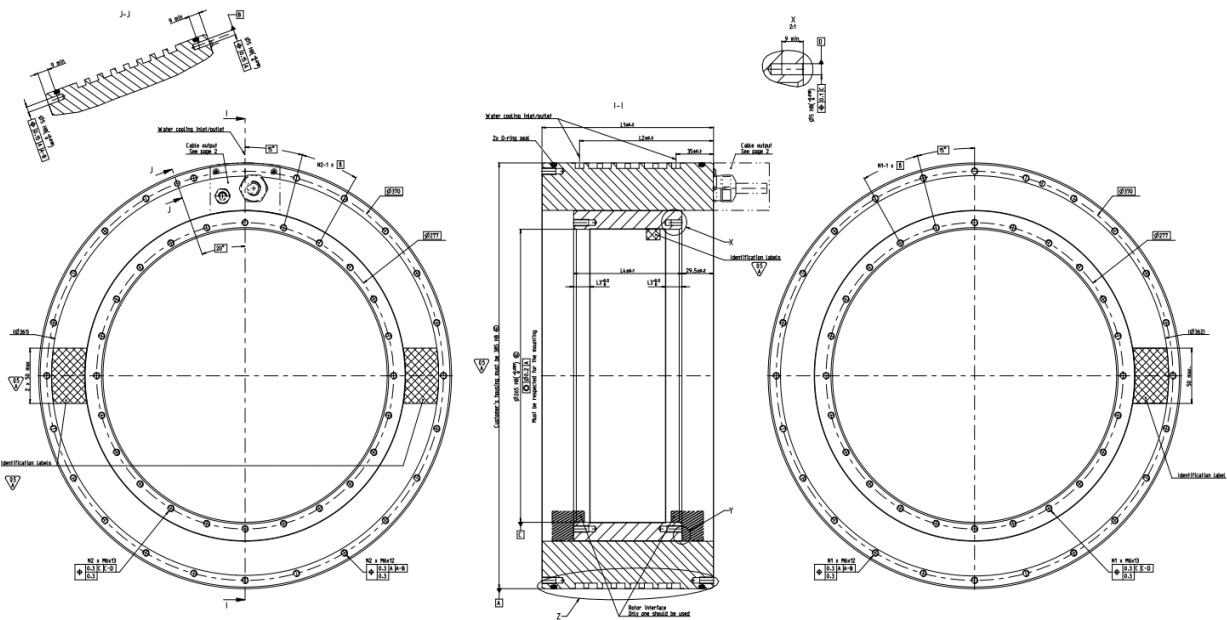


Рисунок 3.6 – Конструкція двигуна ETEL TMB 0360-070-3VB

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Оскільки тема дипломного проекту – «Розробка конструкції двокоординатного поворотного стола для багатоцільового верстата», передбачас обробку заготовок на багатоцільових верстатах з використанням поворотних осей. Розглянемо питання виникнення можливих потенційних небезпек під час роботи на верстат і та заходи щодо охорони праці та першої допомоги у випадку травмування фахівців під час виконання технологічних обов'язків.

На основі аналізу роботи існуючого обладнання і технологічних процесів у приміщенні, згідно НПАОП 0.00-7.14-17 «Требования безопасности и защиты здоровья при использовании производственного оборудования работниками» виявлені наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, здатні привести до травм або ушкодження здоров'я працівників:

- ураження електричним струмом, у наслідок несправності електродобладнання, невиконання правил техніки безпеки при користуванні електричним обладнанням, неізолюваних або неогороджених струмопровідних частин обладнання, що може призвести до електротравм або летального наслідку;

- механічне травмування в наслідок відсутності або неісправності захисних пристроїв, пошкодження огороження обладнання, ненадійного закріплення захисних пристроїв та забрудненості робочого міста;

- часткова або повна втрата здоров'я при невчасному проходженні в установленому порядку медичного огляду.

- Небезпеки санітарно-гігієнічного характеру можуть виникати внаслідок порушення правил провітрювання приміщення, порушення

температурного режиму і можуть призвести до захворювання органів дихання та переохолоджень оператора.

- Небезпеки, пов'язані з порушенням правил пожежної безпеки можуть виникати у разі недотримання протипожежних норм та виникнення короткого замикання.

- Небезпеки, пов'язані з проявом наслідків надзвичайних ситуацій можуть виникати внаслідок невідповідності персоналу в умовах надзвичайних ситуацій.

Враховуючи вищевикладені несприятливі фактори, розглянемо заходи для створення безпечних умов під час проведення робіт з обробки металу на верстатах.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Необхідно виконувати наступні вимоги нормативно-правового акту з охорони праці НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями». :

- Металообробні верстати, а також усі види верстатних пристроїв (кондуктори, патрони, планшайби, магнітні плити, оправки тощо) повинні відповідати вимогам «Государственный нормативный акт об охране труда» ДНАОП 1.1.10-1.04-01 «ПРАВИЛА безопасной работы с инструментом и приспособлениями.»

- Місця для підключення до електричної мережі переносних електроприймачів струму повинні мати написи, що вказують про напругу мережі та вид струму.

- Струмопровідні частини обладнання повинні бути ізольовані або огорожені. Металеві частини обладнання, які можуть внаслідок пошкодження ізоляції потрапити під напругу, повинні бути заземлені.

- Стаціонарні верстати повинні бути встановлені на міцних фундаментах або підмурках, вивірені, надійно закріплені та пофарбовані.

- Передачі, розміщені поза корпусами верстатів, повинні мати огороження (суцільне, із жалюзі, з отворами), обладнане пристроями для зручного та безпечного відкривання, знімання, переміщування та встановлення.

- Верстати повинні бути обладнані захисними пристроями (екранами), заблокованими з пуском верстата. Захисні пристрої не повинні обмежувати технологічні можливості верстата і викликати незручності під час виконання робіт, прибирання, налагоджування та призводити у разі відкривання їх до забруднення мастильно-охолоджувальною рідиною.

- Захисні пристрої повинні бути надійно закріплені.

- Під час виконання робіт на верстатах робоче місце необхідно утримувати в чистоті та не захаращувати.

- Зону обробки універсальних токарних верстатів, призначених для обробки заготовок діаметром до 630 мм включно, необхідно огорожувати захисним пристроєм (екраном).

- Різці, що установлюються, повинні бути правильно заточені, без тріщин та надламів.

- Затискні патрони універсальних токарних та токарно-револьверних верстатів повинні мати рухомі огороження.

- У горизонтально-фрезерних та вертикально-фрезерних верстатах заввишки до 2,5 м задня частина шпинделя разом з виступаючим кінцем гвинта для закріплення інструменту, а також кінець фрезерної оправки, який виступає з підтримки, повинні бути відгороджені знімними кожухами.

- Копіювальні свердлильно-фрезерні та фрезерні верстати повинні бути обладнані кінцевими вимикачами для здійснення вимикання фрезерних та свердлильних кареток.

- Поперечностругальні верстати повинні бути оснащені стружкозбірником та екраном для запобігання розкиданню стружки за межі стружко збірника.

- Довбальні верстати з механічним (кулісним) приводом повзуна повинні мати блокування для запобігання перемиканню швидкості довбача (різця) під час роботи верстата.

- Згинальні та профілезгинальні верстати повинні бути обладнані приймальними пристроями із запобіжними огороженнями.

- Установлювати і знімати великогабаритні деталі необхідно в рукавицях і тільки після зупинення верстата.

- Прозір між краєм підручника та робочою поверхнею шліфувального круга повинен бути меншим за половину товщини виробу, що шліфується, але не більше 3 мм. Під час проведення робіт з обробки металу на верстатах звертати особливу увагу:

- До виконання робіт з обробки металу на верстатах допускаються особи, не молодше 18 років, та які пройшли професійний добір відповідно до Переліку робіт, де є потреба у професійному доборі; медичний огляд відповідно до вимог Положення про медичний огляд працівників певних категорій; спеціальне навчання та перевірку знань з охорони праці.

- Забороняється виконувати роботи на несправних верстатах, а також на верстатах з несправними або незакріпленими огороженнями.

- Застосовування у виробничих приміщеннях рубильників відкритого типу або рубильників з прорізю у кожухах для рукоятки або ножів не допускається.

- Не дозволяється використовувати на верстатах інструмент із забитими або спрацьованими конусами та хвостовиками.

- Не дозволяється під час роботи верстата очищувати та поправляти різальний інструмент, пристосування та оброблювані деталі.

- Не дозволяється під час роботи верстата перевіряти рукою гостроту різальних кромek інструменту, глибину отвору та вихід свердла з отвору в деталі, а також охолоджувати свердла мокрою ганчіркою.

- Не дозволяється виконувати роботи на свердлильних верстатах у рукавицях, рукавичках або із забинтованими кистями рук.

До працівників, які виконують роботи з обробки металу на верстатах висуваються наступні вимоги:

- Знати і виконувати вимоги Правил охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями, інших нормативно-правових актів та інструкцій з охорони праці, що стосуються їх робіт чи професій та затверджені на підприємстві.
- Дбати про особисту безпеку, а також про безпеку оточуючих людей під час виконання будь-яких робіт.
- Виконувати роботи із застосуванням необхідних засобів індивідуального та колективного захисту.
- Проходити в установленому порядку медичний огляд.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії і гігієни праці розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮ 06.05.2014 р. за 472/25249 (далі – «Гігієнічна класифікація праці»).

Метеорологічні умови в приміщенні – температура повітря, відносна вологість повітря й швидкість його переміщення відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Умови праці на цьому робочому місці відповідають гігієнічним вимогам і відносяться відповідно 1 класу. тому передбачені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

– у холодний період року: температура 21-23°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;

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

Забезпечення таких параметрів мікроклімату досягається оснащенням приміщень пристроями кондиціонування, вентиляції та дезодорації повітря, системами опалювання відповідно до рекомендацій ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Оптимальні рівні позитивних (n^+) і негативних (n^-) іонів у повітрі приміщення з ВДТ відповідають вимогам ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень» і становить: $n^+=1500-30000$ (шт. на 1см^3); $n^- = 3000-5000$ (шт. на 1см^3). Підтримку оптимального рівня легких позитивних і негативних аерофонів у повітрі на робочих місцях забезпечуються за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів.

Повітрообмін – процес заміни відпрацьованого і забрудненого повітря у виробничому приміщенні свіжим за допомогою природної і (або) механічної вентиляції. Величина обміну повітря, м/год, – один з головних показників, необхідних для проектування будь-якої з систем вентиляції виробничого приміщення. Обмін повітря повинен розраховуватись так, щоб концентрація шкідливих речовин (пари, гази, волога, пил або аерозолі та ін.) в приміщенні під час роботи вентиляції не перевищувала допустимих рівнів чи гранично допустимих концентрацій (ГДК). ГДК деяких шкідливих речовин встановлюються згідно ГОСТ 12.1.005- 88 і ДСН 3.3.5.042 — 99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень".

Основними причинами недостатньої або нераціональної освітленості робочих місць є несправність або нераціональний вибір освітлювальних приладів. Незадовільна освітленість на робочому місці або на робочій зоні може бути причиною зниження продуктивності та якості праці, отримання травм. Недостатнє освітлення викликає зоровий дискомфорт, що виражається у відчутті незручності або напруженості. Тривале перебування в умовах

зорового дискомфорту призводить до розсіювання уваги, зменшення зосередженості, зоровій і загальній втомі.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

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

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

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

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин й матеріалів пожежі згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж

(EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)»приміщення відноситься до класу можливої пожежі D– горіння металів та їх сплавів Негорючі речовини і матеріали в холодному стані. Дозволяється зараховувати до категорії D приміщення, в яких знаходяться горючі рідини (ГР) в системах змащування, охолодження і гідроприводу обладнання, в яких не більше 60 кг на одиницю

обладнання за умови тиску не більш 0,2 МПа, кабельні електропроводки до обладнання, окремі предмети меблів на місцях. , та класу Е - пожежі, пов'язані горіння електроустановок, що перебувають під напругою .

В кожен клас об'єднані пожежі, пов'язані з горінням речовин, які мають подібні характеристики. Знання класів пожеж та їх символів необхідно для вибору ефективних для гасіння відповідних пожеж вогнегасних засобів і вогнегасників. Символи класів пожеж вказуються на корпусах вогнегасників.

Вибір типу та визначення необхідної кількості вогнегасників здійснюється згідно з Типовими нормами належності вогнегасників Затвердженими Наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 2 квітня 2004 року N 151 Зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 29 квітня 2004 р за N 554/9153

Умови експлуатації вогнегасників вказані в Правилах експлуатації вогнегасників затверджених Наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 2 квітня 2004 року N 152 Зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 29 квітня 2004 р за N 555/9154

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

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

В приміщення пожежний інвентар з пожежним інструментом і вогнегасниками розташовано на двох спеціальних пожежних щитах(стендах),

відповідно до "Правил пожежної безпеки в Україні". Серед первинних засобів пожежогасіння особливе місце займають вогнегасники, які відзначаються високою ефективністю дії. В приміщення встановлено 2 вуглецевих вогнегасника, місткістю 5 л. Доцільність використання даного вогнегасника пояснюються його властивостями. Вогнегасник ВВК-3 призначений для гасіння загорання різних речовин, горіння яких не може відбуватися без доступу повітря, загорання електроустановок, що знаходяться під напругою, загорання при наявності оргтехніки. Головною особливістю вуглекислотний вогнегасників є відсутність сліди гасіння так як вуглекислота після використання не залишає слідів і бруду.

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

4.5 Евакуація людей при пожежі

Під час пожежі або стихійного лиха переміщення людей в приміщенні має вирішальне для їх життя значення. При виникненні пожежі на початковій стадії виділяється тепло, токсичні продукти згорання, знижується концентрація кисню у повітрі, можливі обвалення конструкцій. Термін, коли небезпека для людей стає смертельною дуже обмежений і не перевищує 3-4 хвилин. Тому, слід враховувати необхідність евакуації людей у визначені

терміни. Показником ефективності евакуації є час, потягом котрого люди можуть при необхідності залишити окремі приміщення і будівлю загалом. Безпека евакуації досягається тоді, коли тривалість евакуації людей в окремих приміщеннях і будівлях загалом не перевищує критичної тривалості пожежі, яка становить небезпеку для людей. Критичною тривалістю пожежі є час досягнення при пожежі небезпечних для людини температур і зменшення вмісту кисню у повітрі.

Основним критерієм переміщення людей при евакуації є ступінь свободи під час руху, яка, в свою чергу, залежить від кількості осіб, що переміщуються одночасно, від габаритів людини (антропометричних характеристик людини, виду одягу, наявності вантажу, його габаритів та маси), нервово-емоційного стану людей, конфігурації та площі приміщення. На швидкість евакуації також впливає ступінь свободи переміщення людей відносно один одного.

Дослідження показали, що щільність розміщення людей під час руху може змінюватись в широкому інтервалі: від нуля до $1,14 - 1,15 \text{ м}^2 / \text{м}^2$. При щільності до $0,05 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ людина має повну свободу, як по швидкості руху, так і в напрямку. При щільності до $0,15 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ – вже не можливо вільно змінювати напрямок свого переміщення та необхідно враховувати швидкість переміщення оточуючих людей. При щільності понад $0,15 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ – вже не можливо йти вільно, а при щільності понад $1 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ – спостерігається силовий тиск однієї людини на іншу, частина людей може не торкатися ногами підлоги, їх може знести основним потоком людей, є ймовірність отримання травм під час руху. Конкретне значення щільності руху при розробці схем евакуації залежить від призначення приміщення, економічних можливостей організації, але його значення повинно бути менше критичного з точки зору безпеки і не перевищувати $0,92 \text{ м}^2 / \text{м}^2$. Швидкість руху по сходах донизу в окремих випадках може бути вищою ніж по горизонталі (людина витрачає менше енергії, а сходи визначають загальний темп руху). Але, у випадку

коли людина перестає бачити підлогу, боїться впасти, панікує швидкість суттєво зменшується.

Відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» і проектуванні приміщення повинні бути передбачені заходи щодо забезпечення безпеки під час пожежі.

Всі шляхи евакуації повинні бути забезпечені природним та штучним освітленням, яке повинно працювати як від звичайної електромережі так і від мережі аварійного живлення (ДБН В. 2. 5. – 28– 2006 «Природне і штучне освітлення»).

Згідно вимог НАПБ А.01.001-14 «Правил пожежної безпеки в Україні» в усіх закладах та установах повинні бути передбачені евакуаційні виходи. Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони ведуть:

- приміщень першого поверху назовні безпосередньо або через коридор, вестибюль, сходову клітку;
- з приміщень будь-якого поверху, крім першого, в коридори, що ведуть на сходову клітку, яка має вихід назовні;
- з приміщень в сусіднє приміщення на цьому ж поверсі, забезпечене виходами, вказаними вище.

Евакуаційні виходи повинні розташовуватись розосереджено. Їх кількість повинна бути не менше двох. Евакуаційні виходи, коридори, сходи не повинні заставлятися будь-якими предметами і обладнанням. Враховуючи, що при евакуації в одному напрямку переміщується значна кількість людей, то згідно НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні» висота походу повинна бути не менше 2 метрів, мінімальна ширина шляхів евакуації повинна бути не менше 1 метра, дверей - не менше 0.8 метра. Двері на шляху евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу з будівель. При наявності людей у приміщенні двері евакуаційних виходів можуть замикатись лише на внутрішні запори (засуви,крючки тощо), котрі легко відмикаються (СНиП

2.01.02-85. «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений», ДБН В.2.5- 56:2014 «Системы протипожежного захисту»). Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу із приміщення безпосередньо назовні або на сходову клітину не повинна перевищувати значень зазначених в СНиП 2.09.02-85. Для забезпечення організованого руху під час евакуації та попередження паніки технічні рішення повинні бути доповнені організаційними заходами, до яких, передусім, належать інструктаж та навчання персоналу. З цією ж метою розробляють плани евакуації з будівель та місць масового перебування людей.

План евакуації складається з двох частин: графічної і текстової. Графічна частина являє собою план поверху або приміщення, на який нанесено пронумеровані евакуаційні шляхи і виходи з маршрутами руху. Маршрути руху до основних евакуаційних виходів зображуються суцільними лініями зі стрілками зеленого кольору, маршрути до запасних виходів – пунктирними зеленими лініями зі стрілками. Окрім маршруту руху на плані позначаються місця розташування засобів оповіщення та пожежогасіння.

Текстова частина плану евакуації, яка являє собою таблицю з переліком та послідовністю дій у разі пожежі для конкретних посадових осіб і працівників, затверджується керівником об'єкту. План евакуації вивішується на видному місці, а його положення повинні систематично відпрацьовуватись на практиці.

Дуже важливо для безпеки людей створити поти димний захист приміщення і особливо шляхів евакуації. Протидимний захист забезпечується обмеженням розповсюдження продуктів горіння в будівлях та приміщеннях, ізоляцією можливих місць виникнення пожежі, примусовим видаленням диму. Ці задачі вирішуються за допомогою об'ємно-планувальних та конструктивних рішень при проектуванні об'єктів, деякими технологічними прийомами в процесі будівництва, завдяки використанню

спеціальних пристроїв і вентиляційних систем, які призначені для видалення диму, зниження температури і конденсації продуктів горіння.

Для своєчасного здійснення заходів з евакуації людей, включення стаціонарних установок пожежогасіння, виклику пожежної охорони тощо, вибухопожежонебезпечні об'єкти обладнуються системами пожежної сигналізації, запуск яких може здійснюватися автоматично або вручну.

4.6 Організація цивільного захисту на промисловому об'єкті

Об'єкт господарської діяльності (підприємство, установа, організація) – основна ланка в системі ЦЗ держави. На об'єкті, де зосереджено людські і матеріальні ресурси, здійснюють економічні і захисні заходи.

Відповідно до законодавства, керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, місцем у захисних спорудах, організовує евакозаходи, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність, виконує інші заходи з ЦЗ і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати. Власники потенційно небезпечних об'єктів відповідають також за оповіщення і захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах.

Начальником ЦЗ об'єкта є керівник об'єкта. він відповідає за організацію і стан ЦЗ об'єкта, керує діями органів і сил цз під час проведення рятувальних робіт на ньому. Заступники начальника ЦЗ об'єкта допомагають йому з питань евакуації, матеріально-технічного постачання, інженерно-технічного забезпечення тощо (рис.4.1). Органом повсякденного управління ЦЗ є відділ (сектор) з питань НС та ЦЗ, який організовує і забезпечує повсякденне керівництво виконанням завдань ЦЗ на об'єкті. Для підготовки та втілення в життя заходів з окремих напрямів створюють служби зв'язку та оповіщення, сховищ і укриттів, протипожежної охорони, охорони

громадського порядку, медичної допомоги, протирадіаційного і протихімічного захисту, аварійно-технічного та матеріально-технічного забезпечення тощо. Начальниками служб призначають начальників установ, відділів, лабораторій, на базі яких вони утворюються. Службу зв'язку та оповіщення створюють на базі вузла зв'язку об'єкта. Головне завдання служби – забезпечити своєчасне оповіщення керівного складу та службовців про загрозу аварії, катастрофи, стихійного лиха, нападу противника; організувати зв'язок і підтримувати його в стані постійної готовності. Протипожежну службу створюють на базі підрозділів відомчої пожежної охорони. Служба розробляє протипожежні профілактичні заходи і контролює їх виконання; організовує локалізацію і гасіння пожежі.



Рисунок 4.1 – Структура ЦЗ об'єкта господарської діяльності

Медичну службу формують на базі медичного пункту, поліклініки об'єкта. На неї покладають організацію проведення санітарно-гігієнічних та

профілактичних заходів, надання медичної допомоги потерпілим та евакуацію їх у лікувальні установи, медичне обслуговування робітників, службовців і членів їхніх сімей у місцях розосередження. Службу охорони громадського порядку створюють на базі підрозділів відомчої охорони. Її завдання – організувати і забезпечити надійну охорону об’єкта, громадського порядку в умовах НС, під час ліквідації наслідків аварії, стихійного лиха, а також у воєнний час.

Службу протирадіаційного і протихімічного захисту організовують на базі хімічної лабораторії чи цеху. На неї покладають розробку та здійснення заходів щодо захисту робітників і службовців, джерел водозабезпечення, радіаційного і хімічного спостереження, проведення заходів з ліквідації радіаційного і хімічного зараження та здійснення дозиметричного контролю.

Службу сховищ та укриттів організовують на базі відділу капітального будівництва, житлово-комунального відділу. Вона розробляє план захисту робітників, службовців та їх сімей з використанням сховищ та укриттів, забезпечує їх готовність та правильну експлуатацію. Аварійно-технічну службу створюють на базі виробничо-технічного відділу або відділу головного механіка. Служба розробляє та здійснює попереджувальні заходи, що підвищують стійкість основних споруд, інженерних мереж та комунікацій у НС, організовує проведення робіт з ліквідації і локалізації аварії на комунально-енергетичних мережах.

Службу матеріально-технічного забезпечення створюють на базі відділу матеріально-технічного постачання об’єкта. Вона організовує своєчасне забезпечення формувань усіма засобами оснащення, постачання продуктів харчування і предметів першої необхідності робітників та службовців на об’єкті та у місцях розосередження, ремонт техніки і майна. Транспортну службу організовують на базі транспортного відділу, гаражу об’єкта. вона розробляє та здійснює заходи із розосередження працівників, забезпечення перевезень, проведення рятувальних робіт тощо.

Кожна служба створює, забезпечує, готує формування служби (команди, групи, ланки) і керує ними під час виконання робіт. Формування загального призначення – рятувальні загони (команди, групи, ланки), зведені рятувальні загони (команди), підпорядковані безпосередньо начальнику ЦЗ об'єкта. кожне з них має свою структуру і можливості. Наприклад, зведена рятувальна команда (ЗРК) у своєму складі має підрозділи різного призначення, такі як ланка зв'язку і розвідки, дві рятувальні групи, група механізації, санітарна дружина тощо.

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломного проекту було проведено аналіз конструкції та технічних характеристик похилих та похило-поворотних столів різних виробників. Для виконання заданих умов обробки, а саме: обробка заготовок деталей складної форми масою до 400 кг з чавуну, з різних боків без переустановлення, за прототип було обрано двоосьовий поворотний стіл верстататів серії HuronKX five. На основі прототипу обраного стола були проведені розрахунки, для розробки власної конструкції. Виконані розрахунки динамічного моменту двигуна і за значенням моменту процесу різання обрано момент ний двигун для осі С, поворотного столу. Для забезпечення контролю повороту за віссю обрано, тип і конструкцію датчиків кутових переміщень. Також був розроблений розділ з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях. Був проведений аналіз потенційних небезпек та запропоновані заходи по забезпеченню безпеки. Запропоновані заходи з виробничої санітарії та гігієни праці та пожежної безпеки .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кочергин А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов.
2. Кухлинг Х. Справочник по физике (2-е издание, 1985).
3. Бушуев В.В. Практика конструирования машин: справочник – М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.: ил.
4. Васильев Г.Н. Автоматизация проектирования металлорежущих станков. – М.: Машиностроение. 1987. – 280 с., ил.
5. [Электронный ресурс] http://www.aichi-sangyo.co.jp/pdf/machine/201611_Hermle_C52_EN.pdf
6. [Электронный ресурс] www.fehlmann.com/en/products/machiningcentres-in-portal-design/versar-825/
7. [Электронный ресурс] <http://huron.fr/>
8. Анфимов М. И. Редукторы. Конструкции и расчет. Изд. 4-е перераб. и доп. М.: «Машиностроение», 1993., 463 с.
9. Редукторы и мотор-редукторы общемашиностроительного применения: Справочник/Л. С. Бойко, А. З. Высоцкий, Э. Н. Галиченко и др.— М.: Машиностроение, 1984. — 247 с, ил.
10. Мягков В. Д. Краткий справочник конструктора. Изд. 2-е. Л., «Машиностроение», 1975. 816 с.”